

Research Paper

An Analysis of Land Use Changes and Thermal Island Formation in Urmia City exclusion Using Remote Sensing"

Ali Khedmatzadeh^{1*}, Mir Najaf Mousavi², Hojjat Mohamadi Torkamani³, Mir sadegh Mohammadi⁴

1. MSc Graduated of Rs & GIS, Tabriz University, Tabriz, Iran

2. Professor of Geography & Urban Planning, Urmia University, Urmia, Iran

3. Assistant Professor of Geography & Urban Planning, Urmia University, Urmia, Iran

4. Phd Student of Geography and Urban Planning, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran

Received: 2019/07/26

Accepted: 2020/01/03

PP: 119- 134

Use your device to scan and read the article online



Keywords:

Land use thermal classification/ City exclusion. Chandes/ islands/ Landsat/ Urban SVM Urmia

Abstract

Population growth and urbanization are factors influencing the increase in air temperature in urban areas, which creates an thermal island in these areas relative to the surrounding area. These changes lead to the formation of a city's thermal island. A phenomenon in which urban areas experience warmer temperatures than their surroundings. Remote sensing with the use of infrared thermal radiation and the use of physical models is a suitable tool for calculating the surface temperature in vast areas. In this research, that of terms methodological, descriptive-analytic and in terms of purpose, the ETM⁺ Sensor of Landsat 7 satellite imagery and OLI and TIRS Sensor of Landsat 8 Satellite used to determine the Formation range of Thermal Island in Urmia city and The relationship between land use changes and the formation of thermal islands, during the period of 2010 to 2018. As well as the support vector machine classification method was used to extract land use in three classes of residential, Vegetation and gardening and agricultural. Surveys show that the temperature in residential areas in 2010 was 32.90 degrees Celsius in the warm season, which reached 35.17 degree in 2018. That is an increase of 2.27 ° C. However, the area of residential areas is also showing an increasing trend and increased by 6.09%. In 2010, garden lands and vegetation cover is 43.53 percent of the total land area and agricultural lands is 39.36 percent of the total land area, which will be 40.49% and 36.30% respectively in 2018. These values in 2018 are 40.49% and 36.30% of the area, that means a decreasing trend. Therefore, It can be concluded that agricultural and agricultural lands have been declining as a result of increasing residential areas. There is also a significant relationship between the surface coverage and the surface temperature of the study area, which indicates the formation of heat island on coatings made in the city exclusion.

Citation: Ali Khedmatzadeh, Mir Najaf Mousavi, Hojjat Mohamadi Torkamani, Mir sadegh Mohammadi (2021): An Analysis of Land Use Changes and Thermal Island Formation in Urmia City exclusion Using Remote Sensing", Journal of Regional Planning, Vol 11, Issue 41, Marvdasht, PP 119- 134.

Doi: 10.30495/jzpm.2021.3965

*. Corresponding author: Ali Khedmatzadeh

Address: MSc Graduated of Rs & GIS, Tabriz University, Tabriz, Iran

Tell: +989393062575

Email: clima.khedmatzadeh@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

The world is rapidly urbanizing, which means that by 2015 more than two-thirds of the world's population will live in cities. As a result of urban population growth and the need for more space for housing and activity, the phenomenon of urban expansion occurs where more land goes under construction and the city expands horizontally and vertically. This expansion, especially when it is horizontal, occurs with changes in land use. This change often includes farmland, gardens and Bayer lands. Population growth and urbanization are factors influencing the increase in air temperature in urban areas, which creates an thermal island in these areas relative to the surrounding area. These changes lead to the formation of a city's thermal island. A phenomenon in which urban areas experience warmer temperatures than their surroundings. Remote sensing with the use of infrared thermal radiation and the use of physical models is a suitable tool for calculating the surface temperature in vast areas. Urban heat islands are one of the most common urban phenomena, whereby some urban areas, and especially urban centers, are warmer than a few degrees around them. Studying this phenomenon and examining its mechanism is very important for urban planning. This study aims to study land use changes in Urmia during 2010 to 2018 and to investigate the relationship between these changes with the formation of thermal islands in the city.

Methodology

In this descriptive-analytical and purpose-oriented research, Landsat 7 and 8 images were used. After downloading the images, pre-processing of the satellite images was performed using ENVI 5.3 software, including: Stacking and cutting of Urmia City exclusion and converting the numerical value of each pixel from the image to brightness (radiance and reflection) degrees. Then, in image processing step, it was prepared to produce land use map and ground surface temperature; Supervised vector machine classification method was used to produce land use map and ENVI (Band Math) formulation was used to calculate land surface temperature. Finally, in the postprocessing

stage the outputs were analyzed in ARC GIS software and a map of land surface temperature and land use was prepared.

Results and discussion

In 2010, in the cold season, the highest temperature is 18.01 in the Bayer lands and the lowest temperature is -13.24 in the residential area. In the warm season, the highest temperature in residential and Bayer lands was 50.13 and the lowest temperature was extracted in garden lands with 15.32.

In 2015, in the cold season, the highest temperature was 13.41 in Bayer lands and Gardens and the lowest temperature was -7.17 in Residential and Constructed lands. In the warm season, the highest temperature was found in residential and Bayer lands with a value of 47.08 and the lowest temperature in the garden lands with a value of 31.51. Compared to 2010, we are experiencing a decrease in the minimum and maximum temperatures in the hot and cold season.

In 2018, the minimum and maximum temperatures in the cold season are -0.79 and 19.59, respectively, and in the warm season are -21.94 and 18.46, respectively.

So that compared to 2015 we are experiencing an increase in temperature in the cold season and a decrease in the temperature in the warm season.

In residential areas during the warm season of the year from 2010 to 2018 the average temperature has increased from 32/90 in 2010 to 35/17 in 2018.

This could gradually reflect the warming of the air and the formation of heat islands over residential areas in the warm seasons, which due to the asphalt surface and the presence of vehicles and heating, the city has a higher temperature than the surrounding areas. The support vector machine method was used for land use extraction, with the highest overall accuracy and kappa coefficient of 99.65% and 0.98% for the 2018 warm season, respectively. In the warm season of 2010, residential lands with an average temperature of 32.90 ° C accounted for 17.11% of the study area. In 2015, residential lands with an average temperature of 33.07 ° C accounted for 21.06% of the study area. This amount for 2018 is 35/17 and 23/20 respectively. Thus, in

the time series studied, the temperature in residential areas increased by 2.27 ° C from 2010 to 2018, and the area of these areas also showed an increase of 6.09% from 2010 to 2018.

Conclusion

Surveys show that in 2010 the area of Bayer lands and gardens has a greater area than 2018, so that in 2010 the areas of vegetation and vegetation cover 43.53% and the Bayer lands and arable land area is 39.36%. These figures for 2018 are 40.49% and 36.30% respectively, indicating a decreasing trend. As a result of the increase in residential areas and urban sprawl, Arable lands and gardens

have been declining, increasing population and increasing the use of vehicles and thermal equipment throughout the city, causing the phenomenon of heat islands in metropolises of the country, including Urmia. There is also a significant relationship between land cover and surface temperature in all the periods studied, indicating a direct impact of land cover on the formation of thermal islands in cities.





