



The role of population changes on the temperature changes of the building surfaces and urban open spaces; case study: Tehran metropolis

ARTICLE INFO

Article Type

Analytic Study

Authors

Mohammadmehdi Moulaii*
Hadi Rezaei-rad²
Tarlan Sadeghipour³

How to cite this article

Moulaii M*, Rezaei-rad H, Sadeghipour T, The role of population changes on the temperature changes of the building surfaces and urban open spaces; case study: Tehran metropolis, 2023, September 23, 13(1):40-60.
<https://doi.org/10.23224991.1402.13.2.3.2>

1. Assistant Professor, Department of Architecture, Bu-Ali sina University, Hamadan, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Urban Planning, Bu-Ali sina University, Hamadan, Iran.

3. Master of urban planning, Department of Urban Planning, Shiraz University, Shiraz, Iran

*Correspondence

Address: Assistant Professor, Department of Architecture, Bu-Ali sina University, Hamadan, Iran.

Email: m.moulaii@basu.ac.ir

Phone:

Article History

Received: 2023/01/14

Accepted: 2023/04/03

Published:

ABSTRACT

Aims: With the increase of human activities in the city, vegetation and natural cover has always decreased and as a result gives its place to the phenomenon of thermal radiation. The phenomenon of urban heat island (UHI) is usually evaluated by the land surface temperature (LST). The negative effects of LST on urban climate can be manifested by sudden increase in rainfall and unexpected weather effects. Therefore, the stability of population centers will face a serious risk and threat. In addition to climatic factors, population changes and changes due to settlement can also affect the temperature of the city.

Methods: In order to achieve the goal of the research, the temperature changes of the city surface between 2002 and 2015 were estimated through Landsat 8 satellite images, and finally, according to the changes and population movements in the 22 districts of Tehran, a spatial-spatial comparative comparison was made between the two. The variable has been measured and evaluated.

Findings: The results indicate that there is a direct relationship between demographic changes and thermal changes in 12 municipal areas. In 8 regions, this relationship is inverse and in 2 regions out of 22 regions, no significant relationship was observed between demographic and thermal changes.

Conclusion: In general, it can be seen that there is a significant relationship between population changes and temperature changes in Tehran metropolis. The increase in the temperature of the earth's surface, which means more human exposure to heat, will change the quality of life.

Keywords: population changes, contemporary urbanism, urban heat island (UHI), land surface temperature (LST), energy efficiency, sustainability, Tehran metropolis.

CITATION LINKS

- [1]Rezaei Rad H, Rafieiana M.... [2]Li, Lin & Yongbin, Tan &...[3]Moazzam, Muhammad... [4]Zullo, Francesco & Fazio... [5]Tahbaz M. Traces of sacrosanctity ... [6]Tahbaz M. The sacred ...[7]Talaie M, Mahdavi-nejad M,...[8]Torabifar S, Suzanchi K... [9]Talaie M, Mahdavi-nejad ...[10]Yarahmadi, S., Ansari, M...[11]Taraz M, Taghizade K,...[12]Mansourimajoumerd P,...[13]Mansourimajoumerd P...[14]Torabi M, Mahdavi-nejad M. Past...[15]Rasoolzadeh M, Moshari...[16]Moshari M, Nazari S. Learning...[17]Shaeri J, Mahdavi-nejad M, ... [18]Shaeri J, Mahdavi-nejad M. ...[19]Fallahtafti R, Mahdavi-nejad M...[20]Arbab M, Mahdavi-nejad... [21]Fatahi K, Nasrollahi N,...[22] Ahmadi J, Mahdavi-nejad M... [23]Sarmadi H, Mahdavi-nejad M ...[24]Mahdavi-nejad M, Javanroodi ... [25]Saadatjoo P, Mahdavi-nejad ...[26]Ahmadi J, Mahdavi-nejad M, ...[27]Goharian A, Mahdavi-nejad...[28]Goharian A, Mahdavi-nejad M ...[29]Moulaii M, Pilechiha P....[30]Shams G, Moshari M. Health ...[31]Goharian A, Daneshjoo...[32]Shaeri J, Mahdavi-nejad...[33]Shaeri J, Mahdavi-nejad M, Zalooli ...[34]Shaeri J, Mahdavi-nejad M, ...[35]Servati, Zahra, Latifi, Gholamreza, ...[36]Rafiiyan Mojtabi, Rezaei...[37]Rafiiyan, Mojtabi...[38]Rao, Yingxue & Dai,...[39]Dushi, Mimoza & Berila,... [40]Rezaei Rad H, Khodae... [41]WEI, Chunzhu &... [42]Wasif Ali NU, Amir S...[43]Zanganeh Y, Samiipour D ...[44]Rostamalizadeh V, Nobakht ...[45]Nadizadeh Shorabeh S...[46]Sedaghat A, Sharif M. Mitigation ...[47]Nadizadeh Shorabeh S... [48]Tariq A, Mumtaz,... [49]Apriana M, Syahrani... [50]Vanhala L, Calliari E ... [51]Yamak B, YAĞCI Z, Bilgilioglu ... [52]Marzi S, Mysiak J, Essenfelder ...[53]Rana MM, Ilina IN... [54]Ahmed, Ayman & Saad...[55]Bethel CW, Ugochi JB... [56]Nurwanda A, Honjo T... [57]Chen YC, Chiu HW...[58]Singh P, Kikon N, Verma P ...[59]Ardestani Z, Rezaei Rad H ... [60]Rafieian M, Rezaei Rad H [61]Statistics of Tehran. (2006)... [62]Statistics of Tehran. (2010)...[63]Statistics of Tehran. (2015)...[64]Javadinodeh M, Shahcheraghi A...[65]Askari A, Mahdavi-nejad M...[66]Keshtkar GA, Ansari M, ...[67]Eslamirad N, Kolbadinejad SM,...[68]Taban M, Pourjafar M, Bemanian M ...[69]Mansouri R, Nasr T. Study ...[70]Rahbar M, Mahdavi-nejad M...[71]Zafarmandi S, Mahdavi-nejad M...[72]Rahbar M, Mahdavi-nejad M ...[73]Ghomeshi M, Pourzargar M ...[74]Pourjafar M, Akbarian R,...[75]Saadatjoo P, Saligheh E. The ...[76]Matzarakis A, Rutz F, Mayer H. Modelling radiation fluxes ...

نقش تحولات جمعیتی بر تغییرات دمای

سطوح ابنیه و فضاهای باز شهری؛ نمونه

موردی: کلانشهر تهران

محمد مهدی مولائی^{۱*}، هادی رضایی راد^۲، طرلان صادقی پور^۳

۱- استادیار گروه معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

(نویسنده مسئول)

۲- استادیار گروه مهندسی شهرسازی، دانشگاه بوعلی سینا،

همدان، ایران.

۳- کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشگاه شیراز، شیراز،

ایران.

چکیده

اهداف: با شروع افزایش فعالیت‌های انسانی در شهر، پوشش گیاهی و طبیعی همواره کاهش یافته و در نتیجه جای خود را به پدیده جزیره حرارتی می‌دهد. پدیده جزایر گرمایی (UHI) معمولاً توسط میزان دمای سطح زمین (LST) ارزیابی می‌شود. تأثیرات منفی دمای سطح زمین بر اقلیم شهری می‌تواند به وسیله افزایش ناگهانی بارندگی و تأثیرات غیرمنتظره آب‌وهوایی نمایان شود. بنابراین پایداری مراکز جمعیتی با خطر و تهدید جدی روبرو خواهد بود. علاوه بر عوامل اقلیمی، تغییرات و تحولات جمعیتی ناشی از سکونت نیز می‌تواند بر میزان دما و حرارت شهر تأثیرگذار باشد. هدف این پژوهش، شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار بر میزان حرارت سطوح شهری و بررسی رابطه میان تغییرات و تحولات جمعیتی و تغییرات حرارتی در مناطق ۲۲گانه کلانشهر تهران می‌باشد.

ابزار و روش‌ها: در راستای دستیابی به هدف پژوهش، تغییرات دمای سطح شهر بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ از طریق تصاویر ماهواره‌ای Landsat 8 مورد تخمین قرار گرفته و در نهایت با توجه به تحولات و جابجایی‌های جمعیتی در مناطق ۲۲گانه شهر تهران قیاس تطبیقی بصورت فضایی- مکانی بین این دو متغیر مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته است.

یافته‌ها: نتایج حاکی از آن است که در ۱۲ منطقه شهرداری، میان تغییرات و تحولات جمعیتی و تغییرات حرارتی، رابطه مستقیم وجود دارد. در ۸ منطقه، این رابطه معکوس و در ۲ منطقه از مناطق ۲۲گانه، میان تغییرات جمعیتی و حرارتی، رابطه معنادار مشاهده نشده است.

نتیجه‌گیری: به طور کلی می‌توان دریافت که میان تحولات جمعیتی و تغییرات دمایی در کلانشهر تهران رابطه معنادار وجود دارد. افزایش حرارت سطح زمین که به معنای قرار گرفتن بیشتر انسان در معرض گرماست، کیفیت زندگی را دستخوش تغییراتی خواهد کرد.

کلمات کلیدی: تحولات جمعیتی، شهرسازی معاصر، جزیره حرارتی، دمای سطوح شهری، بهره‌وری انرژی، پایداری، کلانشهر تهران.

مقدمه

افزایش نرخ رشد شهرنشینی در طی دهه‌های اخیر در کلانشهرها، تأثیرات مخرب بسیاری در محیط‌زیست شهری داشته که از جمله آن‌ها می‌توان به افزایش حرارت سطوح شهرها و تغییرات اقلیم‌شان اشاره نمود. افزایش جمعیت شهری، رشد سریع صنعتی‌شدن و افزایش غلظت آلاینده‌ها در پایین‌ترین سطح اتمسفر شدت جزیره‌های حرارتی شهر را تحت تأثیر قرار داده‌اند [۱]. با توسعه جمعیت کره زمین و به موازات آن توسعه شهرنشینی، استانداردهای زندگی در جوامع بشری در راستای ارتقای کیفیت زندگی، با تغییرات چشم‌گیری روبرو بوده است. تغییرات پیرامون تحولات حرارتی، برای مدت‌هاست که به دغدغه‌ی مدیران شهری بدل گشته است. فرآیند شهرنشینی نشان‌دهنده تمرکز و ورود جمعیت ساکن در روستا به مناطق شهری یا تبدیل روستاها به زیرمجموعه‌های شهری است. در پی این مهاجرت، مناطق مسکونی و خدماتی به طور مداوم در حال گسترش خواهد بود تا با نیازهای زندگی و افزایش جمعیت مطابقت داشته باشد. آلودگی حرارتی ناشی از فعالیت‌های مکرر انسان عامل مهمی در ایجاد و انتشار حرارت می‌باشد. در مناطق مسکونی، توزیع فضایی جمعیت و میزان دمای سطح زمین (LST) بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. الگوی توزیع میزان دمای سطح زمین (LST) بر توزیع جمعیت و آسایش اقلیمی تأثیر خواهد گذاشت [۲].

رشد سریع شهرنشینی میزان سطوح غیرقابل نفوذ مانند ساختمان‌های مرتفع، نماهای شیشه‌ای، جاده‌ها، سطوح فلزی و بتنی، را افزایش داده است. سطوح غیرقابل نفوذ در مناطق شهری متراکم می‌توانند مقدار زیادی از تابش خورشید را جذب کنند. کاهش دید آسمان در مناطق شهری می‌تواند باعث ذخیره گرما در سازه‌های ساختمان شود. مقدار زیاد انتشار گرما می‌تواند بر تعادل انرژی سطحی تأثیر بگذارد و انتشار گازهای سمی می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی زیادی را به همراه داشته باشد، مانند آلودگی هوا و آلودگی آب و تأثیر جزیره حرارتی سطحی شهری (SUHI). تأثیر SUHI را می‌توان به دلیل ازدست‌دادن

بی‌قواره شهری، منجر به ایجاد جزایر حرارتی و گرمایش سطوح شهری خواهد شد. بدیهی است، این پژوهش در راستای شناسایی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر وقوع این پدیده، و ارائه راهکارهای متناسب در راستای کاهش اثرات و پیامدهای منفی آن، متمرکز خواهد بود.

حرارت سطح زمین شهری

از مشهودترین نمود آب‌وهوایی شهری، می‌توان به روند افزایشی گرمای هوا اشاره داشت. این موضوع در نقاط جمعیتی در مقیاس‌های گوناگون مشهود می‌باشد. حرارت سطوح زمین شهری (LST) را می‌توان به میزان درجه حرارت، زمانی که سطح زمین از طریق پوست لمس می‌شود نسبت داد. در این پدیده، دمای مناطق شهری، نسبت به حومه بیشتر است [۳۵-۳۶]. در مناطق شهری، جذب نور خورشید بالاتر و میزان رسانایی حرارتی بیشتر خواهد بود. در نتیجه ظرفیت آزادکردن گرمای ذخیره‌شده در طی روز در هنگام شب بالاتر است [۳۷]. این مؤلفه، یک عامل کلیدی در زمینه تخمین میزان بودجه انرژی در مقیاس‌های مختلف فضایی، از جمله مقیاس شهری است [۳۸].

این پدیده با توجه به نوع و نحوه اندازه‌گیری دما در سه دسته قابل طبقه‌بندی است [۳۸] (جدول شماره ۱)

چشم‌انداز طبیعی از مناطق شهری مشاهده کرد، که می‌تواند منطقه شهری را در مقایسه با مناطق روستایی گرم‌تر کند [۳]. یکی از مهم‌ترین چالش‌های جامعه و نهادها، سازگاری مناطق شهری با تغییرات اقلیمی است. تغییرات اقلیمی به موضوعی ثابت در فعالیت‌های اقتصادی و همچنین جامعه تبدیل شده است و اخیراً به برنامه‌های سیاسی بسیاری از کشورها اضافه شده است. جزیره حرارتی و گرمای سطوح شهری تأثیرات اجتماعی-اقتصادی بر جوامع ایجاد می‌کنند، که همگی بر کیفیت زندگی کسانی که در مناطق شهری زندگی و کار می‌کنند تأثیر می‌گذارد [۴].

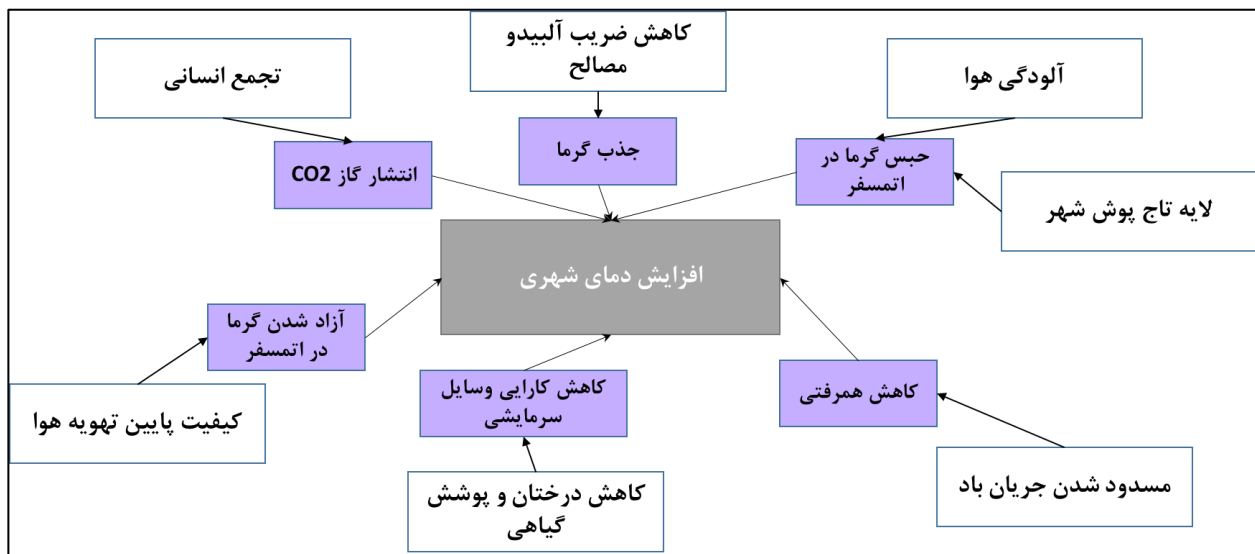
پیشینه پژوهش تأکید دارد که تأثیر جزیره حرارتی سطحی شهری به کیفیت زندگی شهروندان مؤثر است؛ هرچند حفظ سلامت و محیط‌زیست با ارزش‌های فرهنگی و تاریخی، و هویت ملی و تاریخی مردم ایران نیز هماهنگی دارد [۵-۱۴]. امروزه اهمیت توجه به بهره‌وری و مصرف هوشمندانه انرژی، به موضوعی جهان‌شمول تبدیل شده است و جریان‌های اصلی در ادبیات موضوع به آن اشاره دارند [۱۵-۳۴]. با توجه به روند رو به رشد شهرنشینی در کلانشهر تهران، و در پی آن افزایش فعالیت‌های انسانی در راستای تأمین نیاز، اقداماتی همچون فشردگی شهری، تخریب پوشش طبیعی، تولید آلاینده‌های صنعتی و رشد

جدول ۱- دسته‌بندی انواع جزایر حرارتی

منبع	ابزار اندازه‌گیری و شناسایی	شرح	دسته‌بندی
Nichol, Fung, Lam & Wong, 2009; Clay et al., 2016; Berila & Isufi, 2021b; Isufi et al., 2021	با استفاده از حسگرهای نصب‌شده بر روی ایستگاه‌های هواشناسی اندازه‌گیری می‌شود.	این لایه تقریباً در ارتفاع متوسط ساختمان‌ها قرار دارد و با اندازه‌گیری دمای هوا در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین تعیین می‌شود.	جزیره حرارتی لایه سایبان (CLHI)
Berila & Isufi, 2021b; Isufi et al., 2021	اندازه‌گیری آن با استفاده از پلت‌فرم‌های ویژه، مانند radiosondes و هواپیماها انجام می‌شود.	بالای لایه CLHI قرار دارد و می‌تواند تا ۱ کیلومتر ضخامت داشته باشد.	جزیره حرارتی لایه مرزی (BLHI)
Berila & Isufi, 2021b; Isufi et al., 2021	اندازه‌گیری و تعیین این لایه با استفاده از سنسورهای از راه دور حرارتی انجام می‌شود.	تفاوت دمای تابشی بین سطوح شهری و غیرشهری می‌باشد.	جزیره حرارتی سطحی شهری (SUHI)

ترسیم شده، فرآیند شکل‌گیری این پدیده و بهترین روش اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. (شکل ۱)

با توجه به بیان ارتباط دوسویه بین شکل‌گیری جزیره‌حرارتی و افزایش دمای شهری، دیاگرام مفهومی



شکل ۱- روند شکل‌گیری جزایر حرارتی و افزایش میزان گرمای سطوح شهری [۳۶]

عوامل مؤثر بر افزایش دمای هوای شهری

که زمین کاملاً خالی از کاربری و بایر رها می‌شود، صرف‌نظر از اینکه در منطقه شهری، پیرامونی یا روستایی باشد، دارای سطح حرارتی بالایی خواهد بود [۳۹]. جدول زیر به جمع‌بندی نتایج تحقیقات عوامل مؤثر بر افزایش دمای شهری پرداخته خواهد شد. (جدول ۲)

به‌طورکلی، عوامل مؤثر بر دمای سطح را می‌توان به نوع پوشش سطح، فعالیت‌های انسانی و الگوهای فضایی منظر تقسیم کرد. LST به انواع کاربری زمین، چیدمان پهنه‌های صنعتی، تراکم جمعیت، تنوع سرویس‌های حمل‌ونقل و سایر عوامل مرتبط بستگی دارد [۳۸]. همچنین در مواردی

جدول ۲- عوامل مؤثر بر دمای شهری [۴۰].

منابع	شرح	مؤلفه	عوامل اقلیمی
(Ahmed Memon et al, 2008)	تابش اشعه خورشید از دلایل مؤثر در افزایش دماست.	تابش خورشید	
(Kim, 1992)	عدم جذب رطوبت خاک، موجب افزایش دما در مرکز شهری نسبت به حومه‌ها و مناطق روستایی است.	رطوبت خاک و هوا	
(Gridharan et al, 2007)	افزایش سرعت باد، کاهش شدت حرارت شهری روزانه و شبانه را به همراه دارد.	باد	
(Arnfield, 2003)	بین پوشش ابری با دما و حرارت شهری رابطه معکوس برقرار است و افزایش یکی موجب کاهش دیگری می‌شود.	پوشش ابری	
(Gridharan et al, 2004)	هر چه ارتفاع از سطح دریا افزایش یابد، دمای هوا کاهش پیدا خواهد کرد.	ارتفاع	
(H Tran et al, 2006) & (Ackerman, 1985) & (Ferguson et al, 2008)	میان کاهش میزان شدت دمای شهری و میزان نزدیکی سطوح آبی بزرگ، رابطه مستقیم وجود دارد.	نزدیکی به دریا	تراکم
F. Yang et al,) & (Stone et al, 2010) & (Palme et al, 2016) & (2010)	- شهرهایی با شاخص پراکندگی بالا، بیشترین افزایش دما را دارند و بلعکس. - مناسب‌ترین فرم شهری در راستای کاهش دمای هوا در اقلیم گرم‌وخشک، فرم‌محصور می‌باشد.		

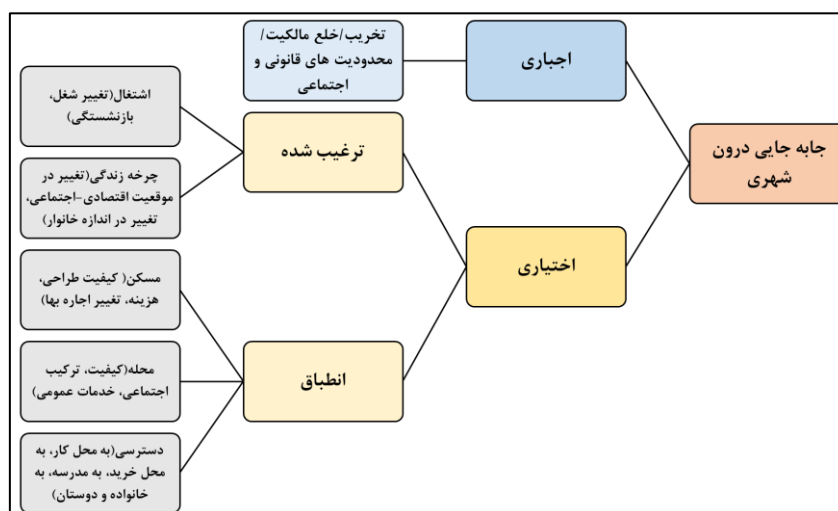
	■ توجه به مساحت ساخته‌شده، می‌تواند موجب کاهش اثر جزایر حرارتی گردد.	
Haider) & (Stone Jr et al , 2001) (Taha, 1997)	افزایش میزان نفوذپذیری سطوح سبب کاهش شدت جزایر حرارتی شده و بالعکس.	میزان نفوذپذیری سطوح
(Haider Taha, 199) & (J. A. Voogt , 2004)	افزایش این مقدار، سبب کاهش میزان شدت حرارت خواهد شد.	ضریب بازتاب مصالح
(Xiao et al, 2006) & (Herold et al, 2003)	تغییر تدریجی پوشش زمین موجب افزایش دمای هوا و سطوح می‌شود.	کاربری و پوشش گیاهی

تحولات و جابه‌جایی جمعیتی و پیامدهای احتمالی

در سال‌های اخیر، مخاطرات اقلیمی در نتیجه تغییر ناگهانی اقلیم، شهرنشینی برنامه‌ریزی نشده، فشارهای جمعیتی، تغییر کاربری و پوشش زمین، از دست‌دادن تنوع زیستی و تخریب اکوسیستم افزایش یافته‌است. میانگین مرگ‌ومیر سالانه ناشی از چنین حوادثی از میانگین ۲۶۰۰۰ نفر در سال بین سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۴ به ۳۴۰۰۰ نفر بین سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۴ افزایش یافته‌است. خسارات اقتصادی سالانه ناشی از بلایا به حدود ۳۰۰ میلیارد دلار در سطح جهانی می‌رسد. این خسارات انسانی و اقتصادی احتمالاً با تغییرات اقلیمی و افزایش جمعیت ادامه خواهد یافت. تغییرات اقلیمی یکی از محرک‌های اصلی وقوع بلایا و ایجاد خسارات قابل‌توجه در تمامی ابعاد است و بر امنیت و رفاه جوامع تأثیر می‌گذارد [۴۱]. توسعه ابزارهایی برای تصمیم‌گیری

آگاهانه و هدفمند، نظارت، گزارش و ارزیابی (MRE) مخاطرات اقلیمی، می‌تواند تا حد قابل توجهی از حجم خسارات بکاهد [۴۲].

جابه‌جایی درون‌شهری و درون منطقه‌ای بخش وسیعی از حرکت‌های ایجاد شده توسط افراد را در کشورهای مختلف به خود اختصاص می‌دهد. این جابه‌جایی سکونت می‌تواند اجباری یا اجباری باشد. اگر چه ممکن است جابه‌جایی اجباری به دلیل ویرانی یا تخریب ملک یا خلع مالکیت در موارد خاصی مشاهده شود، اما اکثر افراد و خانواده‌ها به میل خود جابه‌جا می‌شوند. با این وجود محرک جابه‌جایی‌ها ممکن است از خارج وارد گردد. دلایل اصلی جابه‌جایی درون شهری افراد و خانوارها را می‌توان به صورت زیر نشان داد [۴۳]. (شکل ۲)



تصویر شماره ۲: انواع و دلایل جابه‌جایی درون‌شهری خانواده‌ها [۴۳]

تأثیر تحولات جمعیتی بر تغییرات دمای شهری

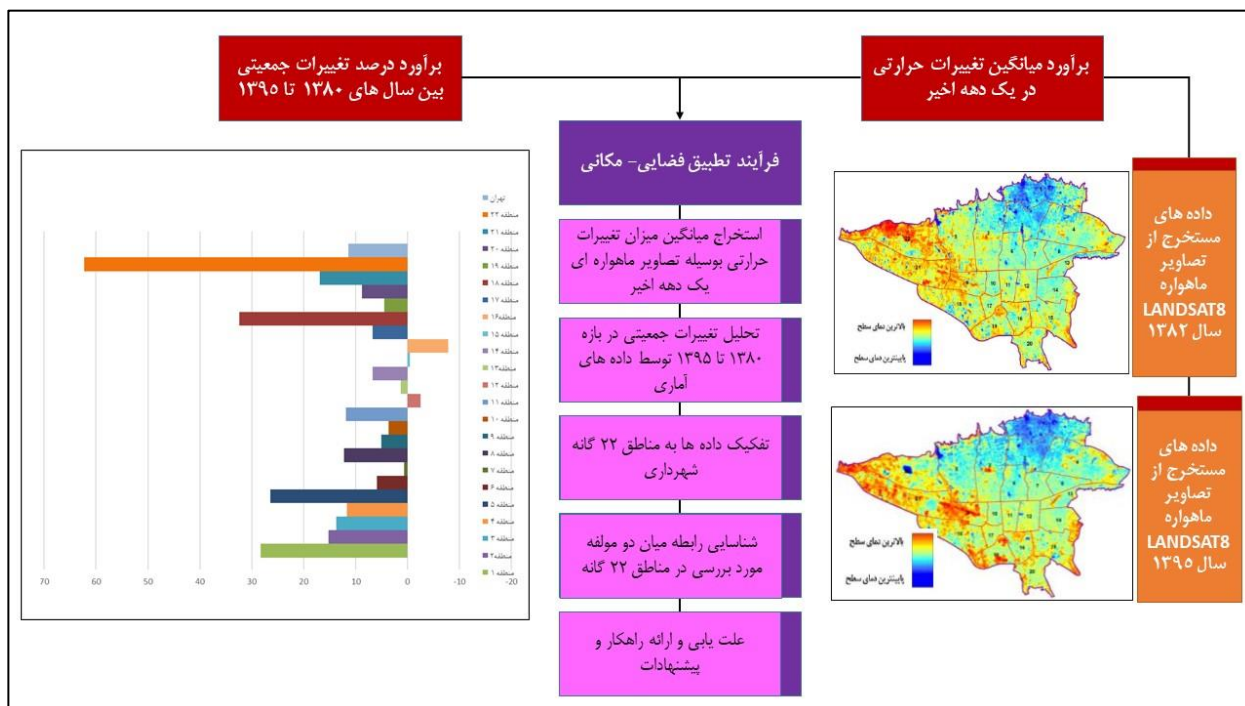
بر اساس داده‌های آماری سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵، نسبت مهاجران داخلی به کل جمعیت، به ترتیب ۷.۴ درصد و ۵.۴ درصد بوده است که نشان‌دهنده نقش مهاجرت داخلی در توزیع جمعیت و افزایش گوناگونی جمعیت مناطق مختلف می‌باشد [۴۴]. محل کار ساکنان شهری عمدتاً در مناطق شهری قرار دارد، بنابراین ساکنان فواصل رفت‌وآمد طولانی و وابستگی زیادی به اتومبیل دارند که منجر به انتشار آلاینده‌های بیشتر می‌شود. به موازات آن، اغلب مناطق خارج از محدوده شهرها، به‌منظور جانمایی کاربری‌های صنعتی بزرگ مقیاس انتخاب می‌شوند که خود باعث گرمایش سطح می‌شود. [۳۸]. افزایش فعالیت‌های انسانی در شهرها پدیده جزایر حرارتی را شدیدتر خواهد کرد. این پدیده با تمام اثرات منفی خود، جمعیت انسانی، به ویژه ساکنان شهرها، را به طور جدی به خطر خواهد انداخت [۳۹].

اثر حرارتی، پدیده‌ای غیرقابل مشاهده است اما ضروری است مدیران شهری، ضمن ارائه راه‌حل در راستای مقابله با این پدیده، شهروندان را از خطرات جدی و جبران‌ناپذیر آن آگاه سازند. نمودار زیر، عوامل تأثیرگذار بر شیوع پدیده حرارت سطوح زمین‌شهری را نشان می‌دهد. وجود عوامل جاذبه‌ای در شهرهای مرکزی خصوصاً تهران، که خود ناشی از توزیع نابرابرانه امکانات می‌باشد، این دسته از شهرها را

در مقایسه با سایر مناطق شهری، محلی برای رواج اشتغال کاذب، تراکم جمعیت مازاد و عدم پاسخ‌دهی مناسب زیرساخت‌های شهری در راستای برطرف‌سازی نیاز شهروندان ساخته‌است.

در پی تحولات جمعیتی غیربرنامه‌ریزی‌شده، در برخی از محلات شهری، محلات، دچار فرسودگی شده و منشأ ایجاد محلات فقیرنشین خواهد بود. ناهمگونی اجتماعی و فرهنگی ناشی از جابه‌جایی‌ها در برخی از موارد، موجب کاهش حس همسایگی و تعلق به مکان خواهد شد. همچنین ناهمگونی جمعیتی، موجب رشد بی‌قواره شهر و بی‌هویت‌سازی می‌شود. در برخی از موارد، تغییر و تبدیل سریع کاربری‌ها، به‌منظور پاسخ به نیاز شهروندان رخ می‌دهد [۴۴]. بنابراین با توجه به موارد مطرح‌شده، می‌توان نتیجه گرفت، با توجه به نقش مؤثر جابه‌جایی درون‌شهری و پیامدهای ناشی از آن، به میزان کافی به بررسی ابعاد و معضلات این پدیده، پرداخته نشده‌است. ضروریست به‌منظور ایجاد و تحقق شهرهای پایدار، به این مسئله که بر ساختار اجتماعی و فضایی شهرها، اثرگذار است، توجه گردد.

شکل مربوط، مدل مفهومی پژوهش و نحوه استخراج داده‌های مطالعه، در راستای دستیابی به تطبیق فضایی- مکانی میان دو مؤلفه تغییرات جمعیتی و تغییرات دمایی را نمایش می‌دهد. (شکل ۳)



شکل ۳- مدل مفهومی پژوهش

با مطالعه و بررسی پژوهش‌های صورت گرفته، ضمن بهره‌مندی از دستاوردهای پژوهش مرتبط با موضوع موردبحث، عوامل تأثیرگذار بر پدیده جزایر حرارتی، دمای

سطحی زمین و تحولات جمعیتی، موردبررسی قرار خواهدگرفت.

جدول ۳- پیشینه تحقیق و مطالعات مرتبط با جزایر حرارتی، دمای سطحی زمین، تراکم و تحولات جمعیتی

نویسنده/سال	عنوان پژوهش	دستاورد پژوهش	عوامل تأثیرگذار از دیدگاه پژوهشگر
امیر بخشی و همکاران/ ۱۴۰۱	بررسی نقش الگوی رشد شهری در ایجاد جزایر حرارتی در شهرها، نمونه موردی: شهر ساری [۴۵]	نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که شکل‌گیری جزایر حرارتی در شهرسازی وابسته به هر دو نوع رشد شهری می‌باشد و ایجاد نواحی حرارتی با نوع پوشش زمین، تراکم جمعیتی و ساختمانی رابطه معناداری دارد.	رشد افقی و عمودی شهری/ نوع پوشش زمین/ تراکم جمعیتی و ساختمانی
فیروز رنجبر و معصومه مقل/ ۱۳۹۸	اثر گسترش شهر بر شرایط آب‌وهوایی ایستگاه سینوپتیک مهرآباد [۴۶]	نتایج نشان می‌دهد که همگام با افزایش جمعیت و رشد فیزیکی شهر تهران و قرارگیری ایستگاه در محدوده شهری، دو پارامتر دمای کمینه و بیشینه افزایش یافته‌است.	رشد جمعیت/ رشد فیزیکی شهر/ جانمایی ایستگاه سینوپتیک

ولی‌اله رستمعلی‌زاده و رضا نوبخت/۱۳۹۸	بررسی وضعیت جابجایی درون‌شهری در شهر تهران و عوامل مؤثر بر آن [۴۴]	طبق یافته‌های این مطالعه، مهمترین عوامل ماندگاری سکونت عبارتند از : افزایش تعداد خویشاوندان در یک محله، افزایش سن، تعداد فرزندان بیشتر و افزایش مدت زمان اقامت. نتایج نهایی تحقیق نشان می‌دهد که متغیرهای سن، مدت اقامت، وضعیت مسکن، تعداد خویشاوندان و تعداد فرزندان، در احتمال جابجایی درون محله ای و متغیرهای مدت زمان اقامت، سن و تعداد خویشاوندان، در احتمال جابجایی بین محله‌ای مؤثر هستند.	بعد خانوار/ افزایش سن/میزان زاد و ولد/ وضعیت پایداری مسکن
سامان نادى‌زاده‌شورابه و همکاران/۱۳۹۷	بررسی تغییرات مکانی-زمانی کاربری اراضی، گسترش شهری و تاثیر آن بر افزایش دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر چندزمانه لندست (مطالعه موردی: شهر گرگان) [۴۷]	نتایج مطالعات حاکی از آن است که میان نوع کاربری و دمای سطح زمین ارتباط قوی وجود دارد. همچنین نقش پوشش گیاهی بر LST مشهود می‌باشد.	نوع کاربری/پوشش گیاهی
هادی رضایی‌راد و مجتبی رفیعیان/۱۳۹۶	برآورد تغییرات فضایی-زمانی شدت جزیره‌حرارتی کلانشهر تهران با استفاده از تصاویر ماهواره ای Landsat8 و ASTER [۴۸]	این پژوهش اذعان دارد که در ۴۰٪ از سطح شهر تهران طی یک دهه اخیر به دلیل اثرات توسعه کالبدی شهر، الگوی فضایی جزیره‌حرارتی تغییر یافته‌است. همچنین کاهش کمینه حرارت و کاهش میانگین حرارت، از دیگر یافته‌های این پژوهش می‌باشد.	توسعه کالبدی شهر
یعقوب زنگنه و همکاران/۱۳۹۰	بررسی روندها و انگیزه‌های مهاجرت‌های درون‌شهری مطالعه‌ی موردی: سبزوار [۴۳]	نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیش از نیمی از خانوارهای مورد بررسی حداقل یک بار محل سکونت خود را در داخل شهر تغییر داده‌اند. بنابراین جابه‌جایی‌های درون‌شهری، از جایگاه مورد توجه‌ای در میان ساکنان بهره‌مند می‌باشند.	-
Mimoza Dushi & Albert Berila /2022	Determining the influence of population density on the land surface temperature based on remote sensing data and GIS techniques: application to Prizren, Kosovo تعیین تأثیر تراکم جمعیت بر دمای سطح زمین بر اساس داده‌های سنجنش از راه دور و تکنیک‌های GIS [۹]	تجزیه و تحلیل‌ها حاکی از وجود نقش مهمی است که تراکم جمعیت در ایجاد اثر جزیره‌حرارتی سطحی شهری (SUHI) ایجاد می‌کنند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که در قسمت‌های شمالی، مرکزی و غربی تصاویر ماهواره‌ای پیکسل‌هایی با مقادیر LST بالا وجود دارد. بنابراین مدیران شهری این مناطق می‌بایست تمام اقدامات لازم را برای به حداقل رساندن این اثر مضر که باعث نگرانی شهروندان می‌شود، انجام دهند.	میزان تراکم جمعیتی

میزان تراکم جمعیتی	با بررسی نمونه مورد مطالعه، مشخص می‌شود که در طول دو دهه اخیر ۳.۵ درجه سانتی‌گراد LST و ۹۵ درصد تراکم جمعیت، افزایش یافته‌است و پدیده جزایر گرمایی در این دو دهه شکل پیدا کرده‌است.	Land Surface Temperature and its Relationship to Population Density دمای سطح زمین و ارتباط آن با تراکم جمعیت [۴۹]	Mita Apriana & Erliza Syahrani/2022
گسترش سطوح شهری	یافته‌های پژوهش نشان‌دهنده این‌است که مساحت شهری از ۸۶۹ درصد در سال ۲۰۰۲ به ۲۰۸۱ درصد در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته‌است و در این دوره اراضی بایر به دلیل گسترش سطوح شهری به میزان ۳۴۸۸ درصد کاهش یافته‌است. شدت جزیره‌حرارتی شهری سطحی از ۲.۴۷ درجه سانتی‌گراد در سال (۲۰۰۲) به ۳.۱۰ درجه سانتی‌گراد در سال (۲۰۲۱) افزایش یافته‌است.	Impact of urbanization on land surface temperature and surface urban heat Island using optical remote sensing data: A case study of Jeju Island, Republic of Korea تاثیر شهرنشینی بر دمای سطح زمین و جزیره گرمایی زمین با استفاده از داده‌های سنجنش از راه دور نوری [۳]	Moazzam, Muhammad et al/2022
-	این پژوهش نشان می‌دهد که درک چارچوب‌ها و پیوند بین تغییرات اقلیم و مهاجرت و نحوه کنترل و مدیریت این فرآیند می‌تواند به توسعه نهادی در این حوزه از حکمروایی کمک‌کند.	Governing people on the move in a warming world: Framing climate change migration and the UNFCCC Task Force on Displacement حکمروایی بر جمعیت در حال جابه‌جایی در جهان در حال گرم‌شدن: چارچوب بندی مهاجرت تغییرات آب و هوا و کارگروه UNFCCC برای جابجایی جمعیتی [۵۰]	Lisa Vanhala & Elisa Calliari/2022
گسترش شهرنشینی/ روند صنعتی‌شدن/ پوشش گیاهی/ افزایش ساخت و سازهای شهری	این مطالعه نشان می‌دهد با گسترش شهرنشینی و افزایش روند صنعتی‌شدن، پوشش گیاهی قربانی ساخت و سازهای شهری شده، بنابراین کمینه دمای سطح زمین افزایش یافته‌است.	Investigation of the effect of urbanization on land surface temperature example of Bursa بررسی تاثیر شهرنشینی بر دمای سطح زمین [۵۱]	Beyzanur Yamak et al/2021

الگوی رشد شهری/ تراکم و فشردگی شهری	شهرهای مورد بررسی به چهار دسته‌بندی دمایی و اقلیمی تقسیم شدند و مشاهده‌شد، هرچه رشد شهری فشرده‌تر باشد، سطح به راحتی گرم می‌شود. همبستگی مثبت و معنی داری میان تراکم و فشردگی شهری و LST در اکثر مناطق مشاهده‌شد.	Effect of urban growth pattern on land surface temperature in China: A multi-scale landscape analysis of 338 cities تأثیر الگوی رشد شهری بر دمای سطح زمین در چین: تجزیه و تحلیل منظر چند مقیاسی از ۳۳۸ شهر [۳۸]	Yingxue Rao et al/2021
-	شاخص ریسک گسترش یافته INFORM وسیله‌ای برای ادغام برنامه‌های سیاست کاهش مخاطرات ناشی از بلایا و سازگاری با تغییر آب و هوا برای ایجاد شرایطی برای تأثیر بیشتر سیاست و برنامه‌ریزی، استفاده کارآمدتر از منابع و اقدام مؤثرتر در حفاظت از زندگی، معیشت و دارایی‌های ارزشمند است. این پژوهش به ارائه راهکار در این زمینه پرداخته‌است.	Assessing future vulnerability and risk of humanitarian crises using climate change and population projections within the INFORM framework ارزیابی آسیب‌پذیری و خطر بحران‌های انسانی با استفاده از تغییرات آب و هوا و پیش‌بینی جمعیت در چارچوب INFORM [۵۲]	Sepehr Marzi et al/2021
-	هدف این مقاله بررسی روند اخیر تحقیقات تغییر اقلیم و شهرنشینی برای کشف رابطه بین تحرک انسانی ناشی از اقلیم و تأثیرات بعدی بر شهرهای بنگلادش است. نتایج نشان می‌دهد پیشبرد هم زمان تاب آوری جمعیت روستایی و شهری در برابر تغییرات اقلیمی غیرممکن خواهد بود و این فرآیند نیاز برنامه‌ریزی گام به گام می‌باشد.	Climate change and migration impacts on cities: Lessons from Bangladesh تغییرات آب و هوا و تأثیرات مهاجرت بر شهرها: درس‌هایی از بنگلادش [۵۳]	Md Masud Parves Rana & Irina Ilina/2021
	این مطالعه در یافته‌است که شرایط زندگی و عدم اطمینان از فراهم‌سازی خدمات ضروری برای تحولات جمعیتی جدید، آسیب‌پذیری جوامع را در برابر تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی بر زندگی، سلامت و امنیت آن‌ها افزایش می‌دهد. توصیه می‌شود یک طرح در راستای سازگاری با تغییرات اقلیمی شامل افزایش آگاهی و آموزش، توسط برنامه‌ریزان در نظر گرفته‌شود.	The impacts of climate change on displaced populations: A call for action تأثیرات تغییر آب و هوا بر تحولات جمعیتی: فراخوانی برای اقدام [۵۴]	Ayman Ahmed et al/2021
پوشش گیاهی/ فعالیت‌های انسانی	نتایج پژوهش کاهش قابل توجهی در پوشش گیاهی منطقه مورد بررسی همگام با افزایش دمای سطح زمین از ۳۲۶ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۰۰ به ۳۶۲ درجه سانتی‌گراد در سال ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد و این افزایش دما می‌تواند به فعالیت‌های انسانی نسبت داده‌شود.	Human Induced Impact on the Land Surface Temperature Dynamics of Obio/Akpor Local Government Area of River State, Nigeria تأثیر انسان بر دینامیک دمای سطح زمین [۵۵]	Chigozi Wali Bethel et al/2020
گسترش شهرنشینی/ افزایش جمعیت	این پژوهش ضمن پیش‌بینی جمعیت سال ۲۰۲۷ و بر اساس پیش‌بینی کاربری زمین، درمی‌یابد که میانگین LST منطقه مورد تجزیه و تحلیل در سال ۲۰۲۷ نسبت به سال ۲۰۱۷ افزایش خواهد داشت. گسترش شهرنشینی در منطقه با افزایش میزان LST همگام خواهد بود.	The Prediction of City Expansion and Land Surface Temperature in Bogor City, Indonesia پیش‌بینی گسترش شهر و دمای سطح زمین در شهر بوگور، اندونزی [۵۶]	Atik Nurwanda & Tsuyoshi Honjo/2019
الگوی رشد شهری	این پژوهش درمی‌یابد، میان الگوهای مختلف فضایی رشد شهری و LST رابطه معنادار وجود دارد بنابراین مدیران شهری می‌بایست بر اساس الگوی سکونت و رشد فضایی، راهکارهایی به منظور تعدیل اثر حرارتی فعالیت‌ها، اتخاذ کنند.	Effects of urban growth spatial pattern (UGSP) on the land surface temperature (LST): A study in the Po Valley (Italy) اثرات الگوی فضایی رشد شهری (UGSP)	Francesco Zullo et al/2019

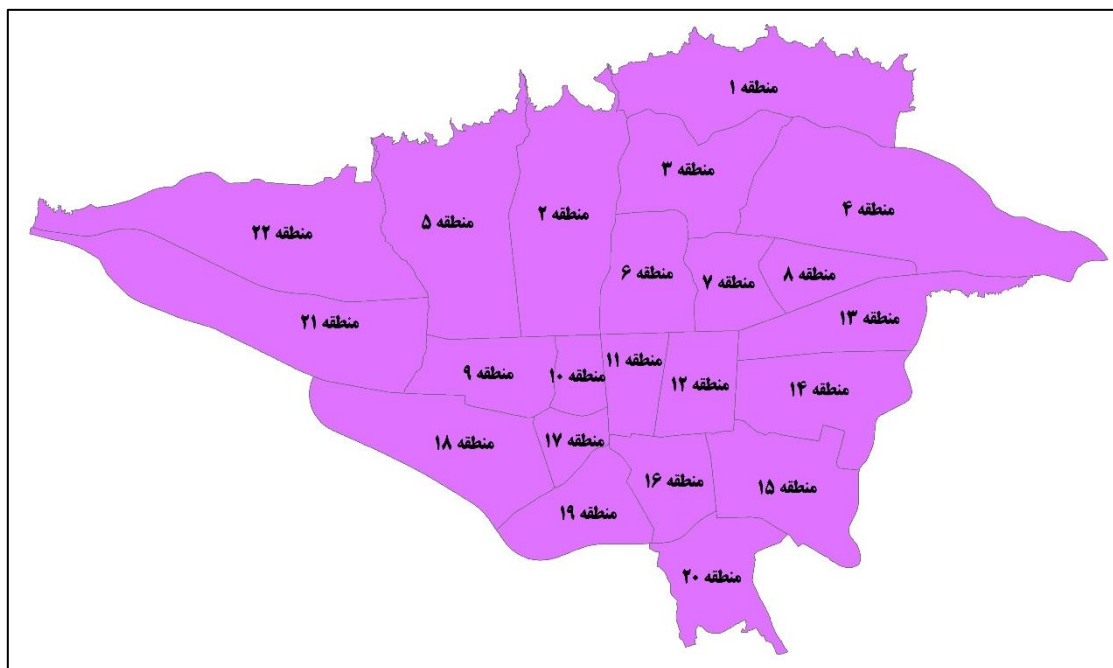
		بر دمای سطح زمین (LST) [۴]	
افزایش شهرنشینی	این مقاله معتقد است که، تغییرات LST به صورت روزانه با شاخص شهرنشینی افزایش می‌یابد. بنابراین شهرنشینی منجر به افزایش جذب گرمای شهری می‌شود.	Does urbanization increase diurnal land surface temperature variation? Evidence and implications آیا شهرنشینی تغییرات روزانه دمای سطح زمین را افزایش می‌دهد؟ شواهد و مفاهیم [۵۷]	Yen-Ching Chen et al/2017
افزایش شهرنشینی/ تخریب اکولوژی و پوشش گیاهی/ توزیع کاربری‌ها/ تراکم ساختمانی/ عنصر آب	در این مقاله، تأثیر منفی شهرنشینی در طول زمان و تأثیر آن بر روند افزایشی دما و تخریب اکولوژی شهری با استفاده از داده‌های حرارتی لندست و بررسی میدانی، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که توزیع فضایی دمای سطح زمین تحت تأثیر تغییر کاربری، پوشش زمین و عوامل انسانی است. میانگین اختلاف دمای سطح زمین بین سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۴ برابر با ۰.۷۵ درجه سانتی‌گراد است. همچنین نتایج نشان می‌دهد بخش مرکزی شهر بالاترین دمای سطحی را در مقایسه با فضای باز اطراف به خود اختصاص داده است. مناطقی که تراکم ساختمانی بیشتری دارند نیز دمای بالاتری را نشان می‌دهند و مناطق پوشیده از پوشش گیاهی و جاری بودن عنصر آب دمای پایین‌تری دارند.	Impact of Land use Change and Urbanization on Urban Heat Island in Lucknow City, Central India. A Remote Sensing Based Estimate تأثیر تغییر کاربری زمین و شهرنشینی در ایجاد جزیره حرارتی شهری، یک تخمین مبتنی بر سنجش از دور [۵۸]	Prafull Singh et al/2017
تراکم جمعیتی/ پوشش گیاهی	در مناطقی با تراکم جمعیتی بالا و پوشش طبیعی فقیرتر، دمای سطح زمین به مراتب بیشتر از مراکز با تمرکز جمعیتی پایین تر و پوشش طبیعی غنی تر می‌باشد.	Impact of land cover and population density on land surface temperature: Case study in Wuhan, China تأثیر پوشش زمین و تراکم جمعیت بر دمای سطح زمین [۲]	Lin Li et al/2014

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف از نوع کاربردی و از نظر روش انجام، توصیفی-تحلیلی می‌باشد. با استفاده از مبانی نظری و پژوهش‌های پیشین صورت گرفته در زمینه موردبررسی، عوامل تأثیرگذار بر پدیده LST و SUHI شناسایی گردید. در ادامه تغییرات دمای سطح شهر در طول یک دهه از طریق تصاویر ماهواره‌ای Landsat 8 استخراج شد. تحولات جمعیتی به تفکیک مناطق شهر تهران، به وسیله داده‌های آماری محاسبه گردید. با گردآوری داده‌های مورد نیاز به تفکیک مناطق ۲۲ گانه، به شناسایی ارتباط میان دو مؤلفه پرداخته شد. با توجه به نوع رابطه میان دو مؤلفه، به شناسایی دلایل محتمل و علت‌یابی اقدام شد.

معرفی محدوده مورد مطالعه

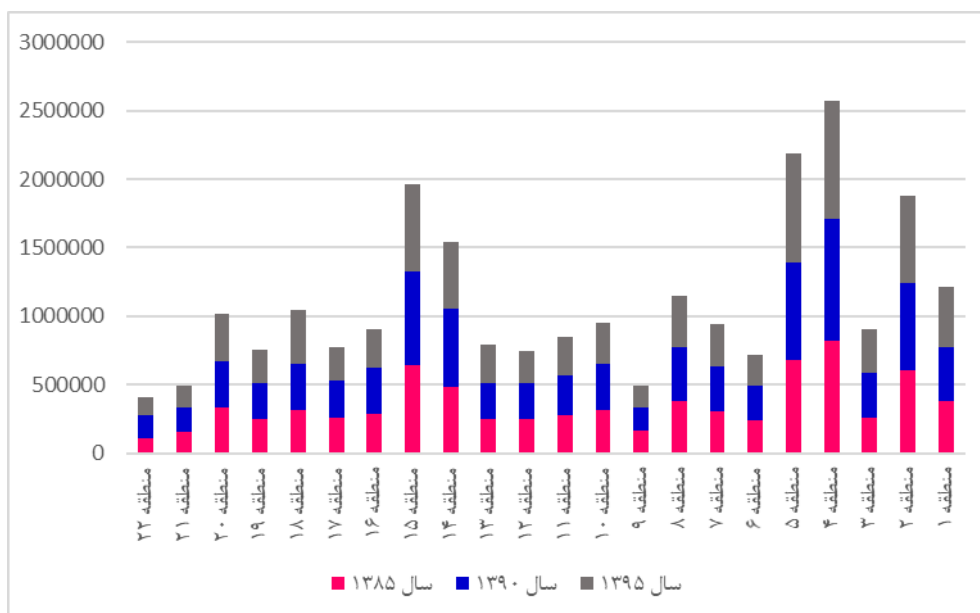
شهر تهران در ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی در کوهپایه‌های جنوبی رشته‌کوه‌های البرز با مساحتی حدود ۸۰۰ کیلومتر مربع و با ۲۲ منطقه شهرداری واقع شده است. شهر تهران، بزرگ‌ترین شهر، پایتخت ایران، مرکز استان تهران و شهرستان تهران می‌باشد [۱۸-۲۹-۳۰]. کلانشهر تهران، پرجمعیت‌ترین سکونتگاه شهر ایران بر دامنه‌های بخش جنوبی رشته کوه البرز واقع شده است. تصویر زیر تقسیمات مناطق شهرداری تهران را نشان می‌دهد. (شکل ۴)



شکل ۴- مناطق ۲۲ گانه کلانشهر تهران

دلایل آن می‌توان به اشباع جمعیتی و هزینه‌های بالای زندگی در این شهر در زمینه‌های مسکن، آموزش و سایر موارد اشاره داشت. تصویر زیر، به روند افزایش جمعیت استان تهران به تفکیک مناطق ۲۲ گانه پرداخته‌است. (شکل ۵)

جمعیت تهران از ۷۷۹۷۵۲۰ نفر در سال ۱۳۸۵، به ۸۳۳۲۲۷۶ نفر در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته و سپس در سال ۱۳۹۵ این جمعیت رشد نزولی را تجربه کرده و به عدد ۸۱۵۴۰۵۱ نفر رسیده‌است [۳۱-۳۲-۳۳]. با توجه به سیر نزولی جمعیت کلانشهر تهران، به نظر می‌رسد از عمده‌ترین



شکل ۵- نتایج سرشماری مناطق ۲۲ گانه تهران [۶۱-۶۳]

تحلیل یافته‌ها

آمار موجود از جمعیت ساکن در نواحی مختلف تهران نشان می‌دهد که روند جمعیت‌پذیری مناطق ۲۲ گانه کلانشهر تهران در فاصله زمانی ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ به یک میزان نبوده است. بنابراین به منظور بررسی واستنتاج میزان تغییرات حرارتی در مناطق و رابطه‌یابی میان دو مؤلفه تغییرات جمعیتی و تغییرات حرارتی، به مقایسه تطبیقی مکانی پرداخته شده است. مقایسه تطبیقی صورت گرفته در جدول

ذیل، بیانگر رابطه میان تحولات جمعیتی و تحولات دمای سطوح شهری به تفکیک مناطق ۲۲ گانه و پهنه‌بندی آن را نشان می‌دهد. (جدول شماره ۴)

در جدول، نماد  نشان‌دهنده وجود ارتباط مستقیم میان تغییرات جمعیتی و تغییرات حرارتی در منطقه مورد مطالعه، نماد  بیان‌کننده ارتباط معکوس میان تغییرات جمعیتی و تغییرات حرارتی و نماد  نمایانگر بی‌تأثیر بودن این دو مؤلفه نسبت به یکدیگر می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه تطبیقی میان تغییرات جمعیتی و حرارتی در مناطق ۲۲ گانه کلانشهر تهران

پهنه بندی مناطق	مناطق ۲۲ گانه تهران	تغییرات جمعیتی بین سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ (درصد)	نمایش نوع ارتباط میان تغییرات جمعیتی و تغییرات حرارتی	میانگین میزان تغییرات حرارتی در یک دهه اخیر (سانتی گراد)	عامل افزایش دما در سطح منطقه
پهنه مرکزی	منطقه ۶	۵.۹۳۹		-۳.۸	عدم افزایش دما
	منطقه ۷	۰.۶۴۸		۰.۲	فشرده‌گی و تراکم جمعیت
	منطقه ۱۰	۳.۶۴۲		۰.۱۳	فشرده‌گی و تراکم جمعیت
	منطقه ۱۱	۱۱.۸۸۰		-۰.۱۵	عدم افزایش دما
	منطقه ۱۲	-۲.۵۰۶		-۰.۲۳	عدم افزایش دما به واسطه کاهش تغییرات جمعیتی
پهنه شمال غربی	منطقه ۲	۱۵.۱۹۲		-۰.۸۳	عدم افزایش دما
	منطقه ۵	۲۶.۳۹۳		-۱.۸	عدم افزایش دما
	منطقه ۲۱	۱۶.۹۱۴		۰	عدم افزایش دما
	منطقه ۲۲	۶۲.۲۷۲		۲.۲۴	فشرده‌گی و تراکم جمعیت
	منطقه ۹	۵.۰۲۵		۱.۷	فشرده‌گی و تراکم جمعیت / جانمایی کاربری های ویژه (صنعتی و فرودگاهی)
پهنه جنوب غربی	منطقه ۱۷	۶.۷۲۲		-۰.۱۲	عدم افزایش دما
	منطقه ۱۸	۳۲.۲۷۶		۰.۱۱	فشرده‌گی و تراکم جمعیت
	منطقه ۱۹	۴.۵۰۰		۱	فشرده‌گی و تراکم جمعیت / جانمایی کاربری های ویژه (صنعتی و فرودگاهی)
	منطقه ۱۴	۶.۶۹۴		۰.۶۳	فشرده‌گی و تراکم جمعیت
پهنه جنوب شرقی	منطقه ۱۵	-۰.۴۶۳		-۰.۲۱	عدم افزایش دما به واسطه کاهش تغییرات جمعیتی
	منطقه ۱۶	-۷.۸۱۸		-۰.۱	عدم افزایش دما به واسطه کاهش تغییرات جمعیتی
	منطقه ۲۰	۸.۸۲۷		۰.۴	فشرده‌گی و تراکم جمعیت
	منطقه ۱	۲۸.۳۰۴		-۰.۸۵	عدم افزایش دما
پهنه شمال شرقی	منطقه ۳	۱۳.۷۳۲		-۰.۲۳	عدم افزایش دما
	منطقه ۴	۱۱.۷۲۲		-۰.۶۸	عدم افزایش دما
	منطقه ۸	۱۲.۲۷۱		۰	عدم افزایش دما
	منطقه ۱۳	۱.۳۱۴		۰.۳۱	فشرده‌گی و تراکم جمعیت
	تهران	۱۱.۹۸۱		-۰.۹۹	

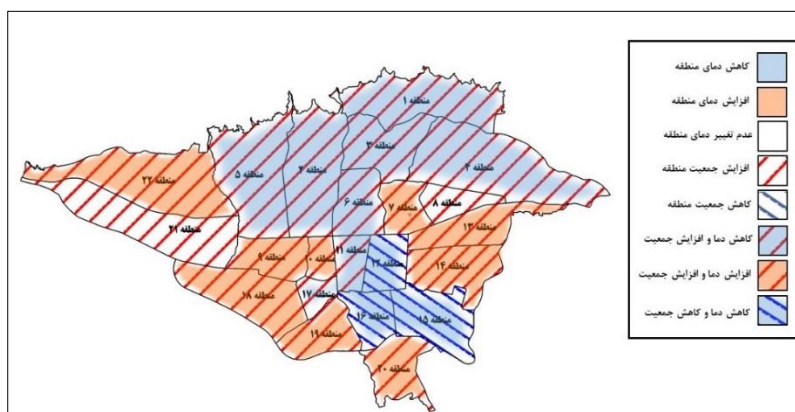
میانگین تغییرات حرارتی، در منطقه ۱۳ شهرداری، رابطه مستقیم میان افزایش تغییرات جمعیتی و افزایش تغییرات حرارتی و در منطقه ۸ شهرداری، عدم تأثیر افزایش جمعیت بر تغییرات حرارتی قابل مشاهده می‌باشد. دستاوردهای پژوهش [۶۴-۷۶] مهم‌ترین نتایج در پیشینه پژوهش را تأیید می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی به عمل آمده طی دهه اخیر، نشان می‌دهد مناطق مرکزی شهر تهران به‌ویژه منطقه ۱۲ طی دهه اخیر با کاهش جمعیت روبه‌رو شده و مناطقی که در لبه‌های پیرامونی واقع شده‌اند بیشترین افزایش جمعیت را به واسطه بارگذاری وسیع ساخت‌وساز داشته‌اند. مناطق ۱ و ۵ و ۱۸ بیشترین افزایش جمعیت را در یک دهه اخیر داشته‌اند. در مجموع باید گفت نیمه شمالی شهر نسبت به نیمه جنوبی به مراتب افزایش جمعیت بیشتری داشته‌است.

همان‌گونه که از نتایج بررسی میان میزان تغییرات جمعیتی و حرارتی در مناطق ۲۲ گانه تهران، مشخص‌است، میان این دو مؤلفه رابطه معناداری وجود دارد. با برآورد میانگین تحولات جمعیتی در مناطق ۲۲ گانه تهران و تحولات حرارتی در همین مناطق، رابطه معکوس میان این دو مؤلفه در این کلانشهر تبیین گردیده‌است. همچنین باید اشاره کرد که در مجموع در ۱۲ منطقه، تغییرات میان تحولات جمعیتی و حرارتی، رابطه مستقیم را نشان داده‌است. همچنین در ۸ منطقه شهرداری، این رابطه معکوس و در ۲ منطقه، تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میان این دو مؤلفه مشاهده نمی‌شود. تصویر زیر به نمایش ارتباط میان تغییرات دما و تغییرات جمعیتی در مناطق پرداخته‌است. (شکل ۶)

در مقایسه تطبیقی تغییرات جمعیتی و حرارتی در مناطق ۲۲ گانه تهران، مشاهده می‌شود که در پهنه مرکزی، در مناطق ۱۱ و ۶ شهرداری تهران، با افزایش جمعیت، میانگین میزان تغییرات حرارتی، کاهش یافته و رابطه معکوس مشاهده می‌شود. در مناطق ۷ و ۱۰ شهرداری تهران در پهنه مورد بررسی، با افزایش جمعیت، میانگین میزان تغییرات حرارتی نیز افزایش یافته که بیانگر رابطه مستقیم میان این دو مؤلفه می‌باشد. همچنین رابطه مستقیم قابل مشاهده در پهنه ۱۲، ناشی از کاهش تغییرات جمعیتی و در نتیجه کاهش تغییرات حرارتی می‌باشد. در پهنه شمال‌غربی، در مناطق ۲ و ۵ شهرداری، میان تغییرات جمعیتی و افزایش میانگین تغییرات حرارتی، رابطه معکوس وجود دارد و بدین معناست که افزایش جمعیت منجر به کاهش میزان حرارت شده‌است. اما در منطقه ۲۲ شهرداری تهران، با افزایش جمعیت، شاهد افزایش میانگین تغییرات حرارتی خواهیم بود. همچنین در همین پهنه، در منطقه ۲۱ شهرداری، مشاهده می‌شود که افزایش جمعیت، در افزایش و یا کاهش تغییرات حرارتی تأثیرگذار نبوده‌است. در پهنه جنوب‌غربی، در مناطق ۹ و ۱۸ و ۱۹ شهرداری، مشاهده می‌شود که با افزایش جمعیت، میانگین تغییرات حرارتی نیز افزایش یافته و رابطه میان این دو مؤلفه مستقیم می‌باشد. اما در منطقه ۱۷ با افزایش جمعیت، شاهد کاهش میانگین میزان تغییرات حرارتی می‌باشیم. رابطه مستقیم موجود در مناطق ۱۵ و ۱۶ شهرداری، در پهنه جنوب‌شرقی، ناشی از کاهش تغییرات جمعیتی و تغییرات حرارتی به موازات هم، و در مناطق ۱۴ و ۲۰ این رابطه مستقیم، حاصل افزایش تغییرات جمعیتی و تغییرات حرارتی می‌باشد. و در پهنه شمال‌شرقی کلانشهر تهران، در مناطق ۱ و ۳ و ۴ شهرداری، رابطه معکوس میان دو مؤلفه به دلیل افزایش تغییرات جمعیتی و کاهش



شکل ۶- نمایش تغییرات حرارتی و جمعیتی مناطق

تغییرات بنیادی در زمینه سیاست‌گذاری در وجوه گوناگون مدیریت، برنامه‌ریزی و طراحی شهری در راستای کاهش پیامدها و تبعات منفی اثر حرارت سطوح و پدیده جزایر حرارتی، مؤثر خواهد بود.

تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تأییدیه‌های اخلاقی: تمام اصول اخلاقی در زمینه چاپ و نشر این مقاله رعایت شده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: سهم نویسنده اول برابر با ۳۴٪ برای مشارکت در گردآوری داده‌ها، مطالعه و ترجمه مطالب و انجام اصلاحات ساختاری؛ سهم نویسنده دوم برابر با ۳۳٪ برای مشارکت در تصحیح داده‌های جمع‌آوری‌شده، انجام اصلاحات مورد نظر داوران، ویرایش و دسته‌بندی؛ و سهم نویسنده سوم برابر با ۳۳٪ برای ایده اصلی مطالعه، تدوین چکیده و مطالعه و بازنگری مقاله، نتایج مقاله، اصلاحات محتوایی مورد نظر داوران و تحلیل مطالب گزارش شده است.

همان‌گونه که در تصویر فوق نمایان است، در پهنه‌های شمال‌شرقی، شمال‌غربی و مرکزی، شاهد کاهش دمای مناطق علی‌رغم افزایش جمعیت می‌باشیم که پیشبینی می‌شود ناشی از تقویت پوشش گیاهی در مناطق و سایر عوامل باشد. همچنین در پهنه‌های جنوب‌شرقی، مشاهده می‌شود که کاهش جمعیت منجر به کاهش دما در مناطق شده است. در پهنه‌های جنوب‌شرقی و غربی و چند منطقه در پهنه مرکزی، افزایش جمعیت و یا جانمایی کاربری‌های صنعتی و آلاینده موجب افزایش دمای سطوح شهری شده است.

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه و بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته در این زمینه، برنامه‌ریزی در راستای رشد شهری در هر دو جهت، توجه به تقویت پوشش گیاهی درون و برون شهری، حفظ اکولوژی و پوشش‌های طبیعی موجود و ارائه ضوابط در راستای جلوگیری از تخریب این پهنه‌ها و همچنین ارائه الگوی متناسب و بهینه کاربری‌ها و جمعیت در مناطق ۲۲گانه، جانمایی متناسب کاربری‌های صنعتی و کارگاهی و تجهیز پهنه‌های پیرامونی این دسته از کاربری‌ها با کمربندهای سبز حفاظتی، ارائه ضوابط ارتفاعی و نماسازی و توجه به جاری بودن عنصر آب در فضاهای شهری، به مدیران و برنامه ریزان شهری، پیشنهاد می‌گردد. بدیهی است، ورود پیشنهادات فوق‌الذکر، در طرح‌ها، برنامه‌ها و اسناد شهری و

- Journal of Building Engineering. 2020 Mar 1;28:101011.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101011>
8. Torabifar S, Suzanchi K. The Investigation, Classification, and Prioritization of Factors Affecting the Selection of Vertical Greenery Systems as Building Façade and Their Structural Components. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2021 Apr 10;11(1):64-82. [Persian]
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.3.6>
 9. Talaei M, Mahdavinejad M, Azari R, Haghighi HM, Atashdast A. Thermal and energy performance of a user-responsive microalgae bioreactive façade for climate adaptability. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2022 Aug 1;52:101894.
<https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101894>
 10. Yarahmadi, S., Ansari, M., Mahdavinejad, M. The Role of the Water System in the Eternity of the Persian Garden. *MANZAR, the Scientific Journal of landscape*. 2022 Dec 13; 14(61): 6-15. doi: 10.22034/manzar.2022.367987.2211
 11. Taraz M, Taghizade K, Azizi Ghohroudi M. Introducing an Innovative Variable Building Layers System (V.B.L.S). *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2015 Jun 10;5(2):55-64. [Persian]
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1394.5.2.5.8>
 12. Mansourimajoumerd P, Mahdavinejad M, Niknia S, Shirvani M. Comprehensive Strategies for Optimization e_Energy System in Different Climate Zone. In *The 4th International Conference on Architecture, Arts and Applications* www.iconfaaa.com 2020 Oct 12. Available at SSRN:
<https://ssrn.com/abstract=3709733>
 13. Mansourimajoumerd P, Bazazzadeh H, Mahdavinejad M, Nia SN. Energy Efficiency and Building's Envelope: An Integrated Approach to High-
 1. Rezaei Rad H, Rafieiana M. Evaluating The Effects of High rise building On Urban Heat Island by Sky View Factor: A case study of Narmak neighborhood, Tehran. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2016 Feb 10; 5(4): 13-22. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1394.5.4.6.3>
 2. Li, Lin & Yongbin, Tan & Ying, Shen & Yu, Zhonghai & Li, Zhen & Lan, Honghao. (2014). Impact of land cover and population density on land surface temperature: Case study in Wuhan, China. *Journal of Applied Remote Sensing*. 8. 084993.
10.1117/1.JRS.8.084993.
 3. Moazzam, Muhammad & Doh, Yang & Lee, Byung. (2022). Impact of urbanization on land surface temperature and surface urban heat Island using optical remote sensing data: A case study of Jeju Island, Republic of Korea. *Building and Environment*. 222.
<https://doi.org/10.3390/cli10010003>
 4. Zullo, Francesco & Fazio, Gianluca & Romano, Bernardino & Marucci, Alessandro & Fiorini, Lorena. (2018). Effects of Urban Growth Spatial Pattern (UGSP) on the Land Surface Temperature (LST): a study in the Po Valley (Italy). *Science of the Total Environment*. 650.
10.1016/j.scitotenv.2018.09.331
 5. Tahbaz M. Traces of sacrosanctity in Islamic Persian architecture. *Soffeh*. 14(3-4):103-124. [Persian]
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.1683870.1383.14.4.3.8>
 6. Tahbaz M. The sacred form. *Soffeh*. 14(1-2):95-125. [Persian]
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.1683870.1383.14.2.5.6>
 7. Talaei M, Mahdavinejad M, Azari R. Thermal and energy performance of algae bioreactive façades: A review.

- wind comfort. Engineering, Construction and Architectural Management. 2021 Mar 24;28(9):2381-2410. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0075>
20. Arbab M, Mahdavinejad M, Bemanian M. Comparative Study on New lighting Technologies and Buildings Plans for High-performance Architecture. Journal of Solar Energy Research. 2020 Oct 1;5(4):580-93. <https://doi.org/10.22059/jsr.2020.304087.1157>
21. Fatahi K, Nasrollahi N, Ansarimanesh M, Khodakarami J, Omranipour A. Comparison of Thermal Comfort Range of Finn Garden and Historical texture of Kashan. Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2021 May 10;11(1):53-63. [Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.4.7>
22. Ahmadi J, Mahdavinejad M, Asadi S. Folded double-skin façade (DSF): in-depth evaluation of fold influence on the thermal and flow performance in naturally ventilated channels. International Journal of Sustainable Energy. 2021 Jun 16:1-30. <https://doi.org/10.1080/14786451.2021.1941019>
23. Sarmadi H, Mahdavinejad M. A designerly approach to Algae-based large open office curtain wall Façades to integrated visual comfort and daylight efficiency. Solar Energy. 2023 Feb 1;251:350-65. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.01.021>
24. Mahdavinejad M, Javanroodi K. Natural ventilation performance of ancient wind catchers, an experimental and analytical study—case studies: one-sided, two-sided and four-sided wind catchers. International journal of energy technology and policy, 2014 Jan 1;10(1):36-60. <https://doi.org/10.1504/IJETP.2014.065036>
25. Saadatjoo P, Mahdavinejad M, Zhang G, Vali K. Influence of permeability Performance Architecture. Urban Planning and Architectural Design for Sustainable Development (UPADSD 2021). Florence, Italy, 14, Sep / 16, Sep 2021; Pp. 122-123. Available at: https://flore.unifi.it/bitstream/2158/1259071/6/UPADSD%202021_ATTI_Firenze.pdf#page=133
14. Torabi M, Mahdavinejad M. Past and Future Trends on the Effects of Occupant Behaviour on Building Energy Consumption. J. Sustain. Archit. Civ. Eng. 2021 Oct 27;29(2) 83-101. <https://doi.org/10.5755/j01.sace.29.2.28576>
15. Rasoolzadeh M, Moshari M. Prioritizing for Healthy Urban Planning: Interaction of Modern Chemistry and Green Material-based Computation. Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2021 May 10;11(1):94-105. [Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.7.0>
16. Moshari M, Nazari S. Learning from Hidden Geometry of Forests and Wildlife Environment for Biophilic Regional Planning. Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2020 Oct 10;10(3):183-191. [Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1399.10.3.6.6>
17. Shaeri J, Mahdavinejad M, Vakilinejad R, Bazazzadeh H, Monfared M. Effects of sea-breeze natural ventilation on thermal comfort in low-rise buildings with diverse atrium roof shapes in BWh regions. Case Studies in Thermal Engineering. 2023 Jan 1;41:102638. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102638>
18. Shaeri J, Mahdavinejad M. Prediction Indoor Thermal Comfort in Traditional Houses of Shiraz with PMV/PPD model. International Journal of Ambient Energy. 2022 Dec 31;43(1):8316-34. <https://doi.org/10.1080/01430750.2022.2092774>
19. Fallahtafti R, Mahdavinejad M. Window geometry impact on a room's

- <https://doi.org/10.5755/j01.sace.31.2.30800>
32. Shaeri J, Mahdavinejad M. Prediction Indoor Thermal Comfort in Traditional Houses of Shiraz with PMV/PPD model. *International Journal of Ambient Energy*. 2022 Dec 31;43(1):8316-34. <https://doi.org/10.1080/01430750.2022.2092774>
33. Shaeri J, Mahdavinejad M, Zalooli A. Physico-mechanical and Chemical Properties of Coquina Stone Used as Heritage Building Stone in Bushehr, Iran. *Geoheritage*. 2022 Sep;14(3):1-11. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00738-0>
34. Shaeri J, Mahdavinejad M, Pourghasemian MH. A new design to create natural ventilation in buildings: Wind chimney. *Journal of Building Engineering*. 2022 Aug 22;105041. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.105041>
35. Servati, Zahra, Latifi, Gholamreza, Soltani, Ali, & Sanaeiyan, Haniyeh. (1400). Spatial distribution pattern of thermal islands in the context of social and economic characteristics (the case of mining in Tehran). *Urban and Regional Development Planning Quarterly*, 6(16), 1-23. <https://doi.org/10.22054/urdp.2021.62607.1367>
36. Rafiyan Mojtabi, Rezaei Rad Hadi. Measuring the Impact of Vegetation Greenness on Spatial Changes of Heat Island Intensity in Tehran Metropolitan by Using ASTER and Landsat8 Satellite Images. *Spatial analysis of environmental hazards* 2016; 4 (3): 1-16. <http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2746-en.html>
37. Rafiyan, Mojtabi, Noorian, Farshad, & Rezaei Rad, Hadi. (2016). Estimation of spatial correlation between greenness and thermal energy of Tehran metropolis surfaces through remote sensing (1382-1395). *Physical Development Planning*, 4(3), 25-36.
38. Rao, Yingxue & Dai, Jingyi & Dai, Deyi & He, Qingsong. (2021). Effect of urban growth pattern on land surface temperature in China: A multi-scale ratio on wind-driven ventilation and cooling load of mid-rise buildings. *Sustainable Cities and Society*. 2021 Jul 1;70:102894. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102894>
26. Ahmadi J, Mahdavinejad M, Larsen OK, Zhang C, Zarkesh A, Asadi S. Evaluating the different boundary conditions to simulate airflow and heat transfer in Double-Skin Facade. In *Building Simulation 2022* May;15(5):799-815. Tsinghua University Press. <https://doi.org/10.1007/s12273-021-0824-5>
27. Goharian A, Mahdavinejad M. A novel approach to multi-apertures and multi-aspects ratio light pipe. *Journal of Daylighting*. 2020 Sep 16;7(2):186-200. <https://doi.org/10.15627/jd.2020.17>
28. Goharian A, Mahdavinejad M, Bemanian M, Daneshjoo K. Designerly optimization of devices (as reflectors) to improve daylight and scrutiny of the light-well's configuration. *Building Simulation*. 2021 Oct 9 (pp. 1-24). Tsinghua University Press. <https://doi.org/10.1007/s12273-021-0839-y>
29. Moulaii M, Pilechiha P, Shadanfar A. Optimization of Window Proportions with an Approach to Reducing Energy Consumption in Office Buildings. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2019 Sep 10;9(2):117-23. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.2.6.7>
30. Shams G, Moshari M. Health and Post-Corona: Air Filtration through Building Skins as Biological Membranes. *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2022 Jan 10;11(4):44-59. [Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.4.3.2>
31. Goharian A, Daneshjoo K, Mahdavinejad M, Yeganeh M. Voronoi geometry for building facade to manage direct sunbeams. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 2022 Oct 26;31(2):109-24.

45. Nadizadeh Shorabeh S, Hamzeh S. Investigating the Effects of environmental and demographic parameters on the spatial distribution of surface temperature of tehran by combining statistical and mono-window models. *Physical Geography Research Quarterly*. 2019 Jun 22;51(2):263-82. Available at: https://jphgr.ut.ac.ir/article_73367_en.html?lang=en
46. Sedaghat A, Sharif M. Mitigation of the impacts of heat islands on energy consumption in buildings: A case study of the city of Tehran, Iran. *Sustainable Cities and Society*. 2022 Jan 1;76:103435. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103435>
47. Nadizadeh Shorabeh S, Hamzeh S, Kiavarz M, Afsharipour SK. Effects of spatial and temporal land use changes and urban development on the increase of land surface temperature using landsat multi-temporal images (case study: Gorgan city). *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*. 2018 Sep 23;6(3):545-68. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2018.262673.945>
48. Tariq A, Mumtaz F, Zeng X, Baloch MY, Moazzam MF. Spatio-temporal variation of seasonal heat islands mapping of Pakistan during 2000–2019, using day-time and night-time land surface temperatures MODIS and meteorological stations data. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2022 Aug 1;27:100779. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100779>
49. Apriana M, Syahrani E. Land Surface Temperature and its Relationship to Population Density. *Journal of Applied Geospatial Information*. 2022 Feb 20;6(1):569-75. 10.30871/jagi.v6i1.1936.
50. Vanhala L, Calliari E. Governing people on the move in a warming world: Framing climate change migration and the UNFCCC Task Force on Displacement. *Global Environmental Change*. 2022 Sep 1;76:102578. 76.
- landscape analysis of 338 cities. *Land Use Policy*. 103. 105314. 10.1016/j.landusepol.2021.105314.
39. Dushi, Mimoza & Berila, Albert. (2022). determining the influence of population density on the land surface temperature based on remote sensing data and GIS techniques: application to Prizren, Kosovo. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences*. 31. 47-62. 10.22630/srees.2324.
40. Rezaei Rad H, Khodaei Z, Ghiai MM, Tabe Arjmand J, El Haj Assad M. The quantitative assessment of the effects of the morphology of urban complexes on the thermal comfort using the PMV/PPD model (a case study of Gheytariyeh neighborhood in Tehran). *International Journal of Low-Carbon Technologies*. 2021 May;16(2):672-82. <https://doi.org/10.22054/urdp.2021.58862.1293>
41. WEI, Chunzhu & Blaschke, Thomas. (2018). Pixel-Wise vs. Object-Based Impervious Surface Analysis from Remote Sensing: Correlations with Land Surface Temperature and Population Density. *Urban Science*. 2. 10.3390/urbansci2010002.
42. Wasif Ali NU, Amir S, Iqbal KM, Shah AA, Saqib Z, Akhtar N, Ullah W, Tariq MA. Analysis of Land Surface Temperature Dynamics in Islamabad by Using MODIS Remote Sensing Data. *Sustainability*. 2022 Aug 10;14(16):9894. 10.3390/su14169894.
43. Zanganeh Y, Samiipour D, Hosseini S, Ab-Bariki Z. Examining the trends and motivations of inner-city migrations (case study: Sabzevar). *Geographical studies of dry areas*. 2012; 2(7):43-61. http://jargs.hsu.ac.ir/article_161301.html
44. Rostamalizadeh V, Nobakht R. Investigating the situation of intra-urban movement in Tehran city and the factors affecting it. *Demographic Studies Quarterly*. 2018; 5(2). 10.22034/jips.2019.113853

- variation? Evidence and implications. *Landscape and Urban Planning*. 2017 Jan 1;157:247-58. 10.1016/j.landurbplan.2016.06.014.
58. Singh P, Kikon N, Verma P. Impact of land use change and urbanization on urban heat island in Lucknow city, Central India. A remote sensing-based estimate. *Sustainable cities and society*. 2017 Jul 1;32:100-14. 32. 10.1016/j.scs.2017.02.018.
 59. Ardestani Z, Rezaei Rad H, Sadeghipor T. Quantitative assessment of the positive effects of Covid-19 on changing the quality of life in Tehran. *Haft Hesar Journal of Environmental Studies*. 2022 Oct 10;11(40):85-104. <http://hafthesar.iauh.ac.ir/article-۱-۱۷۱۵-fa.html>
 60. Rafieian M, Rezaei Rad H. Routing Thermal Change in Surface Temperature in Tehran City Districts. *Environmental Researches*. 2018 Feb 20;8(16):167-76. 20.1001.1.20089597.1396.8.16.19.7
 61. Statistics of Tehran. (2006). Available at: <https://www.tehran.ir>
 62. Statistics of Tehran. (2010). Available at: <https://www.tehran.ir>
 63. Statistics of Tehran. (2015). Available at: <https://www.tehran.ir>
 64. Javadinodeh M, Shahcheraghi A, Andalib A. An Evaluation of the Ecological Architecture Influenced by the Interaction Between Structural Environment and Nature in Cold Areas; Case Study: Two Traditional Houses in Ardabil. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2020 Dec 10;11(1):15-36. [Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.2.5>
 65. Askari A, Mahdavinejad M, Ansari M. Investigation of displacement ventilation performance under various room configurations using computational fluid dynamics simulation. *Building Services Engineering Research and Technology*. 2022 May 7;43(5):627-643. 102578. 10.1016/j.gloenvcha.2022.102578.
 51. Yamak B, YAĞCI Z, Bilgilioglu BB, Çömert R. Investigation of the effect of urbanization on land surface temperature example of Bursa. *International Journal of Engineering and Geosciences*. 2021 Feb 1;6(1):1-8. 10.26833/ijeg.658377.
 52. Marzi S, Mysiak J, Essenfelder AH, Pal JS, Vernaccini L, Mistry MN, Alfieri L, Poljansek K, Marin-Ferrer M, Vousedoukas M. Assessing future vulnerability and risk of humanitarian crises using climate change and population projections within the INFORM framework. *Global Environmental Change*. 2021 Nov 1;71:102393. <https://dorl.net/dor/71.10.1016/j.gloenvcha.2021.102393>.
 53. Rana MM, Ilina IN. Climate change and migration impacts on cities: Lessons from Bangladesh. *Environmental Challenges*. 2021 Dec 1;5:100242. 100242. 10.1016/j.envc.2021.100242.
 54. Ahmed, Ayman & Saad, Nough & Siddig, Emmanuel & Algaily, Talha & Sulaiman, Suad & Ali, Yousif. (2021). The impacts of climate change on displaced populations: A call for action. *The Journal of Climate Change and Health*. 3. 100057. 10.1016/j.joclim.2021.100057.
 55. Bethel CW, Ugochi JB, Nwaigwe M, Oguche C, Ezugwu J, Uchua ADK. Human Induced Impact on the Land Surface Temperature Dynamics of Obio/Akpor Local Government Area of River State, Nigeria. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*. 2020; 54(3): 140-157. Retrieved from <https://gssrr.org/index.php/JournalOfBasicAndApplied/article/view/11839>
 56. Nurwanda A, Honjo T. The prediction of city expansion and land surface temperature in Bogor City, Indonesia. *Sustainable Cities and Society*. 2020 Jan 1;52:101772. 10.1016/j.scs.2019.101772.
 57. Chen YC, Chiu HW, Su YF, Wu YC, Cheng KS. Does urbanization increase diurnal land surface temperature

- Atmosphere. 2022 June 22;13, 1034.
<https://doi.org/10.3390/atmos13071034>
72. Rahbar M, Mahdavinejad M, Bemanian M, Davaie Markazi AH, Hovestadt L. Generating Synthetic Space Allocation Probability Layouts Based on Trained Conditional-GANs. *Applied Artificial Intelligence*. 2019 Jul 3;33(8):689-705.
<https://doi.org/10.1080/08839514.2019.1592919>
73. Ghomeshi M, Pourzargar M, Mahdavinejad M. A Healthy Approach to Post-COVID Reopening of Sugar Factory of Kahrizak, Iran. In *INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives 2022* (pp. 2638-2647). Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-06825-6_252
74. Pourjafar M, Akbarian R, Ansari M, Pourmand H. Conceptual approach in Persian architecture. *SOFFEH*. 2008;16(3-4):90-105. [Persian]
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.1683870.1386.16.3.6.7>
75. Saadatjoo P, Saligheh E. The Role of Buildings Distribution Pattern on Outdoor Airflow and Received Daylight in Residential Complexes; Case study: Residential Complexes in Tehran. *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2021 Nov 10;11(3):67-92. [Persian]
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.3.4.1>
76. Matzarakis A, Rutz F, Mayer H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. *International journal of biometeorology*. 2007 Mar 1;51(4):323-34.
<https://doi.org/10.1007/s00484-006-0061-8>
77. <https://doi.org/10.1177/01436244221097312>
66. Keshtkar GA, Ansari M, Nazi DS. Developing green roof system in accordance with sustainable development. *Hoviatshahr*, 2010; 4(6): 15-28. [Persian] Available from: http://hoviatshtahr.srbiau.ac.ir/article_1119.html
67. Eslamirad N, Kolbadinejad SM, Mahdavinejad M, Mehranrad M. Thermal comfort prediction by applying supervised machine learning in green sidewalks of Tehran. *Smart and Sustainable Built Environment*. 2020 Apr 28; 9(4):361-374.
<https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2019-0028>
68. Taban M, Pourjafar M, Bemanian M, Heidari S. Determining optimal courtyard pattern in Dezful traditional houses by relying on Shadow analysis. *The Monthly Scientific Journal of Bagh- E Nazar*, 2014;10(27):39-48. [Persian] Available from: http://www.bagh-sj.com/article_3966_2e59e42a03a9d2c16e39b2ddb134e6d5.pdf
69. Mansouri R, Nasr T. Study of Impact of Virtual Site Survey in Understanding Architectural Value by Students; Case Study: Peter Behrens Building in Tehran *Gewerbeschule. Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2022; 12(3):122-140.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1401.12.3.6.0>
70. Rahbar M, Mahdavinejad M, Markazi A.H.D., Bemanian M. Architectural layout design through deep learning and agent-based modeling: A hybrid approach. *Journal of Building Engineering*. 2022 April15; 47, 103822.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103822>
71. Zafarmandi S, Mahdavinejad M, Norford L, Matzarakis A. Analyzing Thermal Comfort Sensations in Semi-Outdoor Space on a University Campus: On-Site Measurements in Tehran's Hot and Cold Seasons.