Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Evaluation of the impact of urban fabric typo-morphology component on thermal comfort in open public spaces in neighborhood scale (Case study: the historical part of region 3, Isfahan)

ghazal asadi eskandar [1] Bahador Zamani [2]✉ | Shahab Kariminia [3] | Maryam Ghasemi Sichani[4]

1. PhD student of urban planning, Department of architecture and urban planning, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan.Iran. **E-mail:** ghazal.asadi@khuisf.ac.ir
2. Corresponding author, Associate professor Department of architecture and urban planning, art university of Isfahan, Isfahan.Iran. **E-mail:** b.zamani@aui.ac.ir
3. Assistant Professor Department of architecture and urban planning, Isfahan (Najafabad) Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran. **E-mail:** sh.kariminia@par.iaun.ac.ir
4. Associate professor Department of architecture and urban planning, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan.Iran. **E-mail:** mghasemi@khuisf.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2022/01/29
Received in revised
2022/03/24
Accepted
2022/04/05
Published
2022/05/07
Published online
2025/12/22

Keywords:
typo-morphology,
Thermal comfort,
Historical urban fabric,
ENVI-met,
District 3 of Isfahan.

ABSTRACT

Increased temperatures in urban areas due to high energy consumption and greenhouse gas emissions are some of the problems of today's cities. Urban open spaces in hot and arid climates experience this problem more in summer. The purpose of this study is to show the relationship between morphological components of the urban fabric and thermal comfort through integrated analysis. In this study, urban fabric types were extracted by considering ground space index, floor space index, open space ratio, average height, streets orientation, streets organization, and type of plots according to their configuration of mass and space. To study thermal comfort, a field study was carried out in five neighborhoods in the historical context, for five continuous days in summer. Environmental variables including air temperature, humidity, radiant temperature, and wind speed were measured, and the physiological equivalent temperature index was calculated using ENVI-met software; thermal comfort in the neighborhoods with different morphological characteristics was analyzed. The results showed that more than half of the data during the day in the hot season in all five neighborhoods are in conditions of extreme heat stress. Comparison of neighborhoods with different morphological features indicated that two neighborhoods with higher open space ratios, despite the difference in the orientation of the streets and the type of plots, have lower thermal comfort compared to other types. A neighborhood with a higher ground space index and a lower open space ratio has a lower average physiological equivalent temperature.

Cite this article: asadi eskandar, ghazal., Zamani, Bahador., Kariminia, Shahab., & Ghasemi Sichani, Maryam. (2025). Evaluation of the impact of urban fabric typo-morphology component on thermal comfort in open public spaces in neighborhood scale (Case study: the historical part of region 3, Isfahan. *Applied Researches in Geographical Sciences*, 25 (79), 282-299. DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.6

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.6

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Urban areas are increasingly confronted with challenges associated with rising temperatures, attributable to elevated energy consumption and greenhouse gas emissions, particularly in hot and arid climates. Public open spaces, which are integral to enhancing urban livability, often experience suboptimal thermal conditions during the summer months. This study aims to investigate the relationship between the typo-morphological components of urban fabric and thermal comfort in public open spaces at the neighborhood scale. The research focuses on the historical fabric of District 3 in Isfahan, Iran, which presents a diverse array of urban forms shaped by both traditional and modern urbanization patterns. By examining the influence of physical urban characteristics on microclimate and thermal comfort, this study contributes to the expanding body of knowledge on sustainable urban design within historical contexts.

Material and Methods

This study employs a combination of field measurements and numerical simulations to assess outdoor thermal comfort. Initially, urban fabric typologies were identified through key quantitative indicators, including Ground Space Index (GSI), Open Space Ratio (OSR), average building height, Floor Space Index (FSI), street orientation, street organization, and parcel types. Five distinct neighborhood typologies were delineated utilizing the Spacemate diagram. Field measurements of environmental variables—specifically air temperature, humidity, globe temperature, and wind speed—were conducted over a span of five consecutive summer days within each neighborhood. The Physiological Equivalent Temperature (PET) index was utilized to evaluate thermal comfort levels. Simulations were executed using ENVI-met software (version 4.4.5) to substantiate and validate the field measurements. The model underwent calibration with field data, resulting in a high correlation coefficient ($R^2 > 70\%$) across all neighborhoods under investigation.

Results and Discussion

The results indicate that over fifty percent of the collected data across all five neighborhoods experienced significant thermal stress throughout the daylight hours during the summer season. A comparative analysis of neighborhoods exhibiting diverse morphological characteristics revealed that those with elevated open space ratios—despite variations in street orientation and parcel types—demonstrated lower levels of thermal comfort. Notably, neighborhoods classified under typology C (CGM1 and CGN2) exhibited heightened PET values attributable to increased exposure to solar radiation. Conversely, the neighborhood categorized as typology ETO1, characterized by a higher GSI and a lower OSR, exhibited superior thermal performance, with reduced average PET values. This suggests that compact urban forms featuring greater building coverage and diminished open space ratios can

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

enhance thermal comfort conditions by augmenting shading and mitigating direct solar exposure.

Conclusion

This study elucidates the substantial influence of typo-morphological components of urban fabric on outdoor thermal comfort within historical urban environments. The findings underscore the necessity of incorporating morphological considerations into urban planning and design strategies to optimize thermal performance in public spaces. It was determined that compact urban forms characterized by higher building density and diminished open space ratios contribute to enhanced thermal comfort conditions in the hot and arid climate of Isfahan. These insights can inform urban regeneration initiatives in historical contexts, fostering sustainable and climate-responsive urban design practices that simultaneously preserve cultural heritage and enhance the usability of public spaces. To study thermal comfort, a field study was carried out in five neighborhoods in the historical context, for five continuous days in summer. Environmental variables including air temperature, humidity, radiant temperature, and wind speed were measured, and the physiological equivalent temperature index was calculated using ENVI-met software; thermal comfort in the neighborhoods with different morphological characteristics was analyzed. The results showed that more than half of the data during the day in the hot season in all five neighborhoods are in conditions of extreme heat stress. Comparison of neighborhoods with different morphological features indicated that two neighborhoods with higher open space ratios, despite the difference in the orientation of the streets and the type of plots, have lower thermal comfort compared to other types. A neighborhood with a higher ground space index and a lower open space ratio has a lower average physiological equivalent temperature.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

ارزیابی تأثیر مؤلفه‌های ریخت-گونه‌شناختی بافت بر آسایش حرارتی فضاهای باز عمومی در مقیاس محله (نمونه مطالعاتی بافت تاریخی منطقه ۳ اصفهان)

غزال اسدی اسکندر [۱]، بهادر زمانی [۲]✉، شهاب کریمی نیا [۳]، مریم قاسمی سیچانی [۴]

۱. دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: ghazal.asadi@khuisf.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، ایران. رایانامه: b.zamani@aui.ac.ir
۳. استادیار دانشگاه آزاد نجف‌آباد، دانشکده معماری و شهرسازی، اصفهان، ایران. رایانامه: sh.kariminia@par.iaun.ac.ir
۴. استادیار دانشگاه آزاد اصفهان، دانشکده معماری و شهرسازی، اصفهان، ایران. رایانامه: mghasemi@khuisf.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۰/۱۱/۰۹
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۰۱/۰۴
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۱/۱۶
تاریخ انتشار:
۱۴۰۱/۰۲/۱۷
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۴/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:
ریخت‌گونه‌شناسی،
آسایش حرارتی،
بافت تاریخی،
انوی‌مت،
منطقه ۳ اصفهان.

چکیده

افزایش دما در مراکز شهری به دلیل مصرف بالای انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای یکی از مسائل شهرهای امروز است. فضاهای باز شهری در اقلیم گرم و خشک، در فصل تابستان این افزایش دما را بیشتر تجربه می‌کنند. هدف از انجام این پژوهش آن است که با تحلیلی یکپارچه رابطه مؤلفه‌های ریخت شناسانه بافت شهری را با آسایش حرارتی بیان کند. در این مطالعه گونه‌بندی بافت شهری با کمک شاخص‌های درصد اشغال، نسبت فضای باز، متوسط ارتفاع و تراکم، جهت‌گیری معابر، سازمان‌دهی معابر و نوع قطعات انجام شد. به منظور بررسی آسایش حرارتی، برداشت میدانی در پنج محله در بافت تاریخی، در پنج روز متوالی در فصل تابستان صورت گرفت. متغیرهای محیطی به کمک دیتالاگر دما، رطوبت، دمای تابشی و بادسنج اندازه‌گیری و با استفاده از نرم‌افزار انوی‌مت شاخص دمای معادل فیزیولوژیک محاسبه و میزان آسایش در نقاط با ویژگی‌های مختلف ریخت‌شناسانه تحلیل شد. نتایج نشان داد بیش از نیمی از داده‌ها در طول روز در فصل گرم در هر پنج محله در شرایط تنش حرارتی بالا قرار دارند. مقایسه محلات با ویژگی‌های متفاوت شکلی نشان داد که دو محله با نسبت فضای باز بالاتر، با وجود تفاوت در جهت‌گیری معابر و نوع قطعات، آسایش حرارتی پایین‌تری در مقایسه با سایر گونه‌ها دارند. محله با سطح اشغال بالاتر و نسبت فضای باز پایین‌تر، متوسط دمای معادل فیزیولوژیک پایین‌تری در مقایسه با سایر گونه‌ها دارد.