تحلیلی بر تغییرات کاربری زمین و شکل گیری جزایر حرارتی در حریم شهر ارومیه با استفاده از سنجش از دور

علی خدمت زاده^۱، میرنجف موسوی^۲، حجت محمدی ترکمانی^۳، میرصادق محمدی^۴

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲. استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۴. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

رشد جمعیت و توسعه شهرنشینی از عوامل مؤثر بر افزایش دمای هوا در نواحی شهری هستند که موجب ایجاد جزیره حرارتی بر روی این مناطق در مقایسه با محیط اطراف می شوند. پدیده ای که به موجب آن مناطق شهری درجه حرارت گرم تر از محیط اطراف خود را تجربه می کنند. علم سنجش از دور با استفاده از تشعشع مادون قرمز حرارتی و به کار بستن مدل های فیزیکی ابزار مناسبی جهت محاسبه مقدار دمای سطح، در نواحی وسیع محسوب می شود. در این تحقیق که از نظر روش، توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف، کاربردی می باشد جهت شناخت محدوده تشکیل جزایر حرارتی حریم شهر ارومیه در برهه زمانی ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۸ و ارتباط تغییرات کاربری اراضی با شکل گیری جزایر حرارتی، از تصاویر سنجنده *ETM+* ماهواره لندست ۷ و سنجنده *TIRS, OLI* ماهواره لندست ۸ استفاده شده است. همچنین از روش طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان برای استخراج کاربری ها در ۳ کلاس مسکونی، پوشش گیاهی-باغی و بایر استفاده شده است. بررسی های انجام شده نشان میدهد که دما در مناطق مسکونی در سال ۲۰۱۰ در فصل گرم برابر با ۳۲/۹۰ درجه سانتی گراد بوده که این مقدار در سال ۲۰۱۸ به سانتی گراد ۳۵/۱۷ رسیده است یعنی ۲/۲۷ درجه سانتی گراد افزایش داشته است این در حالی است که مساحت مناطق مسکونی نیز روند افزایشی را نشان میدهد و ۶/۰۹ درصد افزایش داشته است. در سال ۲۰۱۰ اراضی باغی و پوشش گیاهی دارای مساحت ۴۳/۵۳ درصدی و اراضی بایر و زراعی دارای مساحت ۳۹/۳۶ درصدی هستند که این مقادیر در سال ۲۰۱۸ به ترتیب برابر با ۴۰/۴۹ و ۳۶/۳۰ درصد است یعنی روند کاهشی را نشان می دهد. بنابراین میتوان نتیجه گرفت که اراضی باغی و زراعی در نتیجه افزایش مناطق مسکونی و گسترش شهری روند کاهشی داشتند. همچنین بر اساس بررسی های به عمل آمده در محدوده مورد مطالعه، بین پوشش سطح و دمای سطح زمین رابطه معناداری وجود دارد که این امر مبین شکل گیری جزایر حرارتی بر روی پوشش های ساخته شده در حریم شهر می باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۱۳

شماره صفحات: ۱۳۴-۱۱۹

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



واژه های کلیدی:

تغییرات کاربری زمین، جزایر حرارتی شهری، طبقه بندی *SVM* لندست، حریم شهر ارومیه.

استناد: خدمت زاده، علی، موسوی، میرنجف، حجت محمدی ترکمانی، محمدی، میرصادق (۱۴۰۰): تحلیلی بر تغییرات کاربری زمین و شکل گیری جزایر حرارتی در حریم شهر ارومیه با استفاده از سنجش از دور، فصلنامه برنامه ریزی منطقه ای، سال ۱۱، شماره ۴۱، مردادشت، صص ۱۳۴-۱۱۹.

DOI: 10.30495/jzpm.2021.3965

^۴ نویسنده مسئول: علی خدمت زاده

نشانی: دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تلفن: ۰۹۳۹۳۰۶۲۵۷۵

پست، الکترونیکی: clima.khedmatzadeh@yahoo.com

مقدمه:

جهان به سرعت در حال شهری شدن می‌باشد و این بدان معناست که طبق پیش‌بینی‌ها تا سال ۲۰۱۵ بیش از دو سوم جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد. این جمعیت برای زندگی نیازمند فضای بیشتر در همه ابعاد آن می‌باشد. فضای مسکونی، فضای کسب و کار، فضای گذران اوقات فراغت و ... لاجرم به تغییر محیط طبیعی به نفع این نوع از کاربری‌ها می‌پردازد. این تغییر پیامدهای گوناگونی بر محیط زیست و زندگی انسان‌ها دارد. در نتیجه رشد جمعیت شهرها و نیاز به فضای بیشتر برای سکونت و فعالیت، پدیده گسترش شهری رخ می‌دهد که طی آن زمین‌های بیشتری به زیر ساخت و ساز می‌روند و شهر در ابعاد افقی و عمودی گسترش می‌یابد. این گسترش به ویژه زمانی که افقی باشد با تغییر در کاربری اراضی موجود اتفاق می‌افتد. این تغییر اغلب موارد، زمین‌های کشاورزی، باغات و اراضی بایر را شامل می‌شود. نتیجه دیگر گسترش فیزیکی شهرها را می‌تواند در قالب مفهوم تراکم بیان داشت. مفهومی که در ساده‌ترین تعریف به "تعداد افراد در واحد سطح" اطلاق می‌شود. تغییرات سریع کاربری و پوشش زمین در مناطق شهری به مشکلات زیست محیطی فراوانی از جمله کاهش فضای سبز و توسعه جزیره حرارتی منجر شده است (Amiri et al, 2007). با توسعه شهر نشینی مساحت زیادی از مناطق کشاورزی و جنگل و مرتع جای خود را به مناطق مسکونی و صنعتی و دیگر زیرساخت‌ها داده اند (Matkan et al, 2014). شهر به دلیل وجود ذرات معلق، کمتر از نواحی روستایی آفتاب دریافت می‌کند و با این حال گرمتر از نواحی روستایی مجاور است؛ زیرا محیط شهر، هم به علت تولید حرارت بیشتر ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و هم به علت وجود سطوح نفوذ ناپذیر و ساختمان‌های بلند به عنوان جمع‌کننده حرارت عمل کرده و جزیره حرارت شهری بر روی شهر تشکیل می‌شود (Nileye Borojeni et al, 2016). علت اصلی جزایر حرارتی شهری تغییر سطح زمین در اثر توسعه شهری است (Sadeghi et al, 2017). از این رو نواحی شهری دارای بیلابند انرژی متفاوت تری با نواحی روستایی و پیرامونی خود هستند (Shamsipour et al, 2013). امروزه بررسی دقیق و جامع جزایر حرارتی شهری که با رشد شهری در ارتباط می‌باشد مورد توجه روز افزونی قرار گرفته است. علم سنجش از دور یکی از بهترین ابزار برای مشخص نمودن این پدیده می‌باشد. جزایر گرمایی الگوهای باد را در شهرها و اطراف دچار تغییر می‌کنند، نسیم حومه در شهرهایی که در سرزمین هموار قرار گرفته‌اند، پدیده غالب

است (Alavi Panah et al, 2008: 286). این تغییرات در الگوی بادها، سبب پیامدهای بسیار مهم و خطرناکی از جمله انتقال آلودگی هوا و ذرات پراکنده سمی از شهرها به حومه برهم زدن آسایش افراد درون شهر است، به همین دلیل جزایر گرمایی هم اکنون از عوامل ایجاد نگرانی در مورد سلامت افراد به شمار می‌روند (Frumkin, 2002: 201). جزایر حرارتی شهری از معمول‌ترین پدیده‌های شهری‌اند، که در آن‌ها برخی از مناطق شهری و به خصوص مراکز شهرها، چند درجه از مناطق اطرافشان گرم‌تر می‌شوند. مطالعه این پدیده و بررسی سازوکار یا مکانیسم آن برای برنامه‌ریزی‌های شهری اهمیت بسیار زیادی دارد. در طول دو دهه اخیر نیاز فراوان به اطلاعات دمای سطح زمین برای مطالعات محیطی و فعالیت‌های مدیریتی منابع زمینی، سنجش از دور دمای سطح زمین را به یکی از موضوعات مهم علمی تبدیل کرده است (Sobrinho et al, 2004). یکی از شناخته شده‌ترین اثرات توسعه شهر، جزیره حرارتی شهری است. پدیده‌ای که به موجب آن مناطق شهری درجه حرارت بالاتری را نسبت به مناطق روستایی اطراف آن تجربه می‌کنند (Hashemi Dareh Badami et al, 2015: 25). بدین صورت که سطوح ساخته شده گرمای حاصل از تابش را جذب کرده و موجب افزایش دمای محیط می‌گردند. دمای سطح زمین یکی از پارامترهای کلیدی در خصوصیات فیزیک سطح زمین در همه مقیاس‌ها از محلی تا جهانی محسوب می‌شود. بر این اساس مطالعه تغییرات صورت گرفته در پوشش سطح زمین و ارتباط آن با افزایش دمای محیط شهری و شکل‌گیری جزایر حرارتی بر روی شهرها، از موضوعات مورد بحث متخصصان حوزه توسعه شهری بوده است. این تحقیق بر آنست که به مطالعه تغییرات کاربری اراضی در شهر ارومیه در طی دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸، پرداخته و ارتباط بین این تغییرات را با شکل‌گیری جزایر حرارتی در این شهر بررسی نماید.

پیشینه و مبانی نظری تحقیق:

در مورد موضوع مورد بحث، پژوهش‌های متعددی انجام شده است. برخی از آن‌ها تغییرات کاربری اراضی را مورد توجه قرار داده و برخی دیگر در مورد استفاده از تصاویر ماهواره در پایش دمای سطح زمین می‌باشند. در این میان تحقیقاتی نیز مشاهده می‌شود که در مورد ارتباط این دو موضوع به بحث و بررسی پرداخته‌اند. در جدول ۱ گزیده‌ای از پژوهش‌های مذکور ارائه می‌شود:

جدول ۱- پیشینه پژوهش

ردیف	محقق	عنوان پژوهش	نتایج
۱	اصغری سراسکانرود و امامی (۱۳۹۷)	پایش دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای سطح با استفاده از تصاویر سنجنده <i>OLI</i> و <i>ETM+</i> (مطالعه موردی: شهرستان اردبیل)	نتایج نشانگر این است که کاربری های شهری دمای بالاتری را نسبت به کاربری های آبی دارا می باشند .
۲	آروین (۱۳۹۶)	آشکارسازی دمای رویه سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای	با استفاده از الگوریتم پنجره مجزای سوپرنو به تخمین دمای هوای شهر اصفهان و منطقه اطراف پرداخته است. روابط همبستگی بین نقشه دمای سطح زمین <i>LST</i> و شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی <i>NDVI</i> با ضریب همبستگی ۰/۴۵۸ در سطح اطمینان ۹۹ درصد تایید می کند که اعتبار روش مذکور برای برآورد دمای سطح زمین تایید می گردد.
۳	رضائی راد و رفیعیان (۱۳۹۵)	برآورد تغییرات فضایی- زمانی شدت جزیره حرارتی کلانشهر تهران با استفاده از تصاویر ماهواره ای <i>ASTER</i> و <i>LANDSAT</i>	در ۴۰ درصد از شهر تهران طی تقریباً یک دهه اخیر به دلایل اثرات توسعه کالبدی شهر، الگوی فضایی جزیره حرارتی تغییر یافته است.
۴	فیضی زاده و همکاران (۱۳۹۴)	برآورد دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ و الگوریتم پنجره مجزا (مطالعه موردی: حوضه آبریز مهاباد)	دمای سطح زمین با این روش در محدوده مورد مطالعه برابر با ۱/۴ درجه سانتی گراد برآورد شده است. نیز، نتایج تحقیق بیانگر این است که روش الگوریتم پنجره مجزا نتایج قابل اعتماد و مطمئنی را در برآورد دمای سطح زمین ارائه می دهد.
۵	<i>WENG ET AL</i> (۲۰۰۴)	برآورد رابطه فراوانی دمای سطح و پوشش گیاهی در ارتباط با مطالعات جزایر گرمایی شهری	نتایج نشان دهنده این است که اندازه منطقه ای فراوانی پوشش گیاهی ارتباط مستقیم تری با خواص تابشی، حرارتی و رطوبتی سطح زمین دارد که تعیین کننده <i>LST</i> می باشد.
۶	<i>TARDY ET AL</i> (۲۰۱۶)	روشی نرم افزاری برای تصحیح اتمسفری و برآورد دمای سطح با استفاده از داده های حرارتی مادون قرمز لندست	مقایسه نتایج برآورد شده با استفاده از <i>LST</i> با نتایج برداشت شده سطحی نشان از کارایی این روش برای برآورد دمای زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای می باشد.
۷	<i>SONG, Y & WU</i> (۲۰۱۶)	بررسی تاثیر ترکیبی و فیزیکی شهری ویسکانسین آمریکا	سطوح غیر قابل نفوذ نقش موثری در تنوع جزایر حرارتی مناطق شهری دارند.

منبع: مطالعات اسنادی نویسندگان، ۱۳۹۸

برای لندست ۷:

$$L_{\lambda} = (Gain \times DN) + Bias \quad (1)$$

$$P_{\lambda} = \frac{\pi \times L_{\lambda}}{ESUN_{\lambda} \times \cos \theta \times d_r} \quad (2)$$

$$d_r = 1 + 0.000122 \left(DOY - \frac{20}{365} \right) \quad (3)$$

برای لندست ۸:

$$L_{\phi} = ML \times QCAL + AL \quad (4)$$

$$(5) P_{\lambda} = MP \times QCAL + AP$$

L_{λ} : رادیانس، L_{ϕ} : مقدار انعکاس، π : ۳،۱۴، (MP, ML) : ضریب چند گانه مخصوص هر باند، (AP, AL) : ضریب تجمعی هر باند، $QCAL, DN$: تصویر مورد نظر، DOY : روز از سال، مقادیر $(\beta, \theta: 90 - \beta)$ ، $ESUN_{\lambda}$: زاویه تابش خورشید، AL, MP, AP, ML : $Bias$ در متادیتای تصاویر موجود می باشند.

پردازش داده ها:

پیش پردازش داده ها: تصاویر ماهواره لندست ۷ و ۸ دارای تصحیحات هندسی بوده و تصحیحات اتمسفری و رادیومتریک توسط نرم افزار *ENVI 5.1* و با استفاده از متادیتای این تصاویر انجام شده است. نحوه کالیبراسیون، روش ها و الگوریتم های مورد استفاده در برآورد رطوبت خاک به تفصیل در زیر بیان می شود.

تبدیل درجات خاکستری به رادیانس و انعکاس: برای محاسبه شاخص دمای سطح زمین ابتدا باید ارزشهای عددی پیکسل ها را به رادیانس (باند های حرارتی) و انعکاس (باند های غیر حرارتی) واقعی پدیده ها تبدیل کنیم. مقدار عددی پیکسل ها برای تصاویر ماهواره لندست ۷ بین ۰ تا ۲۵۵ یعنی ۸ بیتی بوده و برای ماهواره لندست ۸ بین ۰ تا ۴۰۹۵ یعنی ۱۲ بیتی می باشد که به قدرت تفکیک تصاویر بستگی دارد. میزان انعکاس بین ۰ و ۱، مقدار رادیانس بین ۸ تا ۱۶ می باشد. در این مطالعه باندهای ۳، ۴ (لندست ۷) و ۵ (لندست ۸) که غیر حرارتی می باشند به انعکاس و باند ۶ (لندست ۷) و باندهای ۱۰ و ۱۱ (لندست ۸) که حرارتی هستند به تشعشع تبدیل شدند (مرادی، ۱۳۹۳).

³ Digital Number

⁴ Radiance

⁵ Reflectance

⁶ Reflectance Mult Band

⁷ Reflectance Add Band

که در آن R_{NIR} باند مادون قرمز نزدیک و R_{red} باند قرمز به ترتیب باندهای ۴ و ۳ برای لندست ۷ و باندهای ۵ و ۴ برای لندست ۸ می‌باشند.

برای تبدیل تصاویر رادپانس شده به دمای روشنایی و دمای سطح زمین به ترتیب از معادلات ۷ و ۸ استفاده شده است (Tardy et al. 2016).

$$(7) T_b = \frac{hc/k\lambda}{\ln\left(\frac{2\sigma c^2 \lambda^{-5}}{L_\lambda} + 1\right)} = \frac{K_1}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

T_b : دمای روشنایی ($^{\circ}K$), C : سرعت نور 3×10^8 m/s , h : ثابت پلانک 6.626×10^{-34} (Js) , K : ثابت بولتزمن 1.38×10^{-23} (JK^{-1}) , L_λ : تابش طیفی، λ : طول موج مرکزی هر باند (m), K_1, K_2 : ضرایب کالیبراسیون.

سپس با استفاده از تصویر کالیبره شده $NDVI$ و LST را محاسبه می‌کنیم. شاخص تراکم پوشش گیاهی بین ۱ و -۱ می‌باشد و مقدار LST بر اساس درجه کلوین می‌باشد که از روی دمای روشنایی به دست می‌آید. (در این مطالعه دمای سطح زمین بر اساس درجه سانتیگراد بیان شده است) (Tardy et al. 2016).

شاخص $NDVI$ برای اولین بار به وسیله $Rouse et al$ (۱۹۷۴) برای جداسازی پوشش گیاهی از خاک پس زمینه با استفاده از داده های سنجنده MSS ارائه شد. این شاخص براساس تباین بین انعکاس قوی گیاهان در طیف مادون قرمز نزدیک و جذب زیاد کلروفیل در طیف قرمز عمل می‌کند (Gates et al, 1965).

$$(6) NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{red}}{R_{NIR} + R_{red}}$$

جدول ۲ - ضرایب کالیبراسیون دمای روشنایی برای لندست ۷ و ۸

ضرایب کالیبراسیون	$K1$	$K2$
باند ۶	۶۶۶/۰۹	۱۲۸۲/۷۱
باند ۱۰	۷۷۴/۸۹	۱۳۲۱/۰۸
باند ۱۱	۴۸۰/۸۹	۱۲۰۱/۱۴

منبع: Latif, 2014

اولین گام در انجام یک طبقه بندی نظارت شده تعریف مناطقی است که به مثابه نمونه های تعلیمی برای هر کلاس استفاد می‌شود (Eastman, 2006). برای استخراج کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه از روش ماشین بردار پشتیبان بهره گیری شده است. ماشین بردار پشتیبان یک روش کلاسه بندی الگو است که اولین بار توسط ویپینگ معرفی شد (Borges, 1998; Osuna et al, 1997). در سال ۱۹۶۵ محقق روسی به نام ولادیمیر ویپینگ گامی بسیار موثر در طراحی طبقه بندی کننده ها برداشت. وی نظریه آماری یادگیری را به صورت مستحکم تری بنا نهاد و ماشین های بردار پشتیبان را بر این اساس ارائه داد. ماشین بردار پشتیبان یا SVM در واقع یک طبقه بندی کننده دودویی است. در مورد دو کلاس، روش SVM سعی دارد یک ابرصفحه ایجاد نماید که فاصله هر کلاس را تا فراضفحه حداکثر می نماید. داده های نقطه ای که به فراضفحه نزدیکترند، برای اندازه گیری این فاصله بکار می روند. از این رو، این داده های نقطه ای بردارهای پشتیبان نام دارند (Vapnik, 1995).

مواد و روش تحقیق:

برای انجام پژوهش از تصاویر لندست ۷ و ۸ استفاده شده است. ماهواره لندست ۷ به نام $ETM+$ شناخته می‌شود، که در ۸ باند

$$(8) LST = \frac{T}{1 + (\lambda \times \frac{1}{\rho}) \times \ln \epsilon}$$

LST : دمای سطح ($^{\circ}K$), λ : طول موج باند حرارتی، ρ : برابر با 1.438×10^{-8} و ϵ : توان تشعشعی است. توان تشعشعی (ϵ) از رابطه ۹ به دست می‌آید.

$$(9) \epsilon = \epsilon_{veg} P_v + \epsilon_{soil} (1 - P_v)$$

ϵ_{veg} : برابر با ۰/۹۹، ϵ_{soil} : برابر با ۰/۹۷ می‌باشد و مقدار P_v از رابطه ۱۰ قابل محاسبه است.

$$(10) P_v = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}}$$

$NDVI$ از رابطه ۶ به دست می‌آید، $NDVI_{max}$ و $NDVI_{min}$ به ترتیب بیشترین و کمترین $NDVI$ مشاهده شده است. در این روش از آستانه گذاری $NDVI$ استفاده می‌شود، پیکسل مربوط به خاک خشک با میزان گسیلمندی حرارتی ۰/۹۷ برای لندست می‌باشد. اگر $NDVI$ بزرگتر از ۰/۵ باشد پیکسلهای با ارزش $NDVI$ بزرگتر از ۰/۵ بیشترین تراکم پوشش گیاهی را نشان می‌دهند که مقدار ثابت گسیلمندی آنها ۰/۹۹ تخمین زده می‌شود (Weng, 2004).

طبقه بندی تصاویر:

طراحی شده و باند پانکروماتیک آن با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر می‌باشد همچنین این ماهواره دارای باندهای آبی، سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک، مادون قرمز میانی با کیفیت ۳۰ متر و باند حرارتی با کیفیت ۶۰ متر است. ماهواره لندست ۸ با قدرت تفکیک مکانی متوسط است (۱۵ متر تا ۱۰۰ متر، بسته به فرکانس طیفی بین ۰/۴۳۳ تا ۱۲/۵ میکرومتر) در طول موج مرئی، مادون قرمز نزدیک، مادون قرمز کوتاه و مادون قرمز حرارتی را فراهم می‌کند. این ماهواره از دو سنجنده (*OLI*) در ۹ باند، (*TIRS*) در ۲ باند تشکیل شده است. موقعیت محدوده مورد مطالعه با توجه به این که در تصاویر ماهواره لندست ۷ و ۸ در گذر ۳۴ و مسیر ۱۶۹ با سیستم تصویر ۳۸ شمالی و برمیانی WGS 84 می‌باشند که بعد از دانلود تصاویر از سایت زمین شناسی آمریکا با هم موزاییک شده و حریم شهر ارومیه استخراج شده است.

بعد از دانلود تصاویر از سایت مورد نظر، پیش پردازش‌های لازم روی تصاویر ماهواره با استفاده از نرم افزار ENVI 5.3 انجام گرفت که از جمله می‌توان به؛ *Stacking* و برش حریم شهر ارومیه و تبدیل ارزش عددی هر پیکسل از تصویر به درجات روشنایی (رادینانس و انعکاس) اشاره کرد سپس در مرحله پردازش تصویر جهت تولید نقشه کاربری اراضی و دمای سطح زمین آماده شد؛ جهت تولید نقشه کاربری اراضی از روش طبقه بندی نظارت شده ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است و برای محاسبه دمای سطح زمین از قسمت فرمول نویسی ENVI (*Band Math*) بهره گرفته شده است. در نهایت و در مرحله پس پردازش خروجی‌های مورد نظر در نرم افزار ARC GIS تحلیل شده و نقشه دمای سطح زمین و کاربری اراضی تهیه شده است.

⁸ Operational Land Imager

⁹ Thermal InfraRed Sensor

جدول ۳- تصاویر ماهواره ای مورد استفاده در تحقیق

ردیف	نام ماهواره	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	مسیر	گذر
۱	لندست ۷	۲۰۱۰/۰۱/۰۶	۱۶ دی ۱۳۸۸	۱۶۹	۳۴
۲		۲۰۱۰/۰۸/۱۸	۲۷ مرداد ۱۳۸۹	۱۶۹	۳۴
۳	لندست ۸	۲۰۱۵/۰۲/۱۳	۲۴ بهمن ۱۳۹۳	۱۶۹	۳۴
۴		۲۰۱۵/۰۸/۲۴	۲ شهریور ۱۳۹۴	۱۶۹	۳۴
۵		۲۰۱۸/۰۲/۰۵	۱۶ بهمن ۱۳۹۶	۱۶۹	۳۴
۶		۲۰۱۸/۰۸/۱۶	۲۵ مرداد ۱۳۹۷	۱۶۹	۳۴

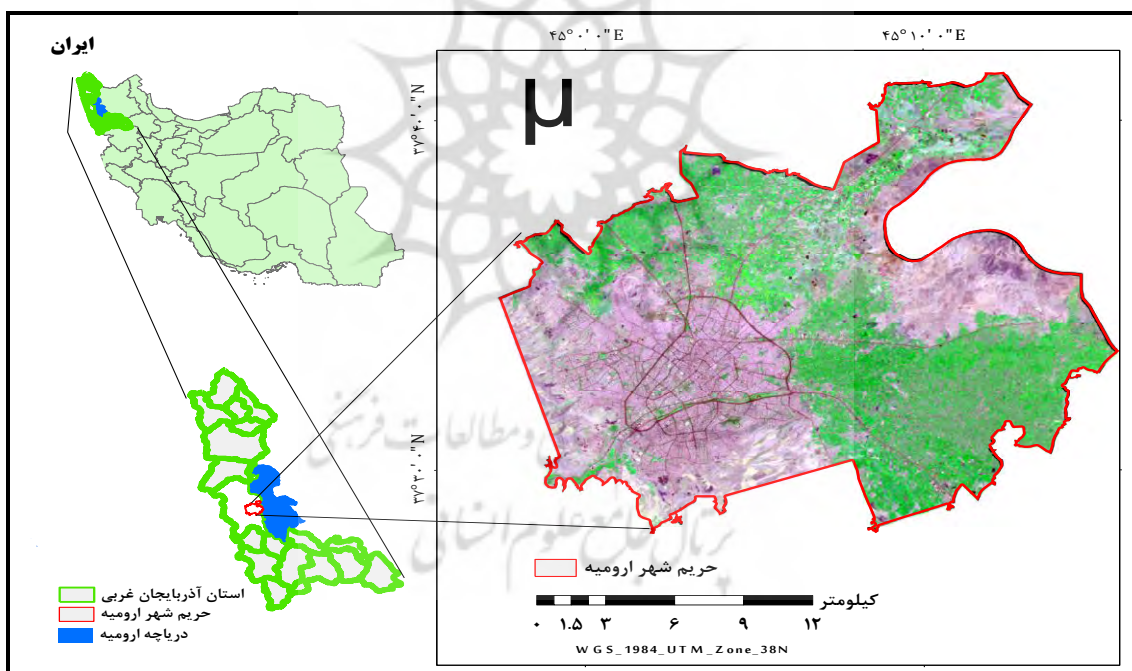
مأخذ: <https://earthexplorer.usgs.gov>

بر (Yearbook of West Azerbaijan Province, 2016).

پایه‌ی نتایج آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن، در سال ۱۳۹۵، تعداد جمعیت ساکن شهر ارومیه بالغ بر ۷۳۶۲۲۴ نفر بوده است بررسی روند تحول تعداد جمعیت شهر در شش دهه ی متوالی منتهی به این زمان حاکی از آن است که تعداد جمعیت ساکن شهر پیوسته در حال افزایش می باشد، هر چند شدت نسبی این افزایش در دهه های متوالی با یکدیگر متفاوت است.

محدوده مورد مطالعه:

شهر ارومیه با داشتن موقعیت ممتاز جغرافیایی در ۲۰ کیلومتری دریاچه ارومیه قرار دارد و ارتفاع آن از سطح آب‌های آزاد ۱۳۳۲ متر می‌باشد. ارومیه در دشت ارومیه واقع شده است که ارتفاعاتی چون کوه سیر، کوه قیزقلعه، کوه جهودها، کوه چهل مر شهیدان، کوه ماه، کوه علی پنجه سی و کوه علی ایمان آن را احاطه کرده‌اند. در واقع ارومیه بین دریاچه ارومیه و دیواره کوه‌های غرب استان آذربایجان غربی واقع شده است *Statistical*



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه- (منبع: ترسیم نگارندگان، ۱۳۹۸)

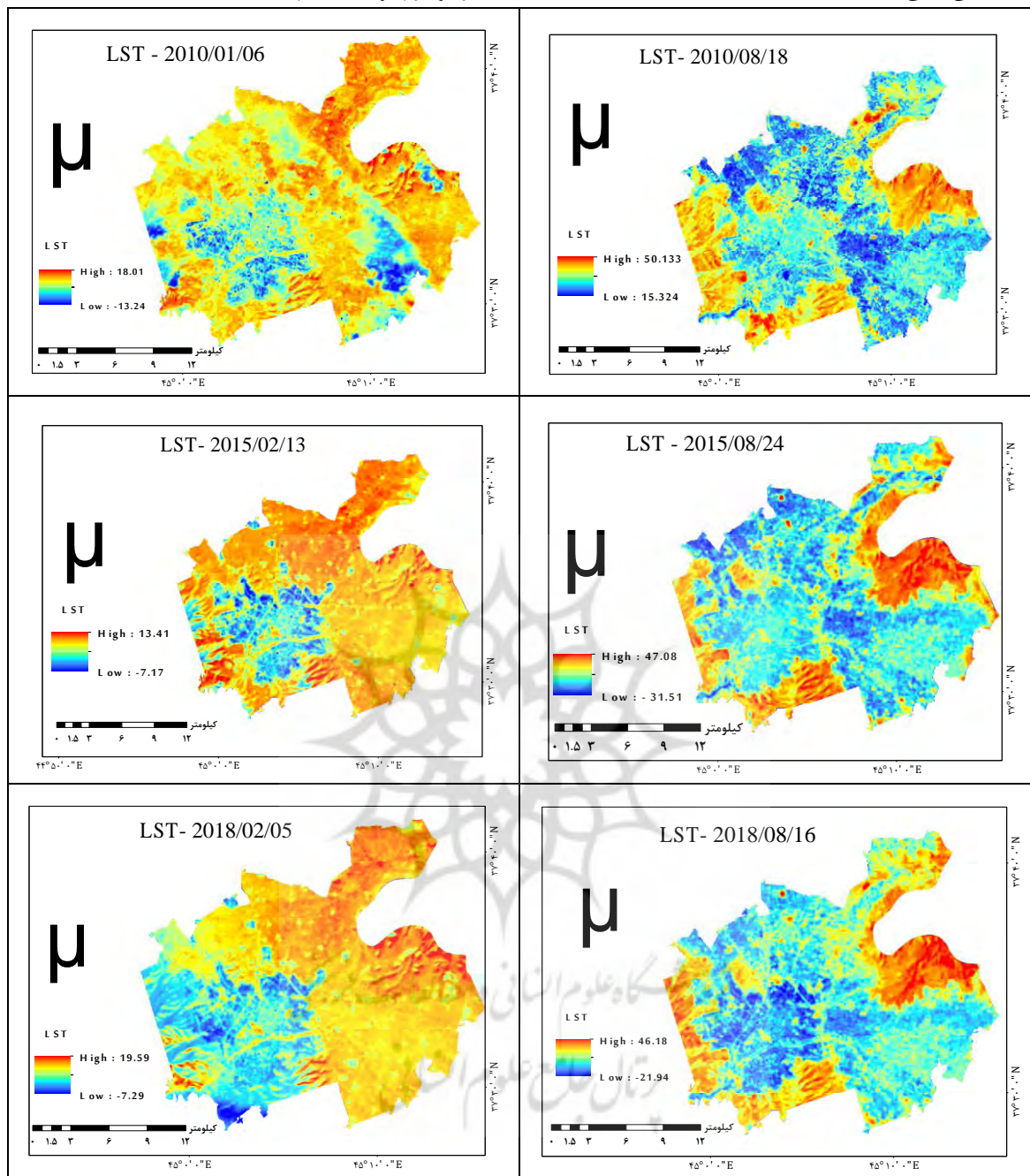
کمتری را نسبت به اراضی با پوشش گیاهی تنک یا فاقد پوشش گیاهی (بایر و مسکونی) دارند. در فصل گرم بیشترین دما در اراضی مسکونی و بایر با مقدار ۵۰/۱۳ و کمترین دما در اراضی باغی با مقدار ۱۵/۳۲ استخراج شده است. در سال ۲۰۱۵ در فصل سرد، بیشترین دما با مقدار ۱۳/۴۱ در اراضی بایر و باغی و کمترین دما با مقدار ۷/۱۷- در اراضی مسکونی و ساخته شده به دست آمده است و در فصل گرم

بحث و ارائه یافته‌ها:

در سال ۲۰۱۰ در فصل سرد، بیشترین دما با مقدار ۱۸/۰۱ در اراضی بایر و کمترین دما با مقدار ۱۳/۲۴- در اراضی مسکونی است و در فصل گرم اراضی مسکونی و بایر به دلیل ضریب گرمایی بالا و کمبود پوشش گیاهی گرمتر از اراضی باغی می- باشند، به طوری که اراضی با پوشش گیاهی متراکم تر دمای

نسبت به سال ۲۰۱۰ با کاهش دمای کمینه و بیشینه در فصل سرد و گرم مواجه هستیم.

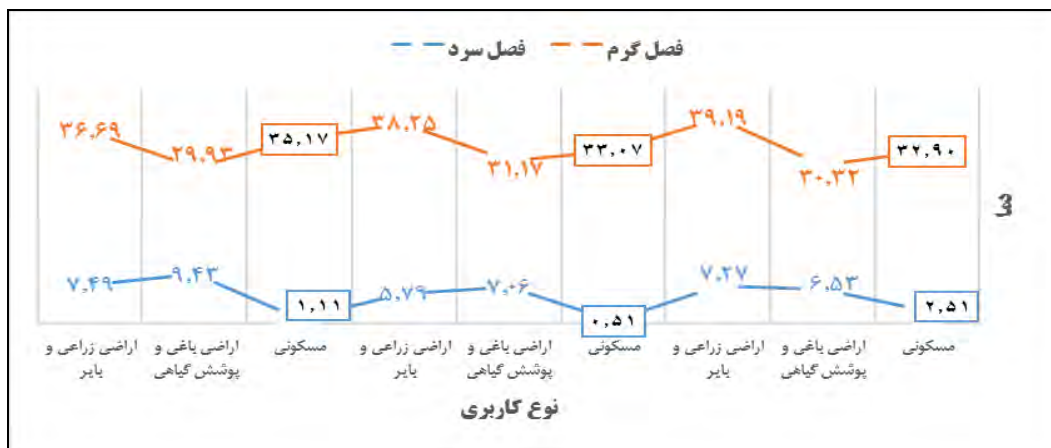
بیشترین دما در اراضی مسکونی و بایر با مقدار ۴۷/۰۸ و کمترین دما در اراضی باغی با مقدار ۳۱/۵۱- به دست آمده است.



شکل ۲- دمای سطح زمین در سری زمانی مورد مطالعه (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

در فصل سرد با افزایش دما و در فصل گرم با کاهش دما روبه‌رو هستیم (شکل ۳).

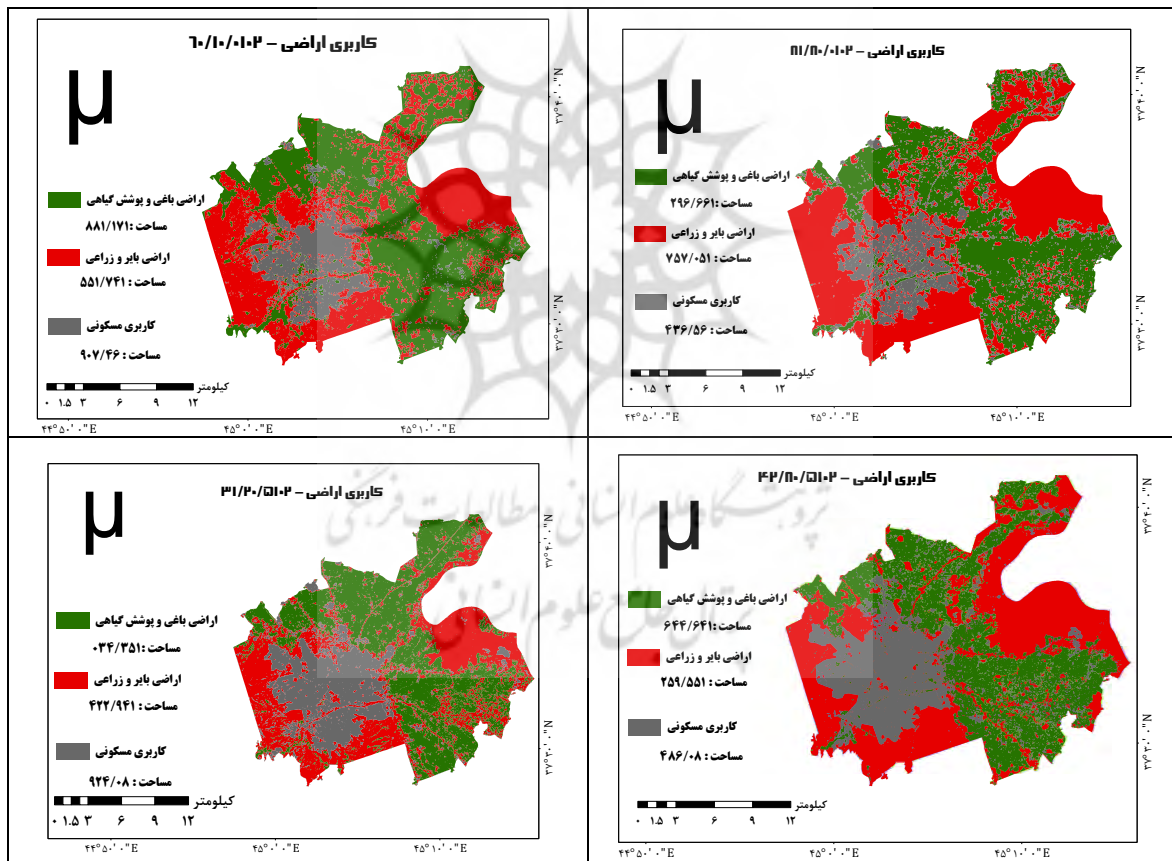
در سال ۲۰۱۸ در فصل سرد دمای کمینه و بیشینه به ترتیب برابر با ۷/۲۹- و ۱۹/۵۹ است و در فصل گرم این مقدار به ترتیب برابر با ۲۱/۹۴- و ۱۸/۴۶ می‌باشد. به طوری که نسبت به سال ۲۰۱۵

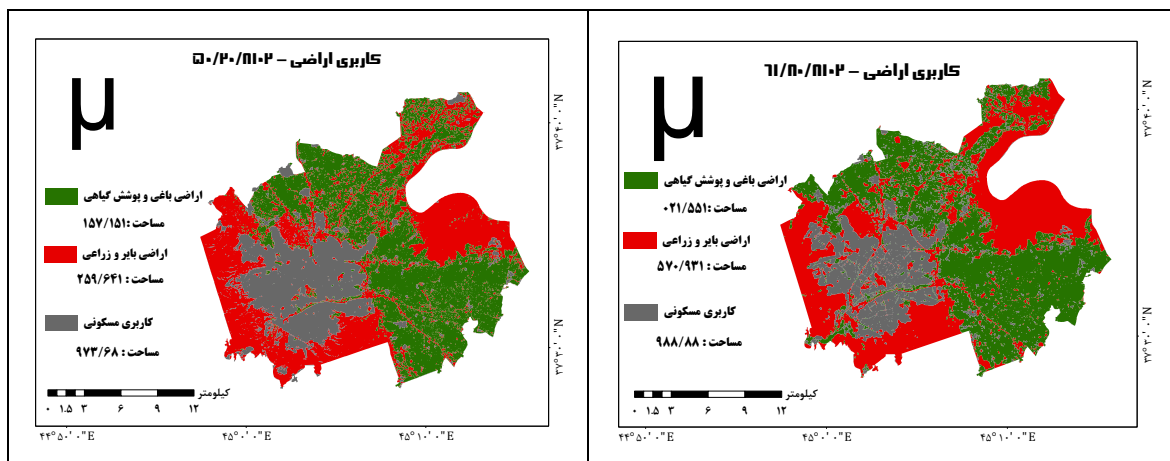


شکل ۳- متوسط دمای سالانه در کاربری‌های استخراج شده از تصاویر ماهواره ای - (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

و شکل‌گیری جزایر حرارتی بر فراز مناطق مسکونی در فصول گرم سال باشد که به دلیل سطح آسفالتی و وجود وسیله نقلیه و گرمایشی، سطح شهر حرارت بالاتری را نسبت به نواحی پیرامونی خود دارند.

همانطور که در شکل ۴ مشخص است در اراضی مسکونی در فصل گرم سال از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ متوسط دما افزایش یافته است و از ۳۲/۹۰ در سال ۲۰۱۰ به ۳۵/۱۷ در سال ۲۰۱۸ رسیده است. که این امر می‌تواند به تدریج نشان دهنده ی گرم شدن هوا





شکل ۴- کاربری اراضی برای سری زمانی مورد مطالعه- (منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

جدول ۴- دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره ای به روش *svm*

ردیف	نام ماهواره	سال	ضریب کاپا	دقت کلی
۱	لندست ۷	۲۰۱۰/۰۱/۰۶	۰/۷۶	۸۱/۴۶
۲		۲۰۱۰/۰۸/۱۸	۰/۸۶	۹۰/۹۲
۳		۲۰۱۵/۰۲/۱۳	۰/۸۲	۹۰/۱۷
۴	لندست ۸	۲۰۱۵/۰۸/۲۴	۰/۷۸	۸۰/۳۹
۵		۲۰۱۸/۰۲/۰۵	۰/۹۸	۹۸/۸۷
۶		۲۰۱۸/۰۸/۱۶	۰/۹۸	۹۹/۶۵

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

جدول ۵- توزیع میانگین دما در کاربری اراضی

ردیف	نام ماهواره	سال	کاربری	میانگین دما	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
			مسکونی	۲/۵۱	۶۴/۷۰۹	۱۶/۸۹
۱		۲۰۱۰/۰۱/۰۶	اراضی باغی و پوشش گیاهی	۶/۵۳	۱۷۱/۱۸۸	۴۴/۶۹
	لندست ۷		اراضی زراعی و بایر	۷/۲۷	۱۴۷/۱۵۵	۳۸/۴۲
			مسکونی	۳۲/۹۰	۶۵/۶۳۴	۱۷/۱۱
۲		۲۰۱۰/۰۸/۱۸	اراضی باغی و پوشش گیاهی	۳۰/۳۲	۱۶۶/۹۶۲	۴۳/۵۳
			اراضی زراعی و بایر	۳۹/۱۹	۱۵۰/۷۵۷	۳۹/۳۶
			مسکونی	۰/۵۱	۸۰/۴۲۹	۲۱/۰۰
۳		۲۰۱۵/۰۲/۱۳	اراضی باغی و پوشش گیاهی	۷/۰۶	۱۵۳/۴۲۰	۴۰/۰۵
			اراضی زراعی و بایر	۵/۷۹	۱۴۹/۲۲۴	۳۸/۹۵
			مسکونی	۳۳/۰۷	۸۰/۶۸۴	۲۱/۰۶
۴		۲۰۱۵/۰۸/۲۴	اراضی باغی و پوشش گیاهی	۳۱/۱۷	۱۴۶/۴۴۶	۳۸/۲۳
			اراضی زراعی و بایر	۳۸/۲۵	۱۵۵/۹۵۲	۴۰/۷۱
	لندست ۸		مسکونی	۱/۱۱	۸۶/۳۷۹	۲۲/۴۳
۵		۲۰۱۸/۰۲/۰۵	اراضی باغی و پوشش گیاهی	۹/۴۳	۱۵۱/۷۵۱	۳۹/۴۱
			اراضی زراعی و بایر	۷/۴۹	۱۴۶/۹۵۲	۳۸/۱۶
			مسکونی	۳۵/۱۷	۸۸/۸۸۹	۲۳/۲۰
۶		۲۰۱۸/۰۸/۱۶	اراضی باغی و پوشش گیاهی	۲۹/۹۳	۱۵۵/۱۲۰	۴۰/۴۹
			اراضی زراعی و بایر	۳۶/۶۹	۱۳۹/۰۷۵	۳۶/۳۰

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

مسکونی با متوسط دمای $33/07$ درجه سانتی‌گراد $21/06$ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. این مقدار برای سال 2018 به ترتیب برابر با $35/17$ و $23/20$ است. بنابراین در سری زمانی مورد مطالعه دما از سال 2010 تا 2018 در مناطق مسکونی $2/27$ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است و مساحت این مناطق نیز از سال 2010 تا 2018 افزایش $6/09$ درصدی را نشان می‌دهد (جدول ۵).

برای استخراج کاربری اراضی از روش ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است و کاربری‌های مسکونی، اراضی باغی، پوشش گیاهی و اراضی زراعی و بایر از ماهواره لندست ۷ و ۸ استخراج شده است که بیشترین دقت کلی و ضریب کاپا به ترتیب $99/65$ و $0/98$ درصد برای سال 2018 فصل گرم است (جدول ۴). در فصل گرم در سال 2010 اراضی مسکونی با متوسط دمای $32/90$ درجه سانتی‌گراد $17/11$ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. در سال 2015 اراضی

جدول ۶- رابطه بین پوشش زمین و دمای سطح در محدوده مورد مطالعه

ردیف	سال	فصل	ضریب همبستگی
۱	۲۰۱۸/۰۸/۱۶	زمستان	۰,۵۶۸
	۲۰۱۸/۰۲/۰۵	تابستان	-۰,۴۶۲
۲	۲۰۱۸/۰۲/۱۳	زمستان	۰,۴۶۳
	۲۰۱۸/۰۸/۲۴	تابستان	-۰,۶۰۶
۳	۲۰۱۸/۰۱/۰۶	زمستان	۰,۵۶۸
	۲۰۱۸/۰۸/۱۸	تابستان	-۰,۷۵۵

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

$43/53$ درصدی و اراضی بایر و زراعی دارای مساحت $39/36$ درصدی هستند که این مقادیر در سال 2018 به ترتیب برابر با $40/49$ و $36/30$ درصد است یعنی روند کاهشی را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اراضی باغی و زراعی در نتیجه افزایش مناطق مسکونی و گسترش شهری روند کاهشی داشتند و افزایش جمعیت و افزایش استفاده از وسیله نقلیه و وسایل گرمایی در سطح شهر پدیده جزایر حرارتی را در کلانشهرهای کشور از جمله شهر ارومیه سبب شده است. همچنین در همه دوره‌های مورد بررسی رابطه معناداری بین پوشش اراضی و دمای سطح وجود دارد که این امر بیانگر تاثیر مستقیم پوشش اراضی بر شکل‌گیری جزایر حرارتی در شهرها می‌باشد.

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق پژوهش: در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.
حامی مالی: هزینه‌های مطالعه حاضر توسط نویسندگان مقاله تأمین شد.

تعارض منافع: بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

- Amiri, Reza; Ali Mohammadi, Abbas; Alavi Panah, Seyed Kazem; Aman Elahi, Abbas. (2007). "Study of Spatio-Temporal Variability of Heat Related to Land Use / Coverage in Tabriz Urban Area Using Landsat Thermal and Reflective Data

نتیجه‌گیری:
رشد سریع شهر نشینی و افزایش جمعیت شهر ارومیه سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در وضعیت کالبدی و طبیعی شهر شده است. این افزایش و گسترش روند شهرنشینی بر بعضی از کمیت‌های هواشناختی نیز تأثیر گذاشته است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که دمای در مناطق مسکونی در سال 2010 در فصل گرم برابر با $32/90$ درجه سانتی‌گراد بوده که این مقدار در سال 2018 به سانتی‌گراد $35/17$ رسیده است یعنی $2/27$ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است این در حالی است که مساحت مناطق مسکونی نیز روند افزایشی را نشان می‌دهد و $6/09$ درصد افزایش داشته است. اراضی باغی و اراضی بایر نیز در سال 2010 دارای متوسط دمای $30/32$ و $39/19$ می‌باشند که این مقادیر برای سال 2018 به ترتیب برابر با $29/93$ و $36/69$ درجه سانتی‌گراد است. اراضی بایر به دلیل کمبود رطوبت و نبود پوشش گیاهی در فصل گرم و سرد سال گرمتر از سایر مناطق می‌باشند ولی در رابطه با اراضی مسکونی و باغی می‌توان گفت که اراضی باغی با توجه به تراکم پوشش گیاهی دمای کمتری را نسبت به مناطق مسکونی دارند.

در سال 2010 از نظر مساحت نیز اراضی بایر و باغی دارای مساحت بیشتری نسبت به سال 2018 هستند به طوری که در سال 2010 اراضی باغی و پوشش گیاهی دارای مساحت

References:

- Alavi Panah, Seyed Kazem (2008). *Thermal Remote Sensing and its Application in Earth Sciences, First Edition*, University of Tehran Press, Tehran.

- and Geographic Information Systems in Natural Resources (Application of Remote Sensing and GIS in Natural Sciences), Volume 5, Number 4. Pp. 14-1.
- Moradi, Farzad; Saei Mehraban, Reza; Sar karGar ardakani, Ali (2014); "Land Surface Temperature Monitoring (LST) Using MODIS Imaging, Case Study of Tehran Province." Tehran Geomatics Conference.
- Nileye Borojeni, Marzieh, Ahmadi Nodoushan, Mojgan, Foroughi Abri Maryam (2016). "Monitoring of ground surface temperature in Isfahan city using remote sensing and its relation with NDVI index". 6th National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources.
- Osuna, E., Freund, R. and Gironi, F. (1997): SUPPORT VECTOR MACHINES: TRAINING AND APPLICATION, A.I. Memo 1602, MIT A. I. Lab.
- Rezaei Rad, Hadi Rafteian, Mojtaba (2016). Estimation of spatio-temporal variations in heat intensity of Tehran metropolitan island using satellite images LANDSAT8 and ASTER. Regional Planning Quarterly. Volume 7, Number 27. 47-60.
- Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. (1974): Harlan, J.C. MONITORING THE VERNAL ADVANCEMENT AND RETROGRADATION (GREENWAVE EFFECT) OF NATURAL VEGETATION: Texas A & M University, Remote Sensing Center.
- Sadeghi Hosseini, Alireza, Akbari Bidokhti, Abbas Ali; RanjbarSadat Abadi, Abbas. (2017). "Effects of heat island and urbanization on local weather and climate in Tehran metropolis based on Mehrabad and Varamin data". Journal of Environmental Studies, Volume 32, Number 39, pp. 68-59.
- Shamsipour, Ali Akbar; Azizi, Qasim; Karimi Ahmabad, Mustafa; Mogbel, Masoumeh. (2013). "Behavioral Measurement of Temperature Patterns of Different Physical Surfaces in Urban Environment (Case Study: Tehran City)". Geography and Sustainability, Volume 3, Number 6, pp. 86-67.
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004): LAND SURFACE TEMPERATURE RETRIEVAL FROM LANDSAT TM 5. Remote Sensing of environment, 90(4). pp: 434-440.
- Song,y. & Wu,c. (2016): EXANINING THE IMPACT OF URBAN BIOPHYSICAL COMPOSITION AND NEIGHBORING ENVIRONMENT ON SURFACE URBAN HEAT ISLAND EFFECT. Advances in space research, 57(1), pp: 96-109.
- Statistical Yearbook of West Azerbaijan Province, (2016). Management and Planning Organization of West Azerbaijan Province.
- Tardy, B., Rivalland, V., Huc, M., Hagolle, O., Marcq, S., & Boulet, G. (2016): A SOFTWARE TOOL FOR ATMOSPHERIC CORRECTION TM and ETM +". Environmental Studies, Volume 33, Number 34. Pages 120-107.
- Arvin, Abbas Ali, (2019). "Detecting Surface Temperature Using Satellite Images", Journal of Natural Hazards, Volume 8, Number 19, pp. 91-102.
- Asghari Saraskanrood, Sayyad, Imami, Hadi. (2018). "Monitoring the Land Surface Temperature and Investigating the Relationship between Land Use and Surface Temperature Using OLI and ETM + Sensors Case Study: (Ardabil City)". Applied Research in Geographical Sciences (Science Geography): Summer 1398, Volume 19, Number 53, pp. 195-15.
- Burges, C.J.C. (1998): A TUTORIAL ON SUPPORT VECTOR MACHINES FOR PATTERN RECOGNITION, Data mining and knowledge discovery, 2, pp:121-158.
- Coppola, E. and F. Giorgi, (2010): AN ASSESSMENT OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION CHANGE PROJECTIONS OVER ITALY FROM RECENT GLOBAL AND REGIONAL CLIMATE MODEL SIMULATIONS. International Journal of Climatology, 30, pp: 11-32.
- Eastman, J. R. (2006): IDRISI ANDES. GUIDE TO GIS AND IMAGE PROCESSING. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA.
- Feizizadeh, Bakhtiar, Dideban, Khalil Gholamnia, Khalil. (2016). "Estimation of Ground Temperature Using Landsat 8 Satellite Images and singly Window Algorithm (Case Study: Mahabad Watershed)". Sepehr Geographical Information Journal. Volume 25, Number 98. Pp. 181-171.
- Frumkin, H. (2002): URBAN SPRAWL AND PUBLIC HEALTH, PUBLIC HEALTH REPORT, DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH", Rollins School of Public Health of Emory University, Atlanta.
- Gates, D.M.; Keegan, H.J.; Schleter, J.C.; Weidner, V.R. (1965): SPECTRAL PROPERTIES OF PLANTS. Applied optics. 4(1). pp:11-20.
- Hashemi Dareh Badami, Cyrus : Khazaei, Ali : Alavi Panah, Seyyed Kazem (2015). "Effect of Reflective Roofs on Reducing the Effect of Urban Heat Island Using Satellite Images (Case Study :Kermanshah City)". Regional Urban Studies and Research, Seventh Year, No. 25, pp. 18-1.
- Latif, M.S. (2014): LAND SURFACE TEMPERATURE RETRIEVAL OF LANDSAT-8 DATA USING SPLIT WINDOW ALGORITHM-A CASE STUDY OF RANCHI DISTRICT. International Journal of Engineering Development and Research, 2(4), pp.2840-3849.
- Matkan, Ali Akbar; Noahe ghar, Ahmad; Mirbagheri, Babak; Turkchin, Nahid (2014). "Analysis of Land Use Role in Formation of Thermal Islands Using ASTER Multi-Time Data (Case Study: Bandar Abbas City)". Remote Sensing

AND SURFACE TEMPERATURE ESTIMATION OF LANDSAT INFRARED THERMAL DATA. *Remote Sensing*, 8(9). pp: 696-720.

- Vapnik, V.N. (1995): *THE NATURE OF STATISTICAL LEARNING THEORY* (New York: Springer Verlag).

- Weng Q, Lu D and Schubring J (2004): ESTIMATION OF LAND SURFACE TEMPERATURE-VEGETATION ABUNDANCE RELATIONSHIP FOR URBAN HEAT ISLAND STUDIES. *Remote Sensing Environ.* 89(4). pp: 467-483.

