Journal of Urban Environmental Planning and Development
Vol 2, No 6, Summer 2022
p ISSN: 2783-3496 - e ISSN: 22783- 3909
http://juep.iaushiraz.ac.ir/

DOI: 10.30495/juepd.2022.689336
DOR: 20.1001.1.27833496.1401.2.6.6.1

Research Paper

Investigating the role of urban growth pattern in creating thermal islands in cities (Case study: Sari city)

Amir Bakhshi: [1] Assistant Professor of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran
Seyed Hassan Rasouli: PhD Student, Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Iran
Nima Rahimi: M.Sc., Geography and Urban Planning, Payame Noor University of Tehran, Iran

Received: 2021/11/02 PP: 77- 94 **Accepted:** 2021/12/07

Abstract

This study examines the role of urban growth pattern in the creation of thermal islands in cities (Case study: Sari city), the type of expansion of Sari city and then the characteristics of the city's thermal zones and identifies its relationship with the formation of urban thermal islands. The unplanned and increasing expansion of cities over the past half century has led to environmental problems. These environmental problems can endanger the quality of life of citizens and consequently their health. One of these problems is the phenomenon of urban heat islands. Urban heat islands are a phenomenon in which the temperature of some areas is higher than other neighboring areas. This phenomenon can be the result of the scattered growth of cities as well as the unplanned and vertical growth of some urban areas. Urban heat islands in different areas can have negative consequences; The first is the issue of human health that the presence of thermal islands in cities causes a phenomenon of lack of temperature comfort and also exacerbates air pollution, a phenomenon with which we are often involved in Iranian cities. This research is analytical, but it should be added that it will be practical in terms of purpose. In the practical dimension, the results can be used in urban decision-making and planning. Landsat 8 satellite data was used for this study. In this regard, after preparing the images, the temperature map of Sari city is prepared using remote sensing techniques and GIS software, and then the thermal islands are extracted. Similarly, the vegetation and land map will be prepared and the Shannon entropy coefficient and building density and population will be calculated and compared with urban heat islands. The results of this study show that the formation of thermal islands in the city of Sari depends on both types of urban growth and the creation of thermal zones has a significant relationship with the type of land cover, population density and construction. Also, most of the current thermal areas of Sari include areas that have been added to the city in recent decades. Also, in order to prevent the formation of new thermal zones and control the growth of existing thermal zones, according to the thermal characteristics of each zone, suggestions are presented.

Keywords: Urban growth pattern, thermal islands of cities, Sari city.

Citation: Amir Bakhshi, Seyed Hassan Rasouli, Nima Rahimi (2021): **Investigating the role of urban growth pattern in creating thermal islands in cities (Case study: Sari city),** Journal of Urban Environmental Planning and Development, Vol 2, No 6, Shiraz, PP 77- 94.

[1] . Corresponding author: Amir Bakhshi, Email: Amirbakhshi62@gmail.com, Tell: +989111265473

Extended Abstract

Introduction:

Given the growing population and involuntary migration to cities on the one hand and changing land cover on the other hand, the discussion of urban management and planning to control the existing problems is necessary and undeniable. It is necessary to achieve a comprehensive and complete plan for management, to have assumptions and predictions about the future, part of which can be achieved with urban development models. One of the consequences of this urban sprawl is rising temperatures. With the expansion of the city and urban planning after the 1930s, especially after World War II, local climate change occurred in the city. Humans, with the changes they make in their habitat, have created conditions that change the climate of cities and the temperature of the air. The expansion of cities and urbanization in large cities on the one hand, the scattered constructions on the outskirts of small cities on the other hand, as well as the growth of large industrial activities, have caused changes in the climate of urban areas. One of the effects of this urban climate change has been the emergence of a phenomenon called "urban heat islands". The present study deals with the causes of this phenomenon in the city of Sari and sees the reasons for its unplanned expansion of cities. To study this category, 8 thermal islands in Sari city are first identified using Landsat satellite images and two branches of cold thermal islands and warm thermal islands are divided. Then, the physical characteristics of those areas are studied with two approaches of horizontal expansion and vertical expansion to determine the effect of the type of growth of the areas on the formation of urban thermal islands.

Methodology:

This research is analytical method, but it should be added that in terms of purpose will be applied. In the applied dimension, the results can be used in decision-making and urban planning. Landsat 8 satellite data was used for this research. In this regard, first, after preparing the images, the temperature map of Sari city is prepared using remote sensing techniques and GIS software, and then the thermal islands are extracted. In the same way, a map of vegetation and land cover will be prepared and also Shannon entropy coefficient and building and population density will be calculated and compared with urban thermal islands.

Results and discussion:

The results of this study show that the formation of thermal islands in the city of Sari is dependent on both types of urban growth and the creation of thermal zones has a significant relationship with the type of land cover, population density and construction. Also, most of the current thermal areas of Sari include areas that have been added to the city in recent decades. Also, in order to prevent the formation of new thermal zones and control the growth of existing thermal zones, according to the thermal characteristics of each zone, suggestions are presented.

Conclusion:

According to the results of the research, the expansion of cities can intensify urban thermal islands both horizontally and vertically. The expansion of cities horizontally destroys the pristine green areas around, including agricultural lands, gardens and forests, and by changing the vegetation to man-made cover, the heat from the sun remains more on the surface of the earth and causes warmer Becomes the city level. The vertical growth of the city can also lead to the formation of urban heat islands in two ways. The first case is the creation of urban valleys. This means that with the construction of heights and non-compliance with the withdrawal criteria of the master plan and other upstream documents, the proportion of the passage and the building is disturbed and causes trapping of heat from the sun, which increases the effects of urban heat islands. The second case shows its increase in population. With the increase of construction and height in urban areas, the population of the areas has increased and the amount of man-made heat production has increased. This heat can be caused by cooling appliances, cars as well as high electricity consumption. This heat itself intensifies the formation of thermal islands and also reduces the quality of life in Sari. Scattered urban growth is directly related to the formation of urban thermal islands. The scattered effect of the surface is such that this type of growth causes unintentional addition of areas to the city, and this created margin gradually becomes a part of the city with a cheap price that is attractive to the residents of the surrounding villages. And those who intend to live in the city. Thus, areas of the city that have recently and unintentionally been added to the city, with their uneven growth, cause the formation and intensification of urban heat islands. The type of land cover, depending on its type, can affect urban heat islands. Vegetation can reduce urban heat islands and anthropogenic cover can increase the intensity of thermal islands. We used two methods to study this category in Sari. After determining the

urban thermal zones and building density of each of the thermal zones of Sari, by examining the correlation between these two characteristics, it was found that increasing building density leads to the formation of urban thermal islands and this relationship is significant and positiveThe result of this correlation showed that population density and intensity of urban heat islands have a significant and strong relationship with each other. This means that as the population of the areas increases, the intensity of the thermal islands in them increases.

فصلنامه برنامه ریزی و توسعه محیط شهری

دوره ۲، شماره ۶، تابستان ۱۴۰۱

شاپا چاپی: ۳۴۹۶- ۲۷۸۳- شاپا الکترونیکی: ۳۹۰۹- ۲۷۸۳

http://juep.iaushiraz.ac.ir/

DOI: 10.30495/juepd.2022.689336

DOR: 20.1001.1.27833496.1401.2.6.6.1

مقاله پژوهشی

بررسی نقش الگوی رشد شهری در ایجاد جزایر حرارتی در شهرها (نمونه موردی: شهر ساری)

امیر بخشی[۱]: استادیار گروه جغرافیا دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

سیدحسن رسولی: دانشجوی دکتری، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، ایران

نیما رحیمی: کارشناسی ارشد، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه پیام نور تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۹ **صص** ۹۴- ۷۷ **پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۲/۱۷

چکیده

این تحقیق با بررسی نقش الگوی رشد شهری در ایجاد جزایر حرارتی در شهرها (مطالعه مورد: شهر ساری)، نوع گسترش شهر ساری و سپس ویژگی‌های نواحی حرارتی شهر را بررسی می‌کند و رابطه آن با تشکیل جزایر حرارتی شهری را شناسایی می‌کند. گسترش بی‌برنامه و روزافزون شهرها در طول نیم قرن گذشته، موجب پدید آمدن مشکلات محیط زیستی شده است. این مشکلات محیط زیستی می‌تواند کیفیت زندگی شهروندان و در نتیجه سلامت آن‌ها را به خطر بیندازد. یکی از این مشکلات پدیده جزایر حرارتی شهری می‌باشد. این پدیده می‌تواند حاصل رشد پراکنده شهرها و همچنین رشد بی‌برنامه و عمودی برخی نواحی شهری باشد. جزایر حرارتی شهری در حوزه‌های مختلف می‌تواند پیامدهای منفی داشته باشد؛ اول موضوع سلامت انسان است که وجود جزایر حرارتی در شهرها موجب پدیده‌ی نبود آسایش دمایی آنها می‌شود همچنین موجب تشدید آلودگی هوا می‌شود، پدیده‌ای که در شهرهای ایران زیاد با آن درگیر هستیم. این تحقیق از نوع تحلیلی است، اما باید افزود که از نظر هدف کاربردی خواهد بود. در بعد کاربردی نیز می توان از نتایج در تصمیم گیری و برنامه ریزی شهری استفاده کرد. برای این تحقیق از داده های ماهواره لندست ۸ استفاده شد. در این راستا ابتدا پس از تهیه تصاویر، نقشه دمایی شهر ساری با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و نرم افزار GIS تهیه و سپس جزایر حرارتی استخراج می شود. به همین ترتیب نقشه پوشش گیاهی و اراضی تهیه و ضریب آنتروپی شانون و تراکم ساختمان و جمعیت محاسبه و با جزایر حرارتی شهری مقایسه خواهد شد . نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شکل‌گیری جزایر حرارتی در شهر ساری وابسته به هر دو نوع رشد شهر می‌باشد و ایجاد نواحی حرارتی با نوع پوشش زمین، تراکم جمعیتی و ساختمانی رابطه معناداری دارد. همچنین اکثر نواحی حرارتی فعلی شهر ساری شامل نواحی می‌باشد که در دهه‌های گذشته به شهر اضافه شده‌اند. همچنین به منظور جلوگیری از شکل‌گیری نواحی حرارتی جدید و کنترل رشد نواحی حرارتی فعلی، با توجه به ویژگی‌های حرارتی هر ناحیه، پیشنهاداتی ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: الگوی رشد شهری، جزایر حرارتی شهرها ، شهر ساری.