استناد: اسدی اسکندر، غزال؛ زمانی، بهادر؛ کریمی نیا، شهاب؛ و قاسمی سیچانی، مریم (۱۴۰۴). ارزیابی تأثیر مؤلفه‌های ریخت‌گونه‌شناختی بافت بر آسایش حرارتی فضاهای باز عمومی در مقیاس محله (نمونه مطالعاتی بافت تاریخی منطقه ۳ اصفهان). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۵ (۷۹)، ۲۹۹-۲۸۲. http://dx.doi.org/10.61882/jgs.25.79.6

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

مقدمه

مشکلات شهرها با افزایش جمعیت و بزرگ شدن آن‌ها بزرگ‌تر و پیچیده‌تر شده است. مصرف بالای انرژی، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن و ایجاد پدیده جزیره حرارتی در شهرها از جمله این مسائل است که افزایش دما در مراکز شهرها را موجب شده است (Erell et all,2011). استفاده از فضاهای باز در اقلیم گرم در فصل تابستان با چالش بیشتری مواجه است. بیش از ۶۴/۶۶ درصد وسعت ایران در اقلیم گرم و خشک و فراخشک واقع شده است (دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی، ۱۳۸۴). شهر اصفهان نیز طبق طبقه‌بندی کوپن -گایگر در اقلیم خشک قرار دارد. ویژگی اصلی اقلیم اصفهان هوای خشک و بارش کم است (Kottek et al., 2006). آمار بلندمدت اقلیمی (۲۰۱۵-۱۹۵۱) در اصفهان نشان می‌دهد که گرم‌ترین فصل تابستان و میانگین بیشینه دما در سه ماه تابستان بالای ۳۰ درجه است (اداره کل هواشناسی استان اصفهان،۱۳۹۴).

تعداد پژوهش‌هایی که در ارتباط با آسایش حرارتی در فضای بسته انجام شده بسیار بیشتر از فضای باز است. آقاملایی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند تعداد مقالات در حوزه آسایش حرارتی خارجی در مقایسه با آسایش حرارتی داخلی در سال ۲۰۱۹ به ترتیب ۴۰۰ در مقابل ۱۰۰۰ مقاله بوده است. موضوع آسایش حرارتی در فضاهای باز شهری از جنبه‌های مختلفی از جمله اثر فضاهای سبز، حضور آب، ویژگی مصالح مورد استفاده در بدنه‌ها و ویژگی‌های فرمی و شکلی بر ویژگی حرارتی فضاها مورد بررسی قرار گرفته است. لای[1] و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهند ویژگی‌های هندسی در کاهش دمای هوا در روزهای گرم تابستان، بیشتر از سایر عوامل بر آسایش حرارتی در فضاهای شهری مؤثر است. مطالعات انجام شده در خصوص آسایش حرارتی در فضاهای بیرونی را از لحاظ موقعیت مورد بررسی می‌توان به پارک‌ها، میدان‌ها، پیاده‌روی خیابان‌ها، لبه آب، زمین‌های ورزشی و خیابان‌های منتهی به مناطق مسکونی دسته‌بندی کرد. تعداد پژوهش‌های انجام شده در هر یک از این حوزه‌ها نشان می‌دهد خیابان‌های منتهی به مناطق مسکونی کمترین تعداد و بیشترین پژوهش‌ها در پارک و فضاهای سبز و میدان‌ها و پیاده‌روی خیابان‌ها انجام شده است (جانسون[2] و همکاران، ۲۰۱۴)؛ بنابراین توجه به فضاهای باز عمومی محلی در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است. بررسی ویژگی‌های فرمی محیط پیرامونی و دسته‌بندی آن به شیوه ساختارمند را می‌توان در مطالعات ریخت‌شناسانه جستجو کرد. مطالعه ویژگی‌های کالبدی با تأکید بر شاخص‌های کمی، مطالعه ویژگی‌های کیفی با تأکید بر تأثیرگذاری بر ادراک انسان و مطالعه تاریخی با تأکید بر بعد زمان از جمله رویکردهای مورد توجه در این زمینه است (ذاکر حقیقی و همکاران ۱۳۸۹). این پژوهش با کمک گرفتن از شاخص‌های کمی در بیان ویژگی‌های شکلی فضاهای عمومی محلی در شهر و ارتباط آن با ویژگی‌های حرارتی به تبیین رابطه این دو موضوع می‌پردازد. انتخاب هسته تاریخی شهر اصفهان نیز به جهت وجود تنوع گونه‌های شکلی و فرمی که قسمتی از آن بازمانده از شهرسازی سنتی در اصفهان و مابقی با ظهور الگوهای جدید روبه‌رو است، انجام گرفت؛ بنابراین این تنوع گونه‌های شکلی امکان بررسی هدف پژوهش را در یک خرداقلیم فراهم می‌آورد.

با توجه به اینکه در پژوهش‌های پیشین در بررسی رابطه ویژگی‌های شکلی با وضعیت خرداقلیم فضاهای باز شهری، تنها به بررسی یک یا دو مؤلفه فرمی و در یک یا چند نقطه در آن فضا پرداخته شده است؛ در پژوهش حاضر نخست گونه‌بندی بافت شهری با کمک شاخص‌های درصد اشغال، نسبت فضای باز، متوسط ارتفاع و تراکم مورد استفاده در روش پونت هاپت (۲۰۰۵، ۲۰۰۹)، به علاوه ویژگی‌هایی چون جهت‌گیری معابر، سازمان‌دهی معابر و نوع قطعات (قدیمی و جدید) انجام شد و آسایش حرارتی به کمک شاخص PET در فضاهای باز در مقیاس بافت شهری، در گونه‌های مشخص شده، مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه سعی بر آن شد تا با تحلیلی یکپارچه رابطه مؤلفه‌های ریخت شناسانه در مقیاس بافت شهری با آسایش حرارتی تبیین شود.

[1] Lai
[2] Johansson

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

ادبیات موضوعی

آسایش حرارتی

اشری[1] آسایش حرارتی را ویژگی ذهنی می‌داند که بیان کننده میزان رضایت افراد از حرارت محیط است(ASHRAE,2001). اولگی و اولگی آسایش حرارتی را ویژگی می‌دانند که کمترین انرژی برای تولید محیطی مطلوب مصرف شود. در نتیجه می‌توان عوامل محیطی و عوامل فردی را بر آسایش حرارتی مؤثر دانست. عوامل محیطی شامل دمای هوا، تابش، حرکت هوا و رطوبت نسبی و عوامل فردی شامل نرخ متابولیسم بدن و مقاومت لباس است (Olgyay and Olgyay, 1963). در طول زمان شاخص‌های متنوعی جهت ارزیابی آسایش حرارتی به کار گرفته شده است. در پژوهش‌های اولیه تأثیر هم‌زمان دما، رطوبت و جریان هوا بر حواس انسان در حالت نشسته تخمین زده شد. اهمیت دمای تابشی بر احساس راحتی بیش‌ازپیش به مرور مشخص شد. سپس اثر تابشی خورشید، نرخ فعالیت و پوشش مورد توجه قرار گرفت (Givoni, 1998). یکی از شاخص‌هایی که برای ارزیابی فضای باز مورد استفاده قرار می‌گیرد دمای معادل فیزیولوژیک (PET) است. محدوده آسایش حرارتی بر اساس شاخص PET توسط ماتزراکیس و آملونگ (Matzarakis & Amelung,2008) به شرح جدول (۱) تشریح شده است.