استناد: بخشی، امیر، رسولی، سید حسن و نیما رحیمی (۱۴۰۱): **بررسی نقش الگوی رشد شهری در ایجاد جزایر حرارتی در شهرها (نمونه موردی: شهر ساری)**، فصلنامه برنامه ریزی و توسعه محیط شهری، سال ۲، شماره ۶، شیراز، صص ۹۴- ۷۷.

[۱] . نویسنده مسئول: امیر بخشی، پست الکترونیکی: Amirbakhshi62@gmail.com ، تلفن: ۰۹۱۱۱۲۶۵۴۷۳

مقدّمه :

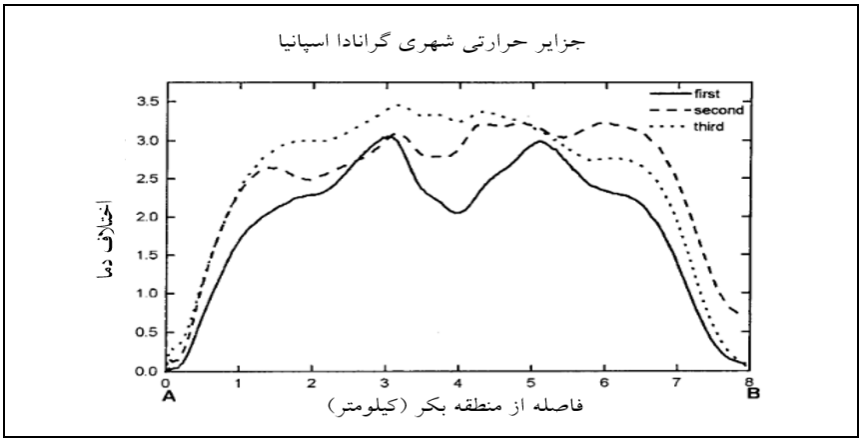
تغییرات آب و هوایی یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی است که جهان با آن روبروست. این تغییرات نتیجه نیروهایی است که بشر هدایت گر آن بوده است. مواردی از قبیل مصرف بی حد و اندازه‌ی انرژی و تغییرات برنامه ریزی نشده در کاربری اراضی و تبدیل بسیاری از محیط های طبیعی به مناطق ساخته شده به دست بشر که سبب شده تا این پدیده در راستای نابودی محیط زیست انسان بر روی این سیاره گام بردارد. بر همین اساس، جهان به سبب افزایش گازهای گلخانه ای که خود زاده‌ی زندگی شهری رو به رشد ماست، در حال گرم و گرم تر شدن است و این امر سبب تهدیدی جدی برای محیط زیست و انسان شده است. (UN- habitant, 2011:107). تشکیل جزایر حرارتی شهری پدیده ایست معمول که در آن دمای مناطقی از شهر چند درجه گرم‌تر از مناطق اطراف می‌شود. از علل این موضوع می‌توان به تغییر در سطوح زمین (مانند سنگفرش یا آسفالت کردن)، بلندمرتبه سازی(موجب کاهش جریان هوا در سطح شهر می‌شود) (Nina Schwarz, 2012:695). و همچنین تردد بیش از حد وسایل نقلیه حاوی سوخت‌های فسیلی اشاره کرد. (RIZWAN Ahmed Memon, 2008:122) از اولین اثرات پیدایش جزایر حرارتی شهری مصرف بی رویه انرژی‌های برق و آب علی الخصوص در ماه‌های گرم سال می‌باشد. (Gertrud Hatvani-Kovacs 2016:320) دمای سطح زمین (LST) از اصلی‌ترین شاخص‌های تعادل انرژی کره زمین و تاثیرگذار در حیات انسان می‌باشد. زیرا تمامی فعالیت‌های بشری، مستقیم و غیرمستقیم، با دمای هوا ارتباط دارد.(Jinqu Zhang, 2006:1797). جزایر حرارتی شهری به طور کلی باعث ایجاد شرایط عدم آسایش حرارتی شهروندان، تهدید سلامت عمومی، افزایش مصرف انرژی و آلودگی‌های زیست محیطی می‌شوند. بنابراین با توجه به اینکه در حال حاضر بیش از ۵۴٪ از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند و بنا به آمار و پیش‌بینی های سازمان ملل این رقم تا سال ۲۰۵۰ به ۶۶٪ خواهد رسید (United Nation, 2014). تاثیرات منفی تشکیل و گسترش جزایر حرارتی دیگر مسئله قابل چشم پوشی و اغماض نمی‌باشد (Khodakarami, 2016: 35). شهری شدن سریع مناطق حاشیه‌ای شهر ساری و همچنین افزایش تراکم مناطق مرکزی شهر تاثیر قابل توجهی بر آب و هوای محلی، محیط زیست و کیفیت زندگی ساکنان می‌گذارد (Esfandiari Jelodar, 2013, 23). گرم تر شدن فضای شهری یکی از تاثیرات این نوع توسعه غیرپایدار می‌باشد(jianguo wu, 2014:218) افزایش جمعیت شهر ساری در دهه‌های گذشته باعث افزایش ساخت و سازهای بی‌رویه و بی‌برنامه، تغییر در مدل فیزیکی شهر و گسترش آن در جهت‌های مختلف شده است. بررسی میزان تراکم جمعیت در شهر ساری نشان میدهد که در سال ۱۳۳۵ ، نسبت آن ۲۳۸.۸ نفر در هکتار بوده است اما با توجه به رشد شدید مساحت روند تراکم این شهر، نزولی بوده و به تدریج در دهه های بعد کاهش یافته است؛ به طوری که میزان آن به ۷۱.۳ نفر در هکتار در سال ۱۳۷۵ رسیده است. البته، در دهه آخر تراکم جمعیت به دلایل گوناگون از جمله به بن بست رسیدن رشد شهر با توجه به استفاده از سیاست‌های بلندمرتبه‌سازی و همچنین کاهش مهاجرت‌ها به سمت شهر ساری کمی افزایش یافته است به طوری که در سال ۱۳۹۵ این نسبت به ۹۰.۵ نفر در هکتار رسیده است. (Lahmian, 2017: 115). گسترش فیزیکی باعث ایجاد تغییرات زیادی در کاربری اراضی شهری و کاربری‌های کشاورزی اطراف شهر شده است. مساحت پوشش سرزمین در بخش مسکونی از ۱۴۴۰ هکتار در سال ۱۳۷۱ به ۱۸۵۳ هکتار در سال ۱۳۸۱ و به ۲۱۴۷ هکتار در سال ۱۳۸۹ رسیده است. این در حالی است که مساحت پوشش سرزمین در بخش فضای سبز طی این سال ها از ۱۵۲۶۹ هکتار به ۱۴۷۱۳ هکتار کاهش یافته و دلیل آن رشد بی قواره شهر و تغییر کاربری زمین‌های اطراف شهر ساری از کشاورزی به مسکونی می‌باشد. (Asgarian, 2013: 20) همچنین جنگل زدایی در جنوب شهر ساری موجب افزایش دمای ۳ درجه‌ای در ۲۳ سال گذشته شده است. این موضوع مشکلاتی از قبیل ناسازگاری در کاربری‌ها، آشفتگی محیط شهری و افزایش دمای سطح را به همراه داشته است (Mirmansouri, 2016: 3). لذا جهت انجام فرآیند برنامه‌ریزی شهری اهمیت مطالعه روی نحوه‌ی گسترش فیزیکی شهر، تغییرات کاربری اراضی و در نتیجه روند تغییرات دمایی سطح ناشی از آن نمایان گردد. تصاویر سنجش از دور به دلیل پوشش وسیع و به‌هنگام بودن و همچنین دقت بالا ابزار مناسبی برای تهیه نقشه‌های حرارتی سطح هستند. عدم دسترسی به داده‌های مکانی از یک طرف و تنوع زیاد پوشش اراضی در محیط های شهری از طرف دیگر امکان استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور را در بر می‌آورد و تعیین دمای سطح زمین را بیش از پیش مطرح می‌سازد. در این تحقیق سعی شده نوع گسترش اراضی شهری و برنامه ریزی کاربری زمین توسط برنامه‌ریزان شهری به گونه‌ای شود که تشکیل جزایر حرارتی و اثرات آن را به حداقل برساند. این پژوهش در پی آن است که با بررسی میزان تاثیرگذاری عوامل به وجود آورنده‌ی پراکنده رویی بر ایجاد جزایر حرارتی شهری فرمی پایدار برای توسعه‌ی شهر ساری ارائه دهد.

- چه رابطه‌ای مابین توسعه پراکنده شهری و جزایر حرارتی شهری وجود دارد؟
- رشد پراکنده شهر ساری چگونه در حوزه و نواحی مختلف شهری موجب افزایش دمای سطح زمین و تشکیل جزایر حرارتی شهری می‌شود؟

- نقش پوشش گیاهی در حوزه و نواحی مختلف شهر ساری در روند ایجاد جزایر حرارتی شهر چگونه است؟
- چه رابطه ای میان تراکم ساختمانی و تراکم جمعیتی و دما در نواحی شهر ساری وجود دارد؟

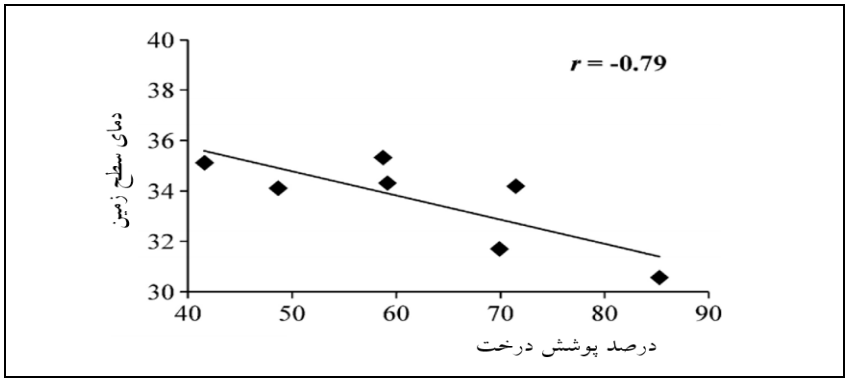
پیشینه و مبانی نظری تحقیق:

جزایر حرارتی شهری مدت زیادی است که هدف مطالعاتی سایت‌های ویژه تحقیقاتی است. هاورد اولین فعالیت خود را تحت عنوان اقلیم لندن بر پایه مشاهدات هواشناسی در سال ۱۸۱۳ منتشر کرد. پس از او، حدود ۳۰ سال بعد، چندلرز مطالعاتی را تحت عنوان اقلیم لندن بر پایه مشاهدات هواشناسی در سال ۱۸۴۳ منتشر کرد اما مطالعه جزایر حرارتی شهری به وسیله داده‌های سنجش از راه دور ابتدا با استفاده از داده‌های ماهواره NOAA انجام شد. رائو (۱۹۷۲) مناطق شهری را از طریق تجزیه و تحلیل تصاویر مادون قرمز حرارتی شناسایی کرد. ژانگ چائو، چو شوژن در سال ۱۹۸۲ به مطالعه‌ی تاثیرات جزایر حرارتی شهر شانگهای پرداختند. در مطالعه‌ای که در شهر گرانادا در اسپانیا صورت گرفته تحقیقات میدانی نشان داد که شدت جزیره حرارتی در مناطق توسعه یافته و متراکم بیشتر از مناطق با تراکم و جمعیت کمتر است. تصویر زیر نتیجه برداشت های میدانی از محیط های شهری و زمین های بکر یا روستایی اطراف آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱: جزایر حرارتی شهری شهر گرانادا- ماخذ: (Montavez 2000)

همانطور که در این تصویر دیده می‌شود، سه برداشت انجام شده در شب‌های یکسان در فصل زمستان نشان می دهد که چگونه شدت جزیره حرارتی از مناطق بکر اطراف شهر (نقطه A) به سمت مناطق شهری بخصوص میانه مسیر (مراکز شهری) افزایش می‌یابد (Montavez 2000). در مطالعه‌ی دیگری که در سال ۲۰۱۳ در رابطه با کاهش اثر جزایر حرارتی ایجاد شده در سطوح شهری انجام گردید، نقش درختان موجود در فضای شهری در کاهش این پدیده سنجیده شد. در این نمودار با توجه به وجود ارتباط منفی قوی (ضریب همبستگی-۷۹/۰) بین درصد پوشش گیاهی و میانگین دمای سطوح، نقش بسیار مهم درختان متراکم در کاهش دمای سطوح مشخص می‌شود(Yung sung,2013).



شکل ۲- رابطه میان پوشش سبز و دمای سطح زمین- ماخذ:(Yung sung,2013)

سپس بیان‌های و سان ییمن در سال ۱۹۸۸، تاثیرات جزایر حرارتی شهری در تیانجین را بررسی کردند. روث و همکارانش(۱۹۸۹) با استفاده از داده‌های AVHRR نشان دادند که جزایر حرارتی شهری به نوع کاربری زمین وابسته است. گالو و همکارانش (۱۹۹۳) نیز بیان نمودند که شاخص‌های گیاهی، رابطه خطی با تفاوت دمای شهر و روستا دارد. پریچهر مصری علمداری و سید حسن رسولی (۱۴۰۰) مقاله

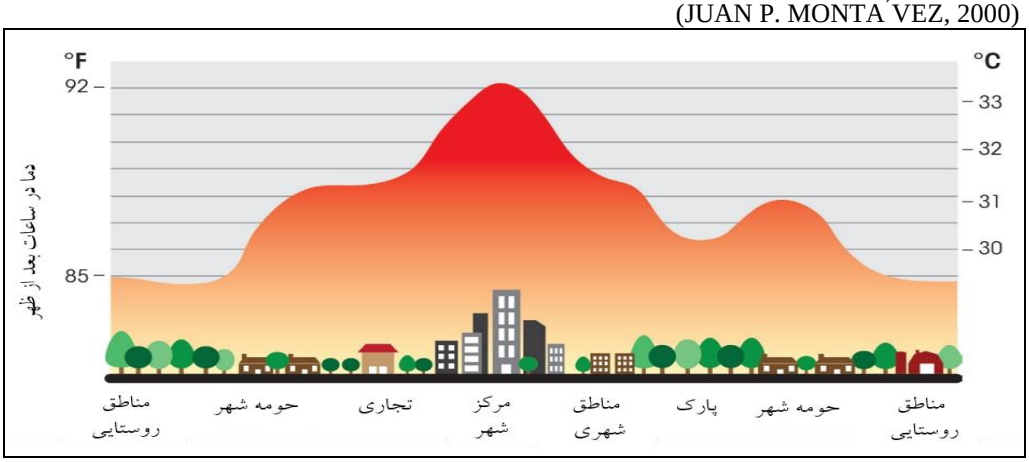
تحت عنوان تحلیل تأثیر تغییرات اقلیم شهری بر میزان توزیع فضایی جمعیت با تأکید بر جزایر حرارتی نمونه موردی: شهر ساری پرداخته شده است . یافته‌ها نشان می‌دهد که ارتباط مستقیمی میان شاخص توزیع فضایی جمعیت در نواحی و بیشینه جزایر حرارتی در شهر ساری وجود دارد به طوری که هر ناحیه که توزیع فضایی جمعیت زیاد بوده است، میزان جزایر حرارتی نیز متوسط رو به بالا بوده است. لذا در جهت رفع معضلات ناشی از بروز جزایر حرارتی در شهر لازم است تا به مقوله توزیع فضایی جمعیتی شهر در برنامه‌ریزی جهت طرح‌های توسعه شهری توجه بیشتری شود. در سال ۱۳۸۹، رمضانی و دخت محمد برای شهر رشت تحقیق کردند که اختلاف دمایی معادل ۵ تا ۶/۴ درجه سانتی گراد بین مرکز جزیره گرمایی با نواحی اطراف در شرایط حداقل دمایی و اختلاف دمایی بین ۳ الی ۵/۶ سانتی‌گراد در شرایط دمایی بیشینه به وجود می‌آید. همچنین رنگزن و دیگران (۱۳۸۹) برای شهر اهواز تحلیل نمودند که جزایر حرارتی به طور عمده ناشی از زمین‌های بایر و محدوده‌های صنعتی است. در این مطالعه نیز سعی می‌شود، با استفاده از تصاویر حرارتی Landsat، به بررسی رابطه میان پوشش گیاهی، پوشش زمین و رشد افقی شهر، تراکم ساختمانی و جمعیتی با جزایر حرارتی در شهر ساری ارائه شود. نظریان و دیگران(۱۳۸۶) با استفاده از روشی جدید که مبتنی بر داده‌های اپتیکی و خرارتی سنجش از دور بود، نقشه درجه حرارت سطح شهر تهران و توزیع آلاینده CO را بر روی این شهر تهیه کردند و شرایط مورفولیژیکی موثر در کیفیت هوای شهر را مطالعه نمودند. آخوندزاده و سراجیان (۱۳۸۶)، نشان دادند که تصاویر چند طیفی ASTER نیز می‌توانند به عنوان ابزار مفیدی جهت نمایش تجزیه و تحلیل منابع و اثرات انرژی در محیط‌های شهری در ایران به کاررروند. شکیبا و همکاران(۱۳۸۸) نیز بیان نمودند که سطوح نفوذناپذیر از طریق جذب و ذخیره انرژی خورشیدی اثر گرمایش دارند، درحالی که پوشش گیاهی از طریق ایجاد توازن گرمایی به وسیله تبخیر و تعریق و تولید سایه دارای اثر خنک کننده‌اند. لین لیو و یوانژی ژانگ(۲۰۱۱) ، تحلیل کردند که همبستگی منفی میان LST و NDVI، و همبستگی مثبت بین LST و NDBI وجود دارد. امیری و همکاران در سال ۲۰۰۷ به بررسی تغییرپذیری فضایی زانی حرارت در زمینه کاربری زمین شهر تبریز پرداختند و نتیجه گرفتند که کاربری مسکونی گرم‌ترین کلاس کاربری در سال ۱۹۸۸ بوده استدر حالی که در سال‌های ۲۰۰۱ و ۱۹۸۹ زمین بیار گرم‌ترین کلاس کاربری بوده‌اند. اکبری در سال ۲۰۰۰ نشان داد که کاربری‌های متفاوت دارای میانگین حرارتی متفاوت هستند. در تحقیقات شیائو و همکارانش (۲۰۰۵)، نیز نشان داده شد که شدت جزایر حرارتی در مناطق با سرعت شهرنشینی بالا بسیار بیشتر از سایر مناطق بوده است. در سال ۲۰۰۶، کرین و شیان به بررسی ارتباط میان داده‌های مادون قرمز حرارتی با پوشش نفوذناپذیر پرداختند. یک سال بعد ونگ و همکاران بیان کردند که میزان دما رابطه مثبت با سطوح نفوذناپذیر و رابطه منفی با پوشش گیاهی دارد.

توسعه پراکنده شهر و خطرات زیست محیطی:

از زمانی که جهان پا به دهه دوم هزاره جدید نهاده است، بشریت با تهدیدات متعددی روبه‌رو شده است. رشد روزافزون شهرنشینی و افزایش تغییرات آب‌وهوایی، در کنار هم تهدیدات بی‌سابقه‌ای را برای نسل بشر رقم زده‌اند و اثرات مخرب بسیاری بر کیفیت زندگی، اقتصاد و روابط اجتماعی نهاده‌اند. تغییرات آب و هوایی یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی است که جهان امروز با آن روبه‌روست. این تغییرات نتیجه نیروهایی است که بشر هدایت‌گر آن‌ها بوده است، مواردی از قبیل مصرف بی‌حدواندازه انرژی و تغییرات برنامه‌ریزی نشده در کاربری اراضی و تبدیل بسیاری از محیط‌های طبیعی به مناطق ساخته‌شده به دست بشر که سبب شده تا این پدیده در راستای نابودی محیط زیست انسان بر روی این سیاره به توفیق چشمگیری دست یابد. بر همین اساس، جهان به سبب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای که خود زاده‌ی زندگی شهری رو به رشد ماست، در حال گرم و گرم‌تر شدن است و این تهدیدی جدی برای محیط زیست فعلی در این کره خاکی و برای ساکنان آن به حساب می‌آید. (UN-Habitat, 2011) در این رابطه، نتایج گزارش‌های علمی منتشر شده درباره جنبه‌های اقتصادی تغییرات آب–وهوایی نشان می‌دهد که این امر بر روی ابعاد اصلی زندگی مردم سراسر جهان نظیر دسترسی به آب، غذا و سلامتی عمومی اثر جدی خواهد گذاشت. (Treasury, 2006) امری که در کشورهای کمتر توسعه یافته و فقیر مشکلات حادتری را در پی خواهد داشت. درواقع، رشد قابل توجه غیر قابل کنترل در شهرهای امروزی سبب ایجاد و گسترش مناطق زاغه نشین در اطراف این شهرها شده است. گونه حال حاضر شهرنشینی، فشارهای زیادی را بر مردم کم درآمد وارد می کند، مردمی که در مقابل خطرات یاد شده بسیار آسیب پذیرند. به طوری که بر طبق آمارها، امروزه، از هر ۱۰ خانه موقت در مناطق زاغه نشین، ۴ عدد آنها در معرض آسیب های جدی محیطی هستند. Irazábal, (2009) بنابراین، تغییر نگرش در برنامه ریزی های شهری و اتخاذ دیدگاهی محتاطانه تر در جهت توسعه های آتی شهری برای جلوگیری از اثرات مخرب تغییرات آب و هوایی نظیر گرم شدن دمای هوا در کره زمین، ذوب یخ‌ها و بالا آمدن آب دریاها و همچنین شدت گرفتن رخدادهای جوی باید به طور جدی مورد توجه معماران، برنامه ریزان و شهرسازان قرار گیرد.

جزایر حرارتی در شهر:

با افزایش جمعیت و پیدایش شهرهای بزرگ، شهرها روز به روز مسائل و مشکلات پیچیده‌تری را از مسائل اجتماعی گرفته تا پیچیدگی های زیست محیطی به نمایش می گذارند. چندی است که دریافته ایم شهرها شرایط آب و هوایی مخصوص به خودشان را دارند (Daniel Hoornweg, 2011) از مدت ها پیش در مناطق شهری به اصطلاح پدیده های جزایر حرارتی رخ داده‌اند. شرایطی که در آن دمای هوای شهرها گرم تر از محیط اطرافشان میشود. در واقع در یک تعریف علمی مختص همین تغییر در الگوی حرارتی مناطق شهری نسبت به مناطق باز و بکر اطراف شهرها را «جزیره حرارتی شهری» می نامند.
(JUAN P. MONTA´VEZ, 2000)



شکل ۳- طرح شماتیک جزیره حرارتی شهری- (c3headlines.com)

جدول ۱- تفاوت جزیره حرارتی اتمسفریک و جزیره حرارتی ایجاد شده در سطوح شهری

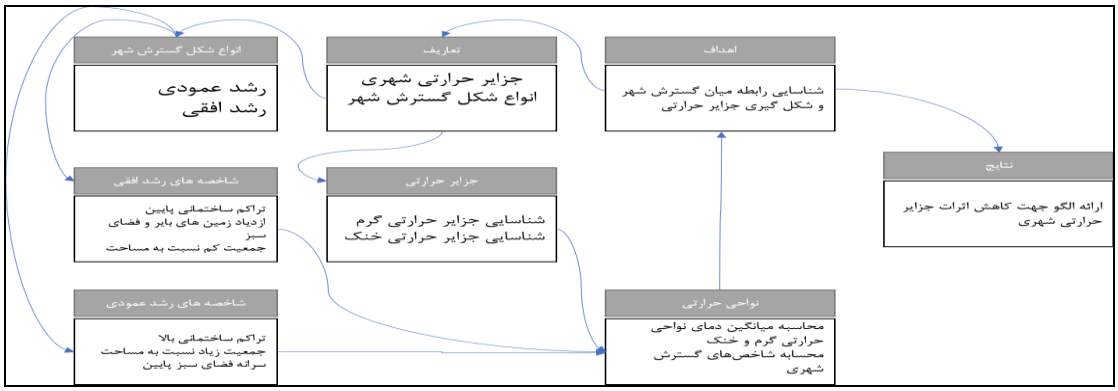
خصوصیات	جزایر حرارتی سطحی[۲]	جزایر حرارتی اتمسفریک[۳]
زمان وقوع	در هر زمانی از شبانه روز امکان پیدایش وجود دارد. بیشترین شدت در طول ساعات روز در تابستان است.	در طول روز کوچک بوده یا دیده نمی‌شود بیشترین شدت در شب هنگام و یا قبل از طلوع آفتاب در زمستان‌ها
اوج شدت	بیشترین تغییرات در ساعات روشن روز	بیشترین تغییرات در ساعات شبانگاهی
نحوه‌ی اندازه گیری	اندازه گیری غیر مستقیم با روش‌های سنجش از راه دور[۴]	اندازه گیری مستقیم با ایستگاه‌های هواشناسی[۵] یا اندازه‌گیری‌های متحرک[۶]
نمونه برداری متعارف	تصاویر حرارتی[۷]	نقشه‌های ایزوترم[۸] و نمودارهای حرارتی[۹]

ماخذ:(RAMRATTAN, 2015)

مواد و روش تحقیق:

این تحقیق از نظر روش تحلیلی است، اما باید افزود که از نظر هدف کاربردی خواهد بود در بعد کاربردی، می توان از نتایج در تصمیم‌گیری و برنامه ریزی شهری استفاده نمود. جهت انجام این تحقیق از داده های ماهواره Landsat 8 استفاده شده است. در این راستا ابتدا پس از آماده سازی تصاویر، نقشه‌ی دمایی مربوط به شهر ساری با استفاده از تکنیکهای سنجش از دوری و به کارگیری نرم افزار GIS آماده شدهو سپس جزایر حرارتی استخراج میگردد.

[2] Surface UHI
[3] Atmospheric UHI
[3] Remote sensing
[5] Weather station
[6] Mobile Measurment
[7] Thermal image
[8] Isotherm map
[9] Temprature Graph



شکل ۴- مدل مفهومی تحقیق

محدوده مورد مطالعه:

شهر ساری مرکز استان مازندران و شهرستان ساری است. از لحاظ موقعیت جغرافیایی این شهر در طول شرقی ۵۳ درجه و ۳ دقیقه و عرض شمالی ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریای آزاد حدود ۴۰ متر می باشد. ساری به عنوان مرکز استان مازندران از سابقه تاریخی قابل توجهی برخوردار بوده و در تمامی دوره های تاریخی به جز در معدود دوره هایی که آمل و بعضاً بابل مرکز ناحیه بوده اند، غالباً مرکزیت اداری- سیاسی ناحیه و منطقه را بر عهده داشته است .از لحاظ موقعیت طبیعی، این شهر در جنوب دریای مازندران و در منطقه جلگه ای و نسبتاً مسطح شهرستان ساری قرار گرفته و تنها قسمت های جنوبی و جنوب غربی آن به کوه ها و تپه های کم ارتفاع منتهی می گردد. رودخانه تجن که از پرآب ترین رودخانه ی استان می باشد، با انشعابات خود از ارتفاعات جنوبی شهرستان سرچشمه گرفته و پس از عبور از بخش شرقی شهر به سمت شمال و دریای خزر حرکت می نماید. از لحاظ توپوگرافی عمومی شهر ساری در طبقه ارتفاعی 0-100 قرار گرفته است. شمالی ترین بخش ساری دارای ارتفاع ۱۲ متر جنوبی ترین بخش آن ارتفاع ۸۰ متر را دارد. خطوط تراز در این شهر به صورت شرقی-غربی می‌باشد.

بحث و ارائه یافته‌ها

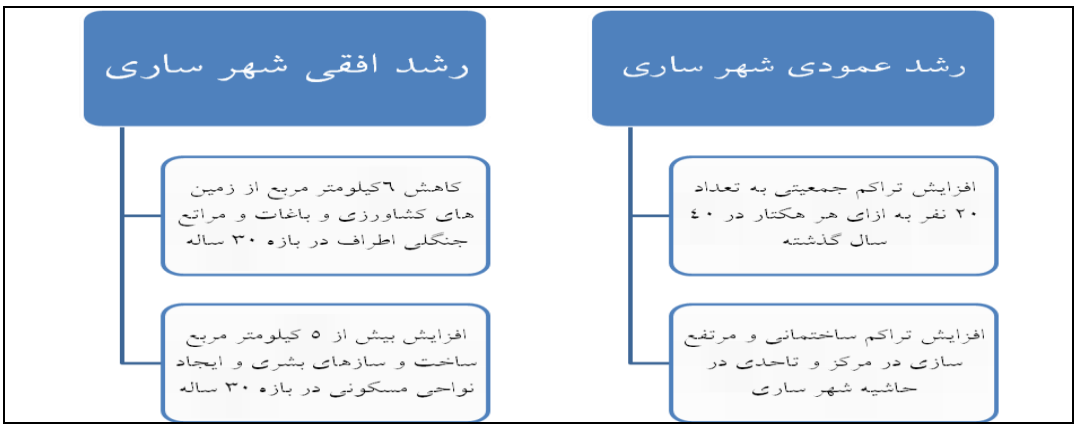
توسعه فیزیکی شهرها دارای ارتباط مستقیم با بستر طبیعی و عوارض ژئومورفولوژی می باشد و بسیاری از شهرهای ایران از نظر توسعه فیزیکی با محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی مواجه‌اند. به طوری‌که اکثر شهرهای ایران در مراحل اولیه شکل‌گیری، با هدف استفاده از خاک‌های مرغوب برای زراعت در کنار و یا در میان اراضی مرغوب زراعی استقرار یافته‌اند و به مرور زمان همراه با گسترش روستاها و تبدیل آنها به شهر و سپس توسعه شهرها، اراضی مرغوب زیر پیکر شهرها مدفون شده و فعالیت‌های زراعی ناگزیر به سمت اراضی نامرغوب عقب نشسته است. شهر ساری و اراضی کشاورزی آن نیز از این قاعده کلی مستثنا نبوده و شرایط افزایش محدوده شهری سبب از بین رفتن اراضی کشاورزی اطراف آن شده است.

چه رابطه‌ای مابین توسعه پراکنده شهری و جزایر حرارتی شهری وجود دارد؟

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق، گسترش شهرها می‌تواند به هر دو صورت افقی و عمودی باعث تشدید جزایر حرارتی شهری شود. گسترش شهرها به صورت افقی باعث از بین رفتن نواحی سبز بکر اطراف اعم از زمین‌های کشاورزی، باغات و جنگل‌ها شده و با تغییر پوشش گیاهی به پوشش ساخته شده بشری، گرمای حاصل از تابش خورشید بیشتر بر سطح زمین می‌ماند و باعث گرم‌تر شدن سطح شهر می‌گردد. همچنین رشد شهر به صورت عمودی نیز می‌تواند به دو صورت سبب شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری گردد. مورد اول آن به صورت ایجاد دره‌های شهری می‌باشد. بدین معنی که با ارتفاع سازی و عدم رعایت ضوابط عقب نشینی طرح جامع و دیگر اسناد بالادست، تناسب معبر و ساختمان بهم خورده و باعث به دام افتادن گرمای حاصل از تابش خورشید می‌شود که خود سبب افزایش اثرات جزایر حرارتی شهری می‌باشد. مورد دوم آن به‌صورت افزایش جمعیت خود را نشان می‌دهد. با افزایش ساخت و ساز و ارتفاع سازی در نواحی شهری، جمعیت نواحی افزایش یافته و میزان تولید گرمای انسان ساز بالا می‌رود. این گرما می‌تواند حاصل از لوازم خانگی سرمایشی، اتومبیل و همچنین مصرف بالای برق باشد. این گرما خود باعث تشدید در شکل‌گیری جزایر حرارتی شده و همچنین باعث کاهش کیفیت زندگی در نواحی شهر ساری می‌شود.

شکل ۵- شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری

با بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که شکل‌گیری جزایر حرارتی در نواحی شهر ساری حاصل از هر دو نوع گسترش–اعم از افقی و عمودی می‌باشند. تراکم جمعیتی از ۷۰.۸ هکتار در سال ۱۳۵۵ به ۹۰.۵ نفر در هکتار رسید که خود نشان‌دهنده فشرده سازی و گسترش عمودی شهر می‌باشد. همچین جمعیت ساری از ۷۰۷۵۳ نفر در سال ۱۳۵۵ به ۳۱۴۵۲۹ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است. گسترش افقی و پراکنده شهر همچنین با تبدیل زمین‌های کشاورزی و باغات و همچنین جنگل‌های اطراف ساری به مناطق مسکونی خود را نشان داده است. مساحت زمین‌های کشاورزی شهرستان ساری از ۳۸۰.۵۷ هکتار سال ۱۳۶۶ به ۳۵۲.۹۲ در سال ۱۳۹۴ رشید که حاکی از کاهش ۴٪ آن می‌باشد. مراتع جنگلی شهرستان ساری هم دستخوش تغییرات شده و از ۸۹.۲۳ هکتار سال ۱۳۶۶ به ۸۷.۵۳ هکتار سال ۱۳۹۴ رسیده است. که نشان دهنده کاهش ۱٪ آن است. در بخش ساخت و ساز اما آمار به گونه دیگری است. زمین‌های ساخته شده و مسکونی شهر ساری از ۲۸.۳ هکتار سال ۱۳۶۶ به ۵۰.۶۴ هکتار در سال ۱۳۹۴ رسیده است که حاکی از رشد ۵٪ دارد. این نشان دهنده رشد افقی شهر و تغییر اراضی بکر نواحی اطراف شهر ساری می‌باشد که خود تشدید کننده جزایر حرارتی شهری است.



شکل۶ – تاثیرگذاری نوع رشد شهر ساری طی سالیان گذشته بر شکل‌گیری جزایر حرارتی

بنابراین برای پاسخ به این سوال می‌توان گفت گسترش نواحی شهری ساری به هر دو صورت عمودی و افقی رابطه مستقیم با شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری دارد.

۱- رشد پراکنده شهر ساری چگونه در حوزه و نواحی مختلف شهری موجب افزایش دمای سطح زمین و تشکیل جزایر حرارتی شهری می‌شود؟

برای بررسی این شاخص از مقدار آنتروپی شانون استفاده شده است. ارزش آنتروپی شانون در نواحی خنک و نواحی حرارتی نشان داده که مناطق حرارتی گرم شهری رشد پراکنده بیشتری نسبت به مناطق حرارتی خنک داشته‌اند. پس رشد پراکنده شهر رابطه مستقیم با شکل گیری جزایر حرارتی شهری دارد. نحوه تاثیر پراکنده رویی بدین صورت است که این نوع رویش باعث اضافه شدن ناخواسته نواحی به طور غیرپیوسته به شهر می‌شود و این حاشیه‌ی ایجاد شده رفته رفته به قسمتی از شهر با قیمتی ارزان تبدیل می‌گردد که جذاب برای اهالی روستاهای اطراف و کسانی است که قصد زندگی در شهر را دارند. بدین ترتیب نواحی از شهر که به تازگی و به طور ناخواسته به شهر اضافه شده‌اند با رشد بی قواره خود باعث شکل گیری و شدت بخشی به جزایر حرارتی شهری می‌باشند.

شکل ۷- تأثیرگذاری گسترش افقی شهر ساری بر شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری

۲- نقش پوشش گیاهی در حوزه و نواحی مختلف شهر ساری در روند ایجاد جزایر حرارتی شهر چگونه است؟

برای پاسخگویی به این سوال مقایسه بین نوع پوشش زمین در نواحی مختلف بررسی شده است

نوع پوشش زمین:

نوع پوشش زمین می‌تواند با توجه به نوع آن، بر جزایر حرارتی شهری تاثیر بگذارد. پوشش گیاهی می‌تواند باعث کاهش جزایر حرارتی شهری و پوشش انسان‌ساز می‌تواند باعث افزایش شدت جزایر حرارتی شود. برای بررسی این مقوله در شهر ساری از دو روشی بررسی شده استفاده می‌کنیم.

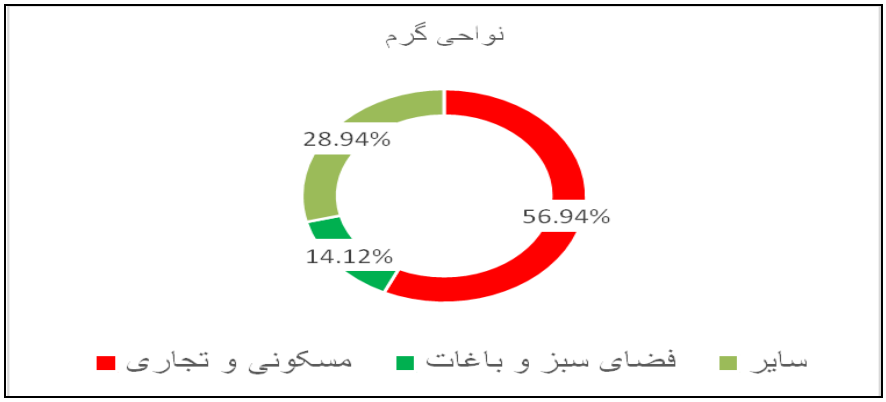
۱- مقایسه میزان توزیع فضایی و کاربری زمین در نواحی حرارتی گرم و حرارتی خنک:

کاربری شهر ساری را در نواحی گرم و خنک حرارتی می‌توان جدول زیر را از آن استخراج کرد:

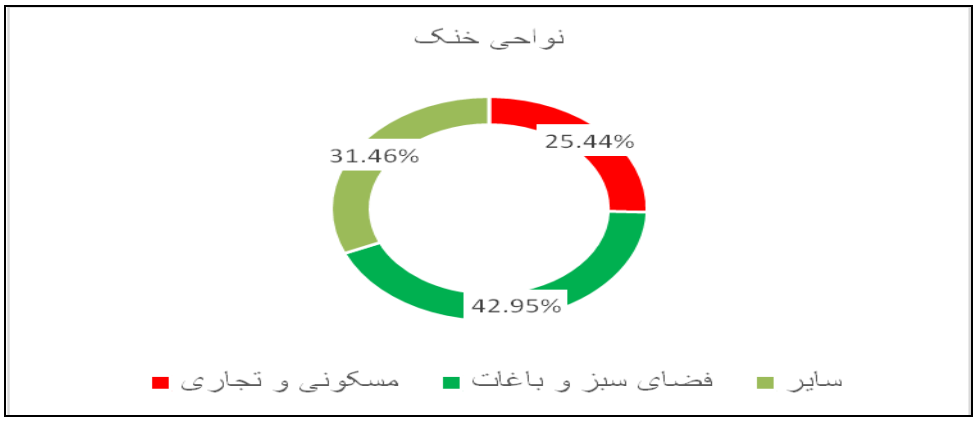
جدول ۲- میزان توزیع کاربری‌ها در نواحی خنک و گرم شهری

	مسکونی و تجاری	فضای سبز و باغات
نواحی حرارتی گرم	۵۶.۹۴٪	۱۴.۱۲٪
نواحی حرارتی خنک	۲۵.۴۴٪	۴۲.۹۵٪

منبع: یافته های تحقیق، ۱۴۰۰.



نمودار ۱- میزان توزیع کاربری‌ها در جزایر حرارتی گرم شهر ساری

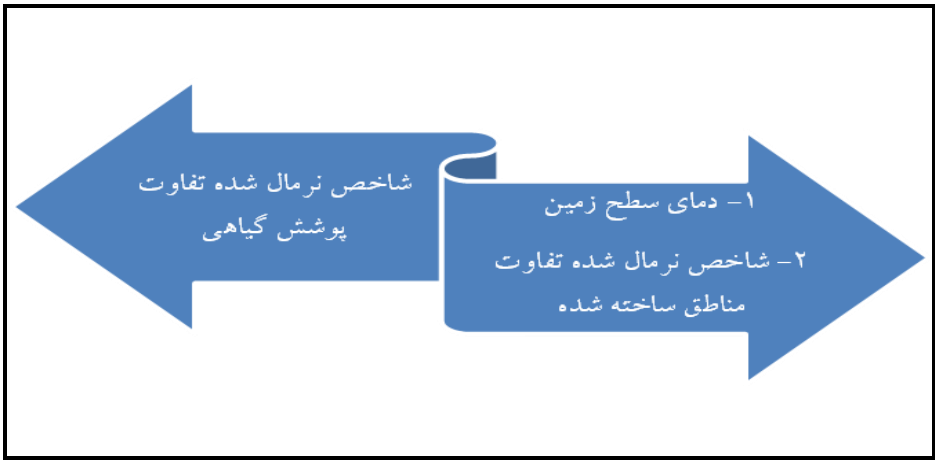


نمودار ۲- میزان توزیع کاربری‌ها در جزایر حرارتی خنک شهر ساری

همانطور که مشاهده می‌شود نواحی حرارتی ۲۹٪ بیشتر از نواحی خنک کاربری ساخته شده دارد و از آن‌طرف ۲۸٪ کم‌تر دارای فضای سبز می‌باشد. این خود نشان دهنده‌ی نقش مهم فضای سبز و پوشش زمین در کنترل دمای شهر و شکل‌گیری جزایر حرارتی گرم دارد.

۲- مقایسه میزان پوشش گیاهی و پوشش ساخته شده نواحی گرم و خنک شهری بر مبنای شاخص‌های NDVI و NDBI:

با توجه به ضریب همبستگی پیرسون می‌توان نتیجه گرفت که میزان دمای سطح زمین با شاخص NDBI رابطه معنادار مستقیم قوی و با شاخص NDVI رابطه معنادار معکوس قوی داشته است.



شکل ۸- رابطه میان شاخص پوشش گیاهی و ساخته شده با دمای سطح زمین

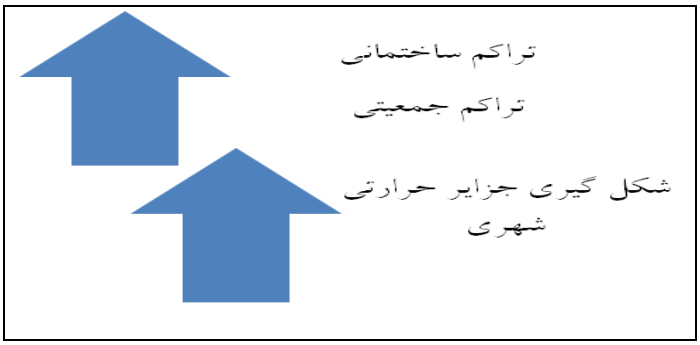
۳- چه رابطه ای میان تراکم ساختمانی و تراکم جمعیتی و دما در نواحی شهر ساری وجود دارد؟

۱- تراکم ساختمانی: همانطور که در تحقیق مشخص گردید رشد عمودی شهر به دو دلیل می‌تواند جز عوامل تشدید کننده دمای سطح زمین و به تبع آن جزایر حرارتی شهری باشد. دلیل اول آن است که رشد عمودی شهر می‌تواند باعث مرتفع سازی گردد و این خود دلیل به دام افتادن اشعه خورشید و بالا رفتن دمای زمین می‌شود. دلیل دوم هم بیان می‌کند که افزایش تراکم ساختمانی خود موجب افزایش جمعیت نواحی می‌گردد و جمعیت هم موجب تولید گرمای انسان ساز می‌گردد.

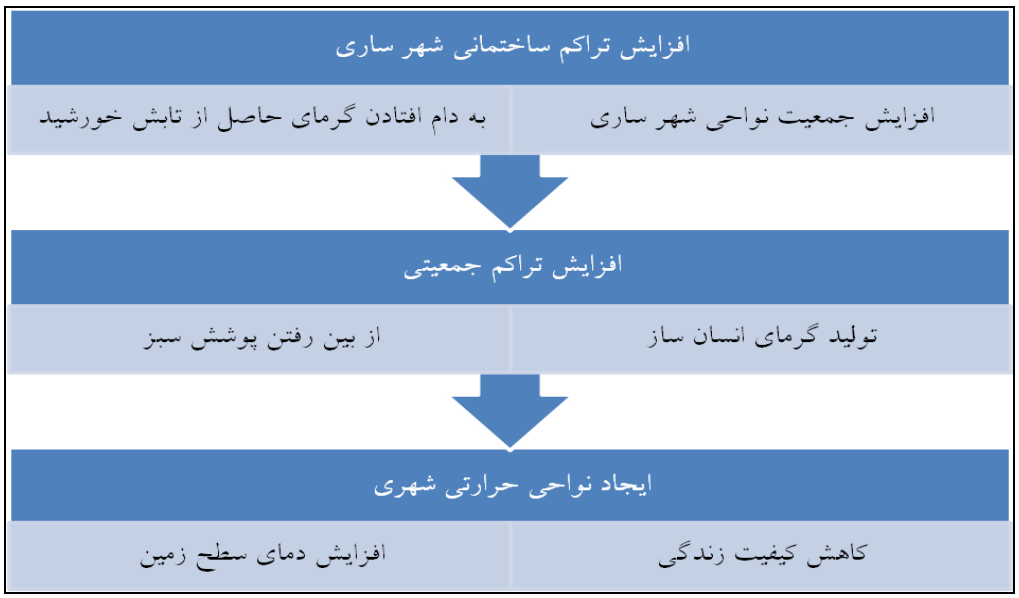
پس از مشخص نمودن نواحی حرارتی شهری و تراکم ساختمانی هر یک از نواحی حرارتی شهر ساری، با بررسی همبستگی میان این دو شاخصه، مشخص شد که افزایش تراکم ساختمانی موجب شکل گیری جزایر حرارتی شهری می‌گردد و این رابطه معنادار و در جهت مثبت می‌باشد.

۲- تراکم جمعیتی: پس از بررسی نوع تاثیر گذاری تراکم جمعیتی بر افزایش دمای سطح زمین با توجه به روش تحقیق، نواحی حرارتی گرم و خنک شناسایی شده و همبستگی شدت آن در هر کدام از نواحی حرارتی و خنک با تراکم جمعیتی بررسی شده.

نتیجه این همبستگی نشان داد که تراکم جمعیتی و شدت جزایر حرارتی شهری باهم رابطه معنادار و قوی در جهت هم دارند. بدین معنی که با افزایش جمعیت نواحی، شدت جزایر حرارتی در آن‌ها افزایش می‌یابد.



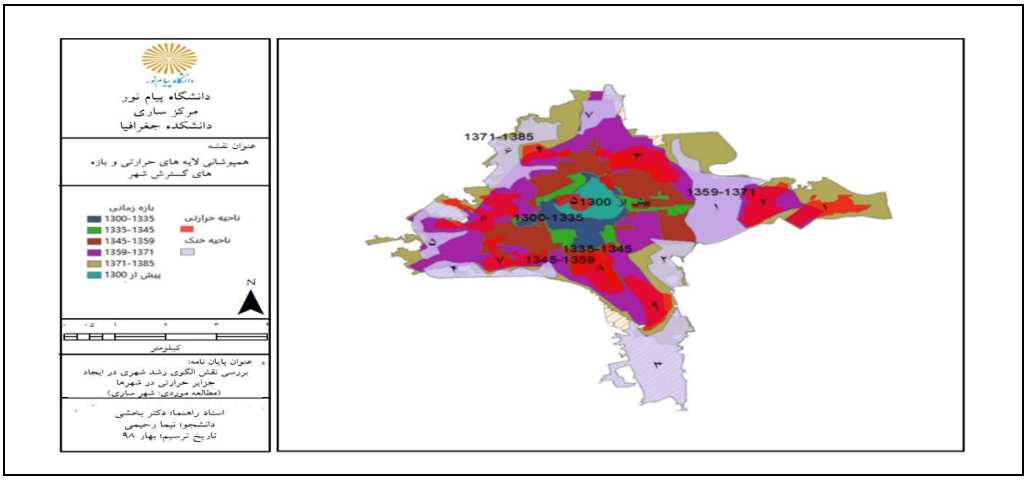
شکل ۹ - رابطه میان تراکم جمعیتی و ساختمانی با شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری



شکل ۱۰- چگونگی تاثیر تراکم ساختمانی و تراکم جمعیتی در شکل گیری جزایر حرارتی شهری

بحث، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها:

برنامه ریزی در جهت کنترل رشد شهر و ارائه الگوی توسعه فضایی، برای این کار در گام اول برای برنامه ریزی در جهت کنترل رشد شهر ابتدا با همپوشانی لایه نواحی حرارتی شهری و مراحل گسترش شهر ساری معین می‌کنیم که جزایر حرارتی فعلی در کدام بازه زمانی به شهر ساری اضافه شده‌اند.



نقشه ۲- همپوشانی لایه‌های حرارتی و بازه‌های زمانی گسترش شهر

این نقشه نشان می‌دهد که نواحی جزایر حرارتی گرم فعلی شهر ساری در ۷ ناحیه در بازه زمانی ۱۳۵۹-۱۳۷۱ به شهر اضافه شده‌اند. در ۱ مورد این ناحیه مربوط به بازه زمانی ۱۳۷۱-۱۳۸۵ می‌باشد و در یک مورد دیگر این ناحیه مربوط به هسته اولیه شهر می‌باشد. این امر نشان دهنده عدم کنترل گسترش شکل شهر نواحی می‌باشد که در سال‌های اخیر به شهر اضافه شده‌اند. علت این پدیده قیمت ارزان زمین در سال‌های ابتدایی و همزمانی این پدیده با افزایش مهاجرت‌ها از روستاها به شهر می‌باشد. به گونه‌ای که روستاییان این نواحی را برای سکونت انتخاب می‌کردند و به علت نرخ بالای مهاجرین در آن سال‌ها، این نواحی دچار پراکنده رویی و رشد بی‌قواره شده و در نتیجه جزایر حرارتی در آن‌ها شکل گرفته است. همچنین این نقشه به ما نشان می‌دهد که نواحی خنک شهری(بجز ناحیه ۱ خنک که همجوار رودخانه تجن می‌باشد و از اقلیم متفاوتی برخوردار است) مربوط به نواحی می‌باشد که از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۴ به شهر اضافه شده‌اند. عدم برنامه ریزی دقیق در جهت کنترل تراکم و پوشش زمین در این مناطق می‌تواند آن‌ها را به سرنوشت مشابه نواحی حرارتی تبدیل کند. گام بعدی برای کنترل نواحی حرارتی برای ارائه الگو توسعه فضایی و رشد شهر، مشخص نمودن حوزه‌های هم سیاست می‌باشد. حوزه‌های هم سیاست طبق سه لایه زیر طبقه بندی می‌گردد:

۱- حوزه‌های کنترل فضایی[10] (SCA)

این حوزه‌ها در واقع نواحی خنک(بجز ناحیه ۱) و مزارع و جنگل‌های پیرامون شهر می‌باشند که باید به شکل دست نخورده باقی بمانند. همچنین فضاهای سبز درون شهری هم باید در این حدود قرار گیرند.

۲- حوزه‌های پالایش فضایی[11] (SRA)

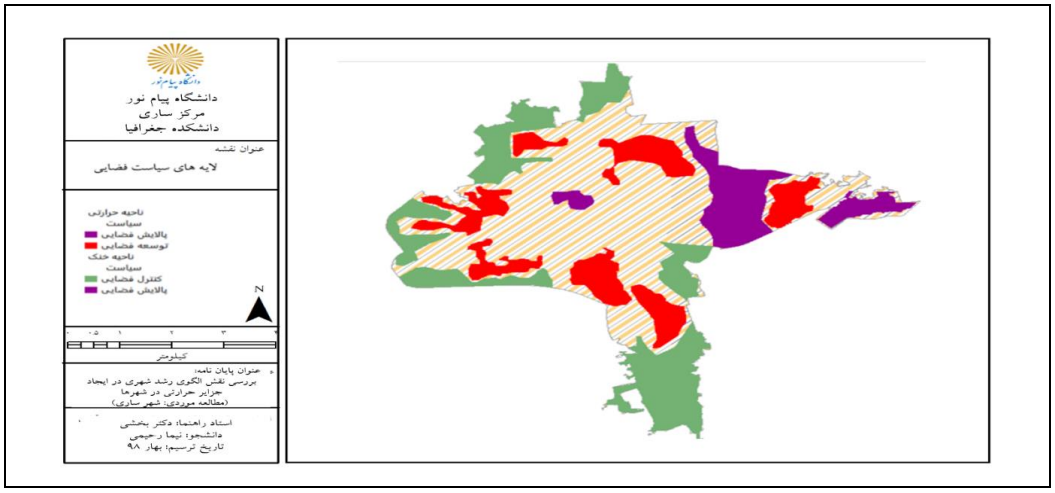
این حوزه‌ها شامل ۲ناحیه حرارتی (ناحیه ۵ واقع در مرکز شهر و ناحیه ۱ واقع در شرق شهر) و همچنین ناحیه ۱ حرارتی که بافت غیر مسکونی و طبیعی دارد می‌باشد. اصلاحات زیر باید در آن‌ها مدنظر قرار گیرد:

- اصلاح و پالایش کارکرد ناحیه ۱ خنک و تبدیل آن به مکان تفریحی همجوار رودخانه
- اصلاح و پالایش ناحیه ۲ حرارتی از منظر پیوستگی و پر کردن فضاهای خالی و زمین‌های بایر آن برای جلوگیری از اثرات پراکنده رویی
- اصلاح و پالایش ناحیه ۵ حرارتی واقع در مرکز شهر. این بافت به دلیل تاریخی بودن پتانسیل توسعه را ندارد و از آنجایی که هسته‌ی مرکزی شهر می‌باشد باید با بکارگیری از فنون تمرکز زدایی و چند هسته‌ای کردن شهر جلوی گسترش بی قواره آن گرفته شود.

۳- حوزه‌های توسعه فضایی[12] (SDA)

این حوزه‌ها شامل ۷ ناحیه حرارتی شهری می‌باشد که اراضی متشکل آن مابین سال‌های ۱۳۵۹-۱۳۷۱ به شهر اضافه شده است. این نواحی رشد بی برنامه‌ای داشته‌اند و اغلب دارای تراکم بالا و معابر تعریض نشده می‌باشند.

نقشه ۳ لایه‌بندی سیاست فضایی برای نواحی گرم و خنک شهری را نشان می‌دهد.

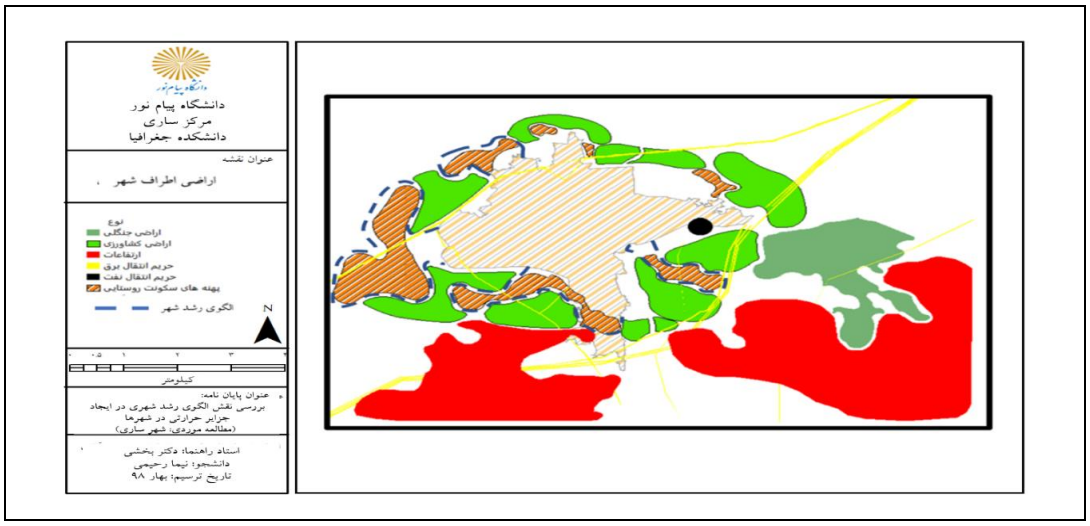


نقشه ۳- لایه‌های سیاست فضایی برای نواحی گرم و خنک شهری

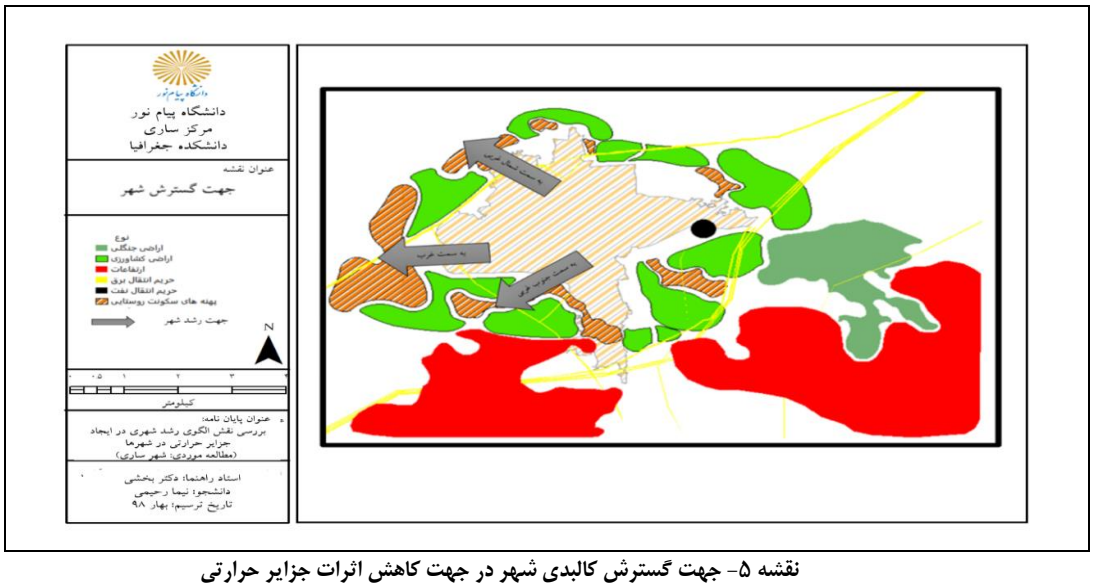
[10] Spatial Control Areas
[11] Spatial Refinement Areas
[12] Spatial Development Areas

- **ارائه الگوی ساخت و ساز اطراف شهر**

برای کاهش اثرات و تشدید جزایر حرارتی شهری، الگوی رشد شهر باید به گونه‌ای باشد که کمترین آسیب را به مزارع، باغات و جنگل‌های اطراف وارد نماید. بمنظور در نظر گرفتن این موضوع گسترش شهر باید به سمت روستاهای اطراف شهر و با حفظ پیوستگی انجام پذیرد. این کار موجب به حداقل رساندن پراکنده‌رویی و همچنین حفظ منابع طبیعی اطراف شهر می‌گردد. همچنین به منظور رعایت این اصول، بهترین جهت گسترش شهر، جهت گسترش فعلی آن یعنی به سمت غرب و همچنین شمال غربی و جنوب غربی می‌باشد. نقشه ۴ الگوی رشد شهر و همچنین نقشه ۵ جهت مناسب رشد شهر را به منظور کاهش اثرات جزایر حرارتی شهری نشان می‌دهد.



نقشه ۴ – الگوی گسترش شهر در جهت کاهش اثرات جزایر حرارتی



نقشه ۵- جهت گسترش کالبدی شهر در جهت کاهش اثرات جزایر حرارتی

بر اساس ارزیابی‌ها و بحث و نتایج بدست آمده در این تحقیق، راهکارها و سیاست‌های عملی پیشنهادی از منظر برنامه‌ریزی شهری برای کنترل دمای شهر و شکل‌گیری جزایر حرارتی شهری ارائه می‌گردد. این پیشنهادات به دو بخش برای نواحی تازه توسعه یافته که اغلب نواحی خنک شهری هستند و شامل سیاست کنترل فضایی می‌باشند و همچنین نواحی با تراکم شهری بالا که شامل سیاست توسعه فضایی می‌باشند، تقسیم می‌گردد:

- **نواحی شامل سیاست کنترل فضایی**

۱- پرداختن به وجه کیفی فضای شهری با توجه به موقعیت خاص شهر ساحلی و جاذب گردشگر ساری. به این صورت که با بالا رفتن بار کیفی و طبیعی ناحیه ارزش زمین در مناطق تازه گسترش یافته بالا رفته و موجب نظارت بیشتر از سمت مراجع ذی‌ربط می‌گردد و از پراکنش بی‌برنامه و پراکنده در این نواحی جلوگیری به عمل می‌آید. که این خود باعث جلوگیری از تشکیل جزایر حرارتی شهری می‌گردد.

۲- بررسی و اجرای طرح توسعه میان‌افزا: توسعه میان افزا تلاش در کاهش فاصله‌ی موجود مابین نواحی را از طریق عدالت اجتماعی دارد. این نوع توسعه باعث پیوستگی شده و از جنگل‌ها و مزارع و باغات کشاورزی موجود در پیرامون شهر حفاظت می‌کند و بالطبع آن با حفظ ظرفیت سبز موجود پیرامون شهر و ساخت و ساز کمتر اطراف آن، جزایر حرارتی شهری در نواحی گسترش یافته تشکیل نمی‌گردد.

۳- بازبینی دقیق سیاست‌های زمین شهری: ساری به دلیل موقعیت گردشگری خود پتانسیل بهره‌برداری مناسب از زمین‌های اطراف را دارد و این امر می‌تواند سوداگری زمین را کاهش داده و ساخت و سازهای پراکنده اطراف شهر را کنترل کند.

۴- تعیین مرز شهر: در صورت فقدان منافات با طرح‌های توسعه شهری می‌تواند از پیشروی شهر به جنگل‌ها و باغات و مزارع اطراف جلوگیری کند. حفظ فضای سبز می‌تواند شکل‌گیری جزایر حرارتی را کاهش دهد.

- **نواحی شامل سیاست توسعه فضایی**

۱- تغییر پوشش بام نواحی با سیاست توسعه فضایی: در نواحی ۷گانه حرارتی که تراکم ساختمانی و جمعیتی بالا موجب شکل‌گیری جزایر حرارتی در آن شده است، می‌توان با تغییر پوشش بام ساختمان‌ها به پوشش بام سبز از اثرات جزایر حرارتی کاست.

۲- ایجاد فضای سبز کنار خیابان‌ها و معابر نواحی ۷گانه حرارتی

۳- رطوبتی نمودن نواحی ۷ گانه حرارتی جهت افزایش برودت تبخیری

۴- رعایت ضوابط ساخت و ساز طرح جامع به تناسب میان معبر و ارتفاع ساختمان به منظور کاهش حداکثری دره‌های شهری و محفوظ ماندن گرما در آن.

۵- جلوگیری از مرتفع سازی در این نواحی به منظور پویایی جریان هوا و ایجاد تهویه طبیعی

۶- با توجه به این نکته که پوشش گیاهی خاصیت تعدیل کننده جزایر حرارتی گرمایی را دارد، پوشش گیاهی هر ناحیه مطابق با سرانه تعریف شده فضای سبز باشد.

۷- توجه ویژه به نوع مصالح در ساخت و سازهای جدید. بطوری که مصالح به کار رفته نباید به گونه‌ای باشد که اثرات جزایر حرارتی را تشدید کند.

References:

1. Daniel Hoornweg, M. F.-T .(2011)*CITIES AND CLIMATE CHANGE, Responding to an Urgent Agenda* .Washington, D.C.: THE WORLD BANK.
2. Irazábal, C .(2009)*Revisiting Urban Planning in Latin America and the Caribbean* .Global Report on Human Settlements, 2009
3. JUAN P. MONTA´VEZ, A. R. (2000). A STUDY OF THE URBAN HEAT ISLAND OF GRANADA. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*, 899-911.
4. Junxiang Li, C. S. (2011). Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China. *Remote Sensing of Environment*, 3249–3263.
5. Karimi, M, N, (2017), Modeling horizontal and vertical urban development using cellular automation. Surveying Science and Technology, 125-136.
6. Karolos Kontoleon, E. A. (2010) The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone .*Building and Environment* , .۱۲۸۷-۱۳۰۳
7. Lahmian (2017), Application of quantitative models in the analysis of urban body development developments. Journal of Physical Development Planning, 103-113.
8. RAMRATTAN, L. B. (2015). Guyana: A Half a Century of Struggles with Planning, Growth, and Development. *Journal of Economics and Political Economy*, 42-68.
9. *Revision of the World Urbanization Prospects* . New York: United Nation (2014).
10. Sabine, S. M) .2004 .(Current Status and Past Trends of the Global Carbon Cycle .*The Global Carbon Cycle 44-17*..

11. Sarvestani(2013), Investigating the effects of Shiraz city development on green space in different years using remote sensing tools and GIS. Shiraz: Shiraz Municipality.
12. ShujiYamashita. (1996). Detailed structure of heat island phenomena from moving observations from electric tram-cars in Metropolitan Tokyo. *Atmospheric Environment*, 429-435.
13. Stern, n. (2006). Stern review. Government of the Kingdom of England.
14. Sung, C. Y. (2013). Mitigating surface urban heat island by a tree protection policy: A case study of The Woodland, Texas, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, 474-480.
15. Tran Dieu Thuy, T. X. (2014). Using Landsat image to study the relationship between land surface temperature and land use/land cover. 75-86.
16. Treasury, H.(2006) .The Economics of Climate Change.
17. Tsilini, V. (2015). Urban gardens as a solution to energy poverty and urban heat island. *Sustainable Cities and Society*, 323-333.
18. Tumanov, S. (1999). Influences of the city of Bucharest on weather and climate parameters. *Atmospheric Environment*, 4173-4183.
19. UN-Habitat. (2011). United Nations Human Sattlements programme. *Cities and Climate change*.
20. Voogt, J. (2002). Urban Heat Island. In: Munn, T., Ed. *Encyclopedia of Global Environmental Change, Wiley*, 660-666.
21. Ziaeean (2011),Investigating the Possibility of Using NDVI Vegetation Index in Drought Analysis of Isfahan Province. Geographical studies of arid regions, 1-16.
22. Masri, Parichehr, Alamdari and Rasouli Seyed Hassan (1400) Analysis of the effect of urban climate change on the spatial distribution of the population with emphasis on thermal islands Case study: Sari.