جدول (۱). بازه‌های آسایش و عدم آسایش دمای معادل فیزیولوژیکی (Matzarakis & Amelung, 2008, 166)

درجه استرس فیزیولوژیکی	ادراک حرارتی	PET
سرمای بسیار شدید	خیلی سرد	°C۴
سرمای شدید	سرد	°C۸
سرمای متوسط	خنک	°C۱۳
سرمای اندک	کمی خنک	°C۱۸
بدون استرسی حرارتی	راحتی	°C۲۳
گرمای اندک	کمی گرم	°C۲۹
گرمای متوسط	گرم	°C۳۵
گرمای شدید	داغ	°C۴۱
گرمای بسیار شدید	خیلی داغ	

ریخت‌شناسی

در تعریف عام، مطالعه شکل شهر، علم شکل یا عوامل مختلفی است که بر شکل تأثیر می‌گذارد (Cowan,2005؛ Lozano,1990). لارکهام ریخت‌شناسی را رویکردی برای مفهوم‌سازی پیچیدگی شکل فیزیکی تعریف می‌کند. درک پیچیدگی‌های فیزیکی مقیاس‌های مختلف، از ساختمان‌های منفرد، قطعات، بلوک‌های خیابانی و الگوهای خیابانی که ساختار شهرها را تشکیل می‌دهند، به ما کمک می‌کند تا مسیری که شهرها در آن‌ها رشد و توسعه یافته‌اند، بشناسیم (Larkham,2005). رویکردهای متفاوتی در تعریف و مطالعه شکل شهر وجود دارد. ذاکر حقیقی و همکاران (۱۳۸۹) علی‌رغم تفاوت در رویکردها، بستری مشترک برای این مطالعات تعریف می‌کند که بر سه اصل پایه‌ای بنیان نهاده شده است: اول آنکه، شکل شهری با سه عنصر کالبدی قابل تعریف، درک و تحلیل است: ساختمان / قطعه، خیابان / بلوک، محله و شهر(Moudon, 1994)؛ دوم آنکه، ویژگی‌های حاکم بر بافت شهری را می‌توان در سه دسته ویژگی‌های شکل دوبعدی (جانمایی)، ویژگی‌های ارتفاعی (حجمی) و ویژگی‌های ارتباط با شبکه خیابان‌ها تقسیم‌بندی و بررسی نمود؛ سوم آنکه، سه زمینه مطالعاتی را می‌توان در میان مطالعات صورت گرفته تشخیص داد: مطالعه در زمینه ویژگی‌های کالبدی با تأکید خاص بر شاخصه‌های کمی؛ مطالعه تاریخی با تأکید بر بعد زمان و تأثیر آن بر کالبد شهر؛ و مطالعه ویژگی‌های کیفی با تأکید بر

[1] ASHREA

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

تأثیرگذاری آن‌ها بر ادراک انسان. در این مطالعه بررسی شاخص‌های کمیِ کالبد فضا مورد بررسی قرار گرفته است. تکنیک‌های متفاوتی جهت بررسی ویژگی‌های ریخت شناسانه شهر به کار گرفته شده است. پونت و هاپت (Berghauser Pont and Haupt, 2005, 2009) به کمک شاخص‌های ارتفاع، تراکم ساختمانی، سطح اشغال و نسبت فضای باز به تبیین ویژگی‌های هندسی شهر پرداختند. مدل دره‌های شهری که برای بررسی خرداقلیم به کار می‌رود، نسبت ارتفاع به عرض معابر (H/W)، فاکتور پیدایی آسمان (SVF) و جهت‌گیری معابر را بررسی می‌کند (Erell et all,2011). کروف[1](۲۰۱۷) به توصیف مقیاس بافت شهری و سطح جزئیات (رزولوشن) در مطالعه موقعیت، طرح کلی و سازمان‌دهی درونی بافت شهری در یک نظام سلسله‌مراتبی پرداخته است و اجزای بافت را از ساختمان و قطعه تا بلوک و محله مورد بررسی قرار می‌دهد. مارشال[2](۲۰۰۵) به توصیف ویژگی‌های شکلی مسیرهای ارتباطی اشاره دارد. این ویژگی‌ها می‌تواند بر رفتار حرارتی شهر تأثیرگذار باشد که در ادامه به بررسی آن پرداخته شده است.

مؤلفه‌های ریخت‌شناسی و آسایش حرارتی

ویژگی‌های مؤلفه‌های ریخت شناسانه بر خرداقلیم فضای شهری تأثیرگذار است. پژوهش انجام شده توسط وی و همکاران نشان می‌دهد پارامترهای مورفولوژی شهری ارتباط قابل‌توجهی با متغیرهای خرداقلیم دارند (Wei et al,2016). این پژوهش همبستگی قوی بین دمای متوسط تابشی و دمای هوا با پارامترهای مورفولوژی شهری در زمانی که میزان تراکم ثابت است، نشان می‌دهد. به عبارتی با ثابت نگه داشتن تراکم (FSI) با افزایش درصد اشغال سطح دامنه تغییر متوسط دمای تابشی و دمای هوا کمتر می‌شود. جامعی در پژوهشی نشان داد فرم‌های شهری فشرده شرایط حرارتی بهتری را در طول تابستان نشان می‌دهند (Jamei et al., 2016).

چارالمپوپولوس[3](۲۰۱۳) با برداشت میدانی در شش نقطه از محوطه دانشگاه در آتن یونان، نشان داد که جایی کهSVF پایین است، استرس حرارتی کمتر است. افزایش نسبت ارتفاع به عرض معابر موجب سایه‌اندازی بیشتر می‌شود. نتایج پژوهش انجام شده در اقلیم نیمه استوایی- مدیترانه‌ای مانند تونس و با استفاده از شاخص یو تی سی آی[4]نشان داد نسبت بالای ارتفاع به عرض معابر (H/W) می‌تواند شرایط قابل‌قبول آسایش حرارتی در فصل تابستان داشته و با افزایش این نسبت آسایش حرارتی افزایش پیدا می‌کند (Achour-Younsi and Kharrat, 2016). در اقلیم مدیترانه‌ای ایتالیا در تابستان، طیف وسیعی از ارتفاعات ساختمان (۱۵-۶,۵ متر) و عرض خیابان (۱۵-۳ متر) در نظر گرفته می‌شود تا رابطه بین آسایش حرارتی و نسبت هندسی ارتفاع به عرض (H/W) به دست آید. نتایج نشان می‌دهد که آسایش حرارتی بیشتر برای عرض بالای خیابان (۱۴,۸۸ متر) و ارتفاع متوسط ساختمان (۷,۱ متر) به دست می‌آید (Grifoni, Passerini, and Pierantozzi 2013)؛ بنابراین می‌توان به نتیجه رسید که فضاهای محصور نسبت به فضاهای باز در فصل گرم، محیط حرارتی شهری بهتری را ایجاد می‌کنند.

مطالعه تودرت و مایر (ali-toudert and mayer, 2006) نشان داد که خیابان‌ها با جهت‌گیری شرقی- غربی، نسبت به خیابان‌ها با سایر جهت‌گیری‌ها، دریافت مستقیم انرژی خورشیدی را برای مدت زمان بیشتری تجربه می‌کنند؛ و جهت‌گیری‌های NE-SW و NW-SE در مقایسه با معابر شمالی- جنوبی و شرقی- غربی کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند (lau et all, 2016). همچنین در بررسی جهت‌گیری معابر و اثر آن بر آسایش حرارتی پژوهش یونسی و خراط[5](۲۰۱۶) سناریوهای مختلف (با نسبت H/W متفاوت) مطالعه شد. جهت‌گیری شرقی-غربی بدترین حالت و جهت‌گیری شمالی جنوبی آسایش حرارتی بیشتری را به دنبال داشت. به این دلیل که در جهت‌گیری شرقی-غربی مدت زمان زیادی اجازه نفوذ تابش خورشید وجود دارد.

[1] Kropf
[2] Marshall
[3] Charalampopoulos
[4] UTCI
[5] Achour-Younsi and Kharrat

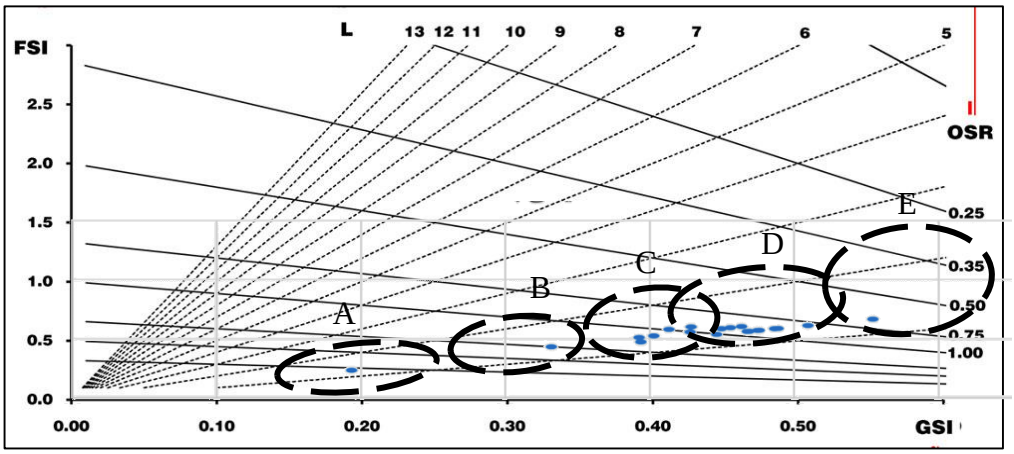
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

جوزویاک و همکاران (Jóźwiak et all,1996) دریافتند که برای تهویه طبیعی، در حالتی که نسبت ارتفاع به عرض پایین‌تر است در مقایسه با نسبت بالاتر جریان هوا بیشتر است. فضاهای شهری فشرده نسبت به فضاهای باز عموماً با کاهش میزان تابش، سرعت باد و دمای هوا روبرو هستند. در آب‌وهوای گرم، کاهش تابش و دمای هوا برای رسیدن به شرایط آسایش گرمایی مفید است. بااین‌حال، کاهش سرعت باد محیط حرارتی شهری را در تابستان بدتر می‌کند. پژوهش‌های چونگ و جیم[1](۲۰۱۸)، کانتور[2] و همکاران (۲۰۱۸)، شچوآ - بار[3] و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که مقادیر PET در فضاهای فشرده کم‌تر از فضاهای باز بودند که نشان می‌دهد تأثیر سایه مهم‌تر از اثر کاهش باد است (Lai et all,2019).

روش تحقیق

محدوده مطالعه

اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی، مطابق با طبقه‌بندی کوپن -گایگر در اقلیم خشک قرار دارد. ویژگی اصلی این اقلیم هوای خشک و بارش کم است (Kottek et al., 2006). داده‌های بلندمدت آماری طی سال‌های ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۵، نشان می‌دهد میانگین سالانه دمای ایستگاه اصفهان، ۱۶/۴ درجه سانتی‌گراد است. میانگین دما در سردترین ماه سال ژانویه، ۳ درجه سانتی‌گراد و در گرم‌ترین ماه سال یعنی جولای، ۲۹/۵ درجه سانتی‌گراد است. در ایستگاه اصفهان بیشترین ساعات آفتابی ماهانه با میانگین ۳۵۰ ساعت به ماه جولای و کمترین ساعات آفتابی ماهانه با میانگین ۱۹۹ ساعت به ماه دسامبر تعلق دارد. مجموع میانگین بارش سالانه ایستگاه اصفهان ۱۲۷ میلی‌متر است (اداره کل هواشناسی استان اصفهان، ۱۳۹۴).



شکل (۱). چهار شاخص GSI، FSI، L و OSR در مقیاس بافت

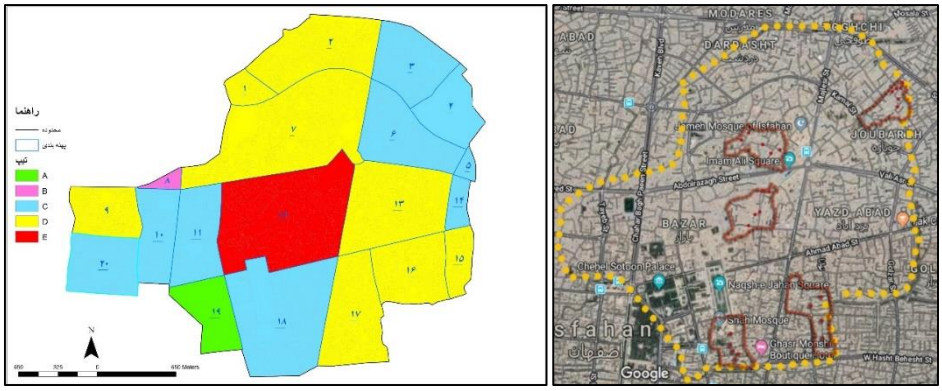
روش

در این پژوهش ابتدا به کمک نمودار اسپیس میت[4] شاخص‌های سطح اشغال (GSI[5])، تراکم (FSI[6])، ارتفاع (L) و شاخص فضای باز (OSR[7]) در محدوده مورد مطالعه بررسی شد و پنج گونه در مقیاس بافت استخراج شد شکل (۱). نمودار اسپیس میت برای مطالعه و تحلیل شکل بافت‌های شهری براساس چندین شاخص تأثیرگذار مربوط به تراکم فیزیکی توسط برگ هاوزر پونت و هاپت ارائه شده است (Berghauser Pont and Haupt, 2005, 2009).

[1] Cheung, Jim
[2] Kántor
[3] Shashua-Bar
[4] Spacemate
[5] Ground Space Index
[6] Floor Space Index
[7] Open Space Ratio

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

مطابق با تعریف برگ هاوزر پونت و هاپت (2005, 2009) شاخص سطح اشغال (GSI) نمایانگر نسبت میان فضای ساخته شده و فضای ساخته نشده است که از حاصل تقسیم سطح اشغال ساختمان به مساحت کل زمین به دست می‌آید. شاخص تراکم حاصل تقسیم مجموع سطح کل طبقات به مساحت کل زمین است. متوسط تعداد طبقات (L) را می‌توان از حاصل تقسیم شاخص سطح اشغال به شاخص تراکم به دست آورد. شاخص فضای باز (OSR) نشان دهنده نسبت فضای ساخته نشده در سطح همکف به مساحت کل طبقات ساختمان است و در واقع اشاره دارد بر فشاری که بر فضای باز وارد می‌شود. اگر مساحت طبقه‌ی همکف ثابت بماند و مجموع مساحت‌های کل طبقات افزایش یابد، OSR کاهش می‌یابد و تعداد افرادی که از فضای ساخته نشده بهره می‌برند افزایش می‌یابد. گونه‌های استخراج شده طبق نمودار بر روی شکل (۱) و به کمک رنگ‌بندی نشان داده شده است. با توجه به اهداف این پژوهش که شامل بررسی فضاهای باز عمومی محلی است گونه A به دلیل غلبه فضای سبز و پارک و گونه B به دلیل داشتن محدوده‌ای کمتر از یک محله، خارج از محدوده مطالعه قرار گرفت. پنج محله میدان، بازار، دردشت، کمال و ملک زیرمجموعه گونه‌های C، D و E قرار می‌گیرند. موقعیت این پنج محله در شکل (۲) نشان داده شده است. ویژگی‌های ریخت شناسانه پنج محله در جدول (۲) خلاصه شده است. حوزه مطالعه به دلیل قرارگیری در بافت تاریخی با محدودیت در ارتفاع ساختمان‌ها مواجه است. ارتفاع متوسط در مقیاس بافت شهری در محدوده مورد مطالعه یک تا دو طبقه و میزان تراکم ۰,۵ تا ۱ است. تفاوت محله‌ها در میزان سطح اشغال و شاخص فضای باز است. محله‌های میدان و کمال بیشترین و بازار کمترین نسبت فضای باز را در مقیاس بافت شهری دارد. به همین ترتیب شاخص سطح اشغال در بازار بالاتر و در میدان پایین‌تر است. جهت‌گیری معابر شامل هر چهار جهت شمالی جنوبی (N-S)، شرقی غربی (E-W)، شمال شرق- جنوب غرب (NE-SW) و شمال غرب- جنوب شرق (NW-SE) می‌شود. شبکه معابر در بافت شهری مورد بررسی به سه دسته تقسیم شدند. حرفG۱ به معنای شطرنجی،T۲ درختی وR۳ شعاعی به کار رفته است. در مدل مارشال شبکه معابر اصلی و فرعی تفکیک شده و GG نشان دهنده معابر اصلی شطرنجی و معابر فرعی شطرنجی، GT معابر اصلی شطرنجی و معابر فرعی درختی، TT هردو درختی و RT معابر اصلی شعاعی و معابر فرعی درختی است (Marshall,2005). در این مطالعه معابر فرعی همگی از نوع درختی هستند. نوع قطعات شهری در بافت مورد بررسی در جدول (۲) به دو دسته قدیمی (O) و جدید (N) تقسیم شده‌اند. در مواردی که تلفیقی از گونه قدیمی و جدید وجود داشت کد (M) به کار گرفته شده است. این تقسیم‌بندی بر اساس نوع چیدمان و سازمان‌دهی توده و فضا نسبت به هم در هر قطعه انجام شده است. قطعات با سازمان‌دهی جدید عموماً شامل شصت درصد ساخت در شمال قطعه شده و قطعات قدیمی با تنوع در شکل و سازمان‌دهی شامل قطعات حیاط مرکزی، دو، سه و یک طرف ساخت می‌شوند. قطعات در محله بازار بیشتر قدیمی و در محله کمال اکثریت با قطعات جدید است. در سه محله دیگر تلفیقی از قطعات جدید و قدیم است.



شکل (۲). موقعیت پنج محله (تصویر راست)، گونه‌های استخراج شده بر اساس شاخص‌های نمودار اسپیس میت (تصویر چپ)

[1] Grid
[2] Tributary
[3] Radial

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

جدول (۲). ویژگی‌های ریخت شناسانه بافت شهری در محدوده مورد مطالعه

مقیاس بافت														
گونه		جهت گیری معبر		الگوی قطعات			الگوی بافت	الگوی شبکه معابر	L	FSI	OSR	GSI		محله	شماره پهنه
	کد		کد		کد	شکل	شکل						کد		
CGM1	1	شمالی- جنوبی شرقی- غربی	M	تلفیقی	G				1-2	0.5-1	1-1.3	0.35-0.45	C	میدان	۱۸
CGN2	2	شمال غرب- جنوب شرق شمال شرق- جنوب غرب	N	جدید	G				1-2	0.5-1	1-1.3	0.45-0.55	C	کمال	۴
DGM1	1	شمالی- جنوبی شرقی- غربی	M	تلفیقی	G				1-2	0.5-1	0.75-1	0.45-0.55	D	ملک	۱۷
ETO2	2	شمالی- جنوبی شرقی- غربی	O	قدیمی	T				1-2	0.5-1	0.5-0.75	0.55-0.65	E	بازار	۱۲
DRO2	2	شمال غرب- جنوب شرق شمال شرق- جنوب غرب	O	قدیمی	R				1-2	0.5-1	0.75-1	0.45-0.55	D	دردشت	۷

برداشت میدانی

اندازه‌گیری

متغیرهای محیطی شامل دمای هوا، دمای دماسنج کروی، رطوبت و وزش باد برای بررسی تأثیر ویژگی‌های کالبدی محیط در فضای باز شهری بر آسایش حرارتی اندازه‌گیری شد. برداشت در فصل تابستان از تاریخ ۲۱ شهریور ۱۳۹۹ به مدت ۵ روز با فواصل یک ساعت انجام شد. در هر محله ۵ نقطه برداشت شد شکل (۱). جهت اندازه‌گیری متغیرهای دمای هوا (Ta)، دمای دماسنج کروی (Tg) و رطوبت نسبی (RH) از دستگاه WBGT meter و برای اندازه‌گیری سرعت وزش باد از دستگاه Humidity/Anemometer type k/j استفاده شد جدول (۳). ابزار اندازه‌گیری بر روی پایه‌ای ثابت با ارتفاع ۱,۱ متر و با فاصله از دیوارها قرار گرفت. مطابق با استاندارد ایزو ۷۷۲۶ (۱۹۹۸) ارتفاع‌توصیه‌شده برای اندازه‌گیری توسط سنسورها برای افراد ایستاده به ۱,۱ متر است.

جدول (۳). مشخصات دو دستگاه اندازه‌گیری و متغیرهای اندازه‌گیری. منبع نویسندگان

متغیر اندازه‌گیری شده	واحد	نام دستگاه	میزان	روش	تصویر
دمای هوا (**Ta**)	°C	Heat index WBGT meter 8778	0.6°C	دستی	
دمای کروی (**Tg**)	°C		0.6°C		
رطوبت نسبی (**RH**)	%		3%		
دمای تشعشعی (**WBGT**[1])	°C		1.5°C		
دمای هوا (**Ta**)	°C	Humidity / Anemometer Type K/J TEMP Model: AM-4205A	0.1 °C	دستی	
سرعت باد	m/s		0.1 m/s		

[1] Wet Bulb Globe Temperature

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]

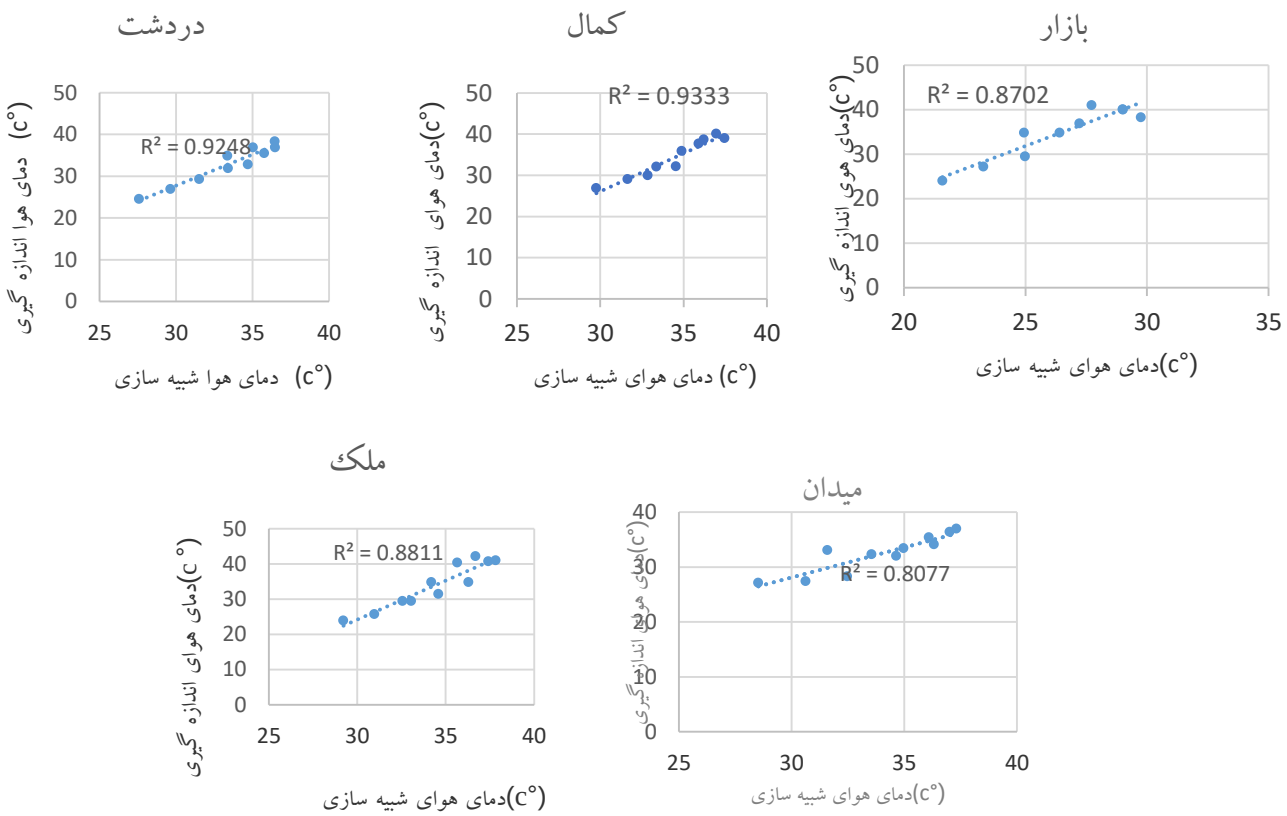
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

شبیه‌سازی

شبیه‌سازی پنج محله دردشت، کمال، ملک، میدان و بازار که به ترتیب مساحت تقریبی برابر ۸،۱۵،۹،۱۴ و ۱۵ هکتار دارند در نرم‌افزار ENVI-met نسخه ۴،۴،۵ انجام شد. به منظور اعتبارسنجی داده‌های نرم‌افزار ضریب تعیین (R2) محاسبه شد. محاسبه برای بیست نقطه در پنج محله نشان داد که ضریب تعیین در این نقاط بالای ۷۰ درصد است که صحت اعتبار داده‌های شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. نمودار اعتبار سنجی مربوط به یکی از نقاط و شاخص دمای هوا در پنج محله در شکل (۳) آمده است. مشخصات ورودی نرم‌افزار انوی مت جهت محاسبه شاخص PET به شرح جدول (۴) است.

جدول (۴). شرایط محاسبه آسایش حرارتی در نرم افزار انوی مت. منابع نویسندگان

place			**ESFAHAN**			
Georg. longitude			**51°40'**			
Georg. latitude			**32°38'**			
personal data	height	weight	age	sex	clothing	**activity**
	1.75 m	75.0 kg	35 a	m	Clo 0. 9	**80.0 W**



شکل (۳). اعتبارسنجی داده ها در پنج محله بر اساس متغیر دمای هوا

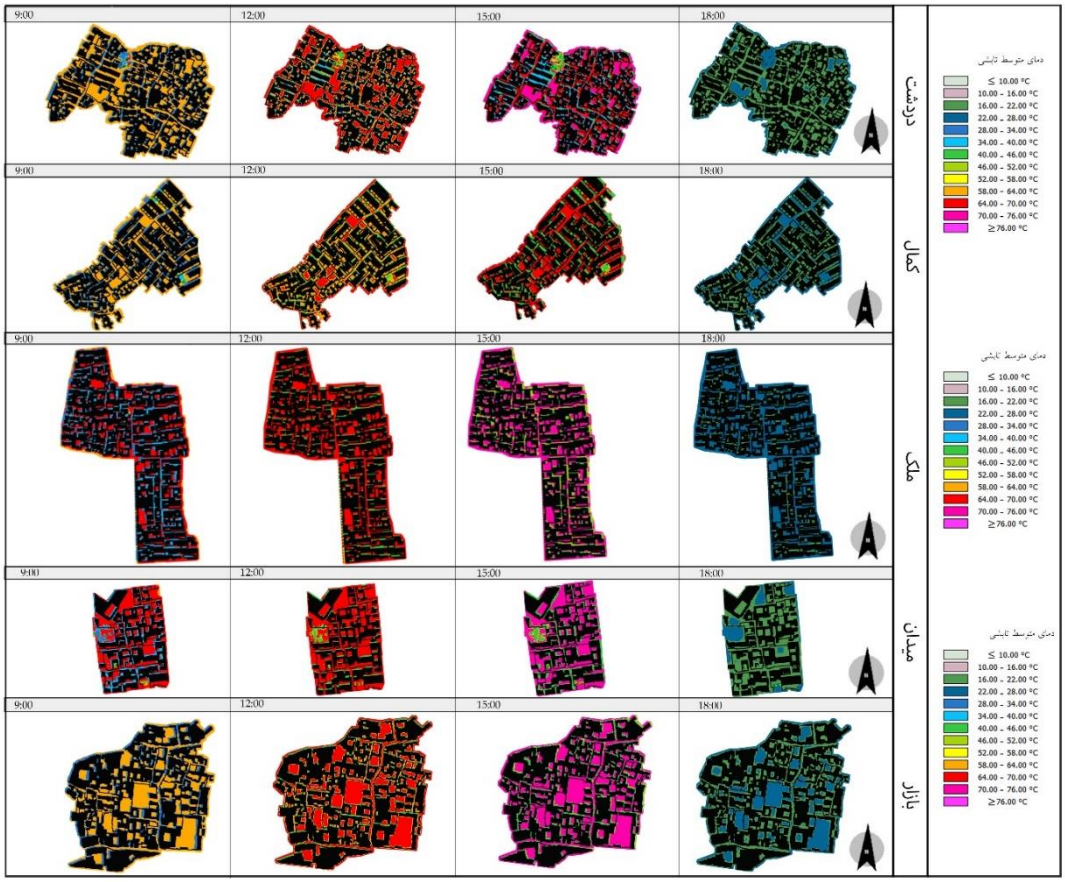
یافته‌ها

تحلیل متوسط دمای تابشی

متوسط دمای تابشی (Tmrt) یکی از مهم‌ترین متغیرها در ارزیابی آسایش حرارتی به‌ویژه در شرایط آب‌وهوایی گرم و آفتابی است(Mayer and Höppe, 1987) . دمای متوسط تابشی برای پنج محله دردشت، کمال، ملک، میدان و بازار به کمک نرم‌افزار انوی‌مت محاسبه شد. داده‌ها به فواصل سه ساعت از ساعت ۹ صبح تا ۶ بعدازظهر در نمودار درصد فراوانی دمای

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

متوسط تابشی مورد مقایسه قرار گرفت شکل (۳) و در شکل (۴) به کمک طیف رنگی تفاوت‌های دمایی به تصویر کشیده شده است.



شکل (۴). دمای متوسط تابشی در پنج محله در ساعات ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸

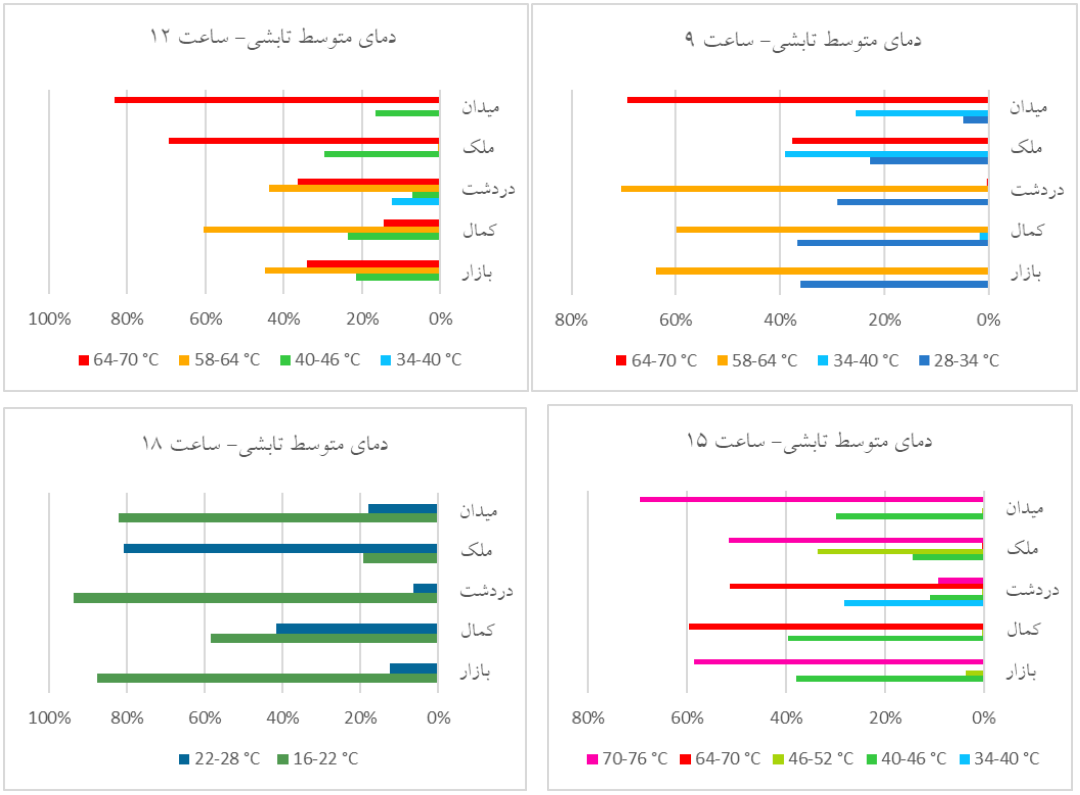
مقایسه درصد فراوانی دمای متوسط تابشی بین ساعت ۹ تا ۱۸ که از مجموع داده‌ها در هر چهار ساعت شامل ساعات ۹ صبح، ۱۲ ظهر، ۱۵ و ۱۸ بعدازظهر به دست آمده است، نشان می‌دهد هر پنج محله دمای متوسط تابشی بالایی در مدت زمان مورد بررسی دارند که موجب تنش حرارتی بالا در این محلات می‌شود. مجموع متوسط دمای تابشی در ۴ بازه زمانی مورد بررسی (۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸) نشان می‌دهد میدان بالاترین دما و کمال پایین‌ترین متوسط دمای تابشی را دارد. متوسط دمای متوسط تابشی در این چهار ساعت از بیشترین تا کمترین به ترتیب میدان، ملک، بازار، دردشت و کمال است.

مقایسه مجموع متوسط دمای تابشی نقاط به تفکیک ساعات نشان می‌دهد محله میدان بالاترین دما را در ساعات ۹، ۱۲، ۱۵ دارد و در ساعات پایانی روز (ساعت ۱۸) کمی خنک‌تر شده و دمای پایین‌تری از ملک و کمال پیدا می‌کند. محله دردشت در ساعات ۱۵ و ۱۸ کمترین دما را داشته و در ساعت ۱۲ بعد از کمال دمای پایین‌تری به نسبت سایر محلات دارد. محله کمال دمای پایین‌تری به نسبت سایر محلات در ساعت ۱۲ داشته و ساعت ۹ بعد از ملک و ساعت ۱۵ بعد از دردشت دمای پایین‌تری دارد و در ساعت ۱۸ مانند ملک دمای بالایی دارد.

محله بازار که در طول روز از ساعت ۹ تا ۱۵ حد متوسط دما را در مقایسه با سایر محلات دارد، ساعت ۱۸ بعد از دردشت دمای پایینی دارد. ملک که در ساعت ۹ صبح کمترین دما را داشته، ساعت ۱۸ بالاترین دما را به خود اختصاص می‌دهد. میدان با داشتن نسبت فضای باز بالاتر (OSR=۱,۲) و معابر شمالی- جنوبی، متوسط دمای تابشی بالاتری به نسبت سایر محلات در ساعت ۹ صبح دارد. کمال علی‌رغم داشتن نسبت فضای باز بالا (OSR= ۱,۱) به دلیل داشتن معابر با انحراف از جهت شمالی جنوبی دمای پایین‌تری را به نسبت میدان و سایر محلات در ساعت ۹ صبح دارد. محلات دردشت و کمال در

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

معابر با جهت‌گیری شمال غرب- جنوب شرق دمای ۶۴-۵۸ داشته و معابر شرقی غربی در بازار نیز شرایط مشابهی با این معابر دارند. درصد نقاط با دمای ۳۴-۲۸ در معابر با جهت‌گیری شمال شرق-جنوب غرب در کمال و معابر شمالی جنوبی بازار و ملک موجب پایین‌تر بودن متوسط دمای این محله در این ساعت می‌شود. ملک با میانگین OSR مشابه دردشت و کمتر از میدان و کمال، وضعیت مناسبی در معابر شمالی- جنوبی داشته و حدود ۶۰ درصد از نقاط دمای زیر ۴۰ درجه دارند و ۴۰ درصد از نقاط در شمال معابر شرقی غربی دمای ۷۰-۶۴ درجه سانتی‌گراد دارند.



شکل (۵). نمودار مقایسه ای دمای متوسط تابشی در ساعات مختلف روز در پنج محله

ساعت ۱۲ وضعیت تنش حرارتی بالایی در هر ۵ محله وجود دارد و ۷۰ درصد داده‌ها در تمام محلات دمای بالاتر از ۵۸ درجه سانتی‌گراد دارند. میدان با داشتن ۸۰ درصد از نقاط با دمای ۷۰-۶۴ بالاترین دما را در این ساعت دارد. معابر شمالی-جنوبی ملک در این ساعت موجب بالا رفتن ۷۰ درصد نقاط تا دمای ۷۰-۶۴ شده است. دردشت، کمال و بازار در این ساعت دمای پایین‌تری به نسبت دو محله دیگر دارند.

ساعت ۱۵ که بحرانی‌ترین ساعات از لحاظ تنش حرارتی در محدوده مورد مطالعه است، افزایش دمای متوسط تابشی ادامه یافته و دمای ۷۶-۷۰ در ۷۰، ۶۰ و ۵۰ درصد از نقاط میدان، بازار و ملک ثبت شده است که بیشتر در معابر شمالی جنوبی قابل‌مشاهده است. در معابر با جهت‌گیری شمال غرب- جنوب شرق درصد نقاط بیشتری با دمای ۴۶-۳۴ ثبت شده است. ساعت ۱۸ محلات دردشت و بازار خنک‌ترین و کمال و ملک دمای بالاتری دارند.

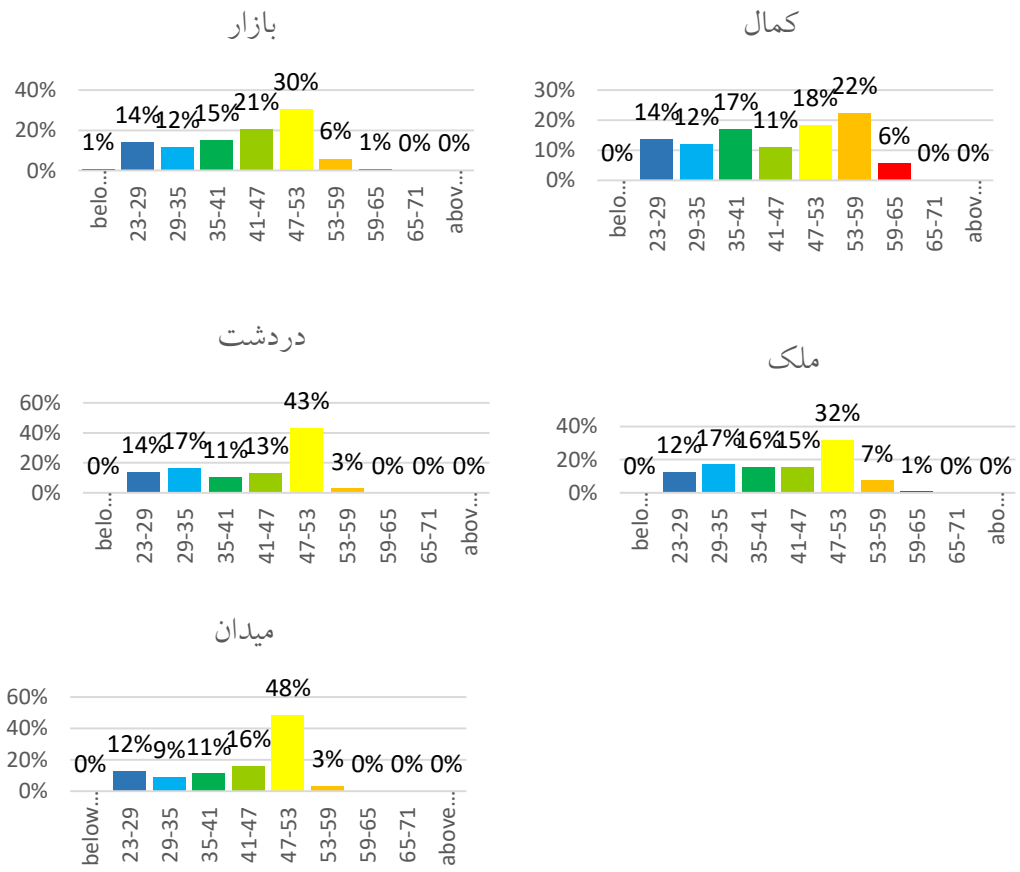
تحلیل آسایش حرارتی (PET)

اگرچه هر پنج محله شرایط حرارتی مناسبی در طول روز ندارند و بیش از نیمی از محله در طول روز تنش حرارتی بالایی تجربه می‌کنند یک درصد از نقاط در محله بازار دمای زیر ۲۳ درجه سانتی‌گراد دارد که در سایر محلات این دما در طول روز ثبت نشده است. مقایسه دمای معادل فیزیولوژیک از ساعت ۸ صبح تا ۱۸ بعدازظهر در پنج محله نشان می‌دهد به ترتیب کمال، میدان، دردشت، ملک و بازار بیشترین تا کمترین متوسط دما را دارند. محله کمال با داشتن بیش از یک چهارم نقاط

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

بالای ۵۳ درجه (۲۳ درصد ۵۹-۵۳ و ۶ درصد ۶۵-۵۹) گرم‌تر از سایر محلات است و متوسط دمای بالاتری دارد. بازار با اختلاف کمی نسبت به ملک، متوسط دمای پایین‌تری دارد. نسبت تعداد نقاط با دمای ۲۹-۲۳ درجه در محله بازار بیشتر از ملک است (به ترتیب ۱۴ و ۱۲ درصد) و درصد نقاط با دمای ۵۳-۴۷ درجه در ملک و بازار به ترتیب ۳۲ و ۳۰ درصد و دمای ۵۹-۵۳ ۷ و ۶ درصد است. نیمی از داده‌ها (۵۱ درصد) در محله میدان و ۴۶ درصد از داده‌ها در محله کمال دمای بالای ۴۷ درجه دارند و دمای بالایی را در طول روز تجربه می‌کند. در محله دردشت حدود نیمی از داده‌ها (۴۶ درصد) دمای بالای ۴۷ درجه دارند که در مقایسه با پنج محله دیگر، از بازار و ملک بالاتر و پایین‌تر از کمال و میدان است شکل (۶).

تفکیک داده‌ها به صبح (ساعت ۱۱-۸)، ظهر (۱۵-۱۲) و بعدازظهر (۱۸-۱۶) نشان می‌دهد در بازه زمانی ۸ تا ۱۱ صبح میدان بیشترین و ملک کمترین متوسط دما را دارد. دردشت و کمال به ترتیب متوسط دمای کمتر از میدان و بیشتر از بازار و ملک دارند. محله کمال متوسط دمای بالایی در ساعات ۱۲ تا ۱۵ داشته و با اختلاف ۵ درجه از محله ملک که پایین‌ترین متوسط دما را در این بازه زمانی دارد، گرم‌تر است. ترتیب متوسط دمای معادل فیزیولوژیک از بالا به پایین محلات کمال، بازار، میدان، دردشت و ملک در بازه زمانی ظهر را شامل می‌شود. بازه زمانی ۱۶ تا ۱۸ برخلاف صبح و ظهر ملک بالاترین دما را داشته و دردشت کمترین. بازار و کمال متوسط دمای مشابهی داشته و دمای پایین‌تری به نسبت میدان دارند.



شکل (۶). نمودار مقایسه‌ای آسایش حرارتی بر اساس شاخص PET در پنج محله

بحث

بررسی ریخت شناسانه پنج محله نشان داد در مقیاس بافت شهری محله‌ها از نظر متوسط تراکم و ارتفاع مطابق با دسته‌بندی انجام شده به ترتیب در بازه ۱-۰,۵ و یک تا دو طبقه هستند و تفاوت در سطح اشغال، نسبت فضای باز، جهت‌گیری معابر و

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

سازمان‌دهی معابر (و در نتیجه نوع بافت) است. دمای معادل فیزیولوژیک در طول روز به ترتیب در کمال، میدان، دردشت، ملک و بازار بیشترین تا کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. کمال و میدان با قرارگیری در تیپ C به دلیل داشتن نسبت فضای باز بیشتر (OSR) متوسط دمای معادل فیزیولوژیک بالاتری داشته و بازار (تیپ E) با سطح اشغال (GSI) بیشتر و نسبت فضای باز (OSR) کمتر متوسط دمای معادل فیزیولوژیک پایین‌تری در طول روز دارد. محله کمال با داشتن معابر با جهت‌گیری شمال غرب- جنوب شرق و شمال شرق- جنوب غرب که سایه‌اندازی بیشتری نسبت به معابر شمالی جنوبی دارد دمای متوسط تابشی پایین‌تری به نسبت سایر محلات دارد. چنانچه در پژوهشی از راستای شمال غرب-جنوب شرق یا شمال شرق-جنوب غرب به‌عنوان مطلوب‌ترین شرایط از نظر سایه‌اندازی در تابستان و زمستان نام برده شده است (Knowles,1980)؛ اما عرض بیشتر معابر و فضاهای باز در کمال و نیز زمین‌های بایر و فضاهای بدون سایه که در تقاطع‌ها در میدان وجود دارد دریافت تابش بالایی داشته و در نتیجه PET بالایی دارد. نتایج پژوهش اش[1] و همکاران (۲۰۱۲) نشان می‌دهد که عرض خیابان تأثیر قابل‌توجهی در دریافت انرژی تابشی از خورشید دارد و نیز پژوهش انجام شده توسط وی و همکاران همبستگی قوی بین دمای متوسط تابشی و دمای هوا با پارامترهای مورفولوژی شهری در زمانی که میزان تراکم ثابت است، نشان می‌دهد. به عبارتی با ثابت نگه داشتن تراکم (FSI) با افزایش درصد اشغالِ سطح، دامنه تغییر متوسط دمای تابشی و دمای هوا کمتر می‌شود (Wei et al,2016).

مقایسه دردشت و ملک (تیپ D) نشان می‌دهد محله دردشت PET بالاتری دارد. جهت‌گیری معابر در ملک شمالی-جنوبی و شرقی-غربی و سازمان‌دهی از نوع GT است و دردشت از نوع RT است. دردشت با داشتن معابری که نسبت به محور شمالی جنوبی انحراف داشته و سایه‌اندازی را بیشتر می‌کند، دمای معادل فیزیولوژیک بالاتری دارد که می‌تواند ناشی از تأثیر جهت‌گیری معابر بر میزان جریان هوا و در نتیجه میزان رطوبت باشد. همان‌طور که در پژوهشی از جهت‌گیری معابر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های هندسی شهری نام برده است. این پارامتر در تعیین میزان ورود نور و سرعت باد در دره‌های شهری تأثیرگذار است و درنتیجه آن بر آسایش حرارتی در سطح عابران پیاده تأثیر قابل‌توجهی دارد (Lau, Qian, and Yang, 2013). اگرچه هر دو محله ملک و دردشت متوسط ارتفاع یک تا دو طبقه دارند، نیمی از داده‌های ارتفاعی در بلوک‌های دردشت ارتفاع پایین‌تر از ملک دارند در نتیجه نسبت ارتفاع به عرض معابر در بخش‌هایی از این محله پایین‌تر بوده که موجب سایه‌اندازی کمتر می‌شود. همان‌طور که توسط میر[2] و همکاران (۱۹۹۵) ذکر شده، از نظر سایه‌اندازی، نسبت H / W بیشتر در امتداد یک محور معین باعث کاهش سطوح افقی و عمودی در معرض آفتاب می‌شود.

تفکیک داده‌ها به سه بازه صبح ساعت (۱۱-۸)، ظهر (۱۵-۱۲)، بعدازظهر (۱۸-۱۶) نشان می‌دهد که رفتار حرارتی محلات در بازه‌های زمانی مختلف متفاوت بوده و دمای معادل فیزیولوژیک و دمای متوسط تابشی در ساعات مختلف روز متفاوت است.

داده‌های صبح (۱۱-۸) نشان می‌دهد اگرچه کمال بالاترین متوسط دمای معادل فیزیولوژیک در کل روز را داشته، به دلیل داشتن نسبت بیشتر معابر با جهت‌گیری شمال شرق- جنوب غرب که در این ساعت سایه‌اندازی بیشتری دارند رتبه سوم در متوسط دمای نقاط در بازه زمانی صبح دارد و پایین‌تر از میدان و دردشت قرار می‌گیرد. میدان به دلیل نسبت فضای باز بالا و دردشت به دلیل داشتن معابر با جهت‌گیری شمال غرب-جنوب شرق، در این بازه زمانی دریافت تابش بالا و سایه‌اندازی کم دارند. ملک در این ساعت به‌ویژه در معابر شمالی- جنوبی سایه‌اندازی بیشتری به نسبت سایر معابر داشته و متوسط دمای کمتری دارد.

دمای معادل فیزیولوژیک بالای محله کمال در هنگام ظهر (۱۵-۱۲) متوسط دمای آن را در کل روز تحت تأثیر قرار داده و دمای آن را بالا می‌برد. بازار علی‌رغم سطح اشغال (GSI) بالا و نسبت فضای باز پایین که پایین‌ترین متوسط دما (PET) در طول روز را به خود اختصاص می‌دهد در بازه ۱۲ تا ۱۵ ظهر بعد از کمال PET بالایی دارد. معابر محله بازار با جهت‌گیری شمالی-جنوبی و شرقی-غربی که به دلیل مداخله‌ای که در این بافت در حوزه تاریخی شده، در بخش‌هایی عریض شده‌اند

[1] Esch
[2] Meir

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

دمای بالاتری به نسبت معابر شمالی- جنوبی و شرقی- غربی در ملک ایجاد کرده‌اند. معابر شمالی جنوبی و قسمت شمالی معابر شرقی- غربی دمای بالایی در این محله دارند. محله ملک که در طول روز دمای پایین‌تری به نسبت سایر محلات دارد، به هنگام بعدازظهر (۱۸-۱۶) دمای بالاتری را تجربه می‌کند. دو محله کمال و میدان که نسبت فضای باز بالاتری دارند به همان میزان که در طول روزدریافت تابش بالاتری دارند، بعدازظهر با سرعت بیشتری دمای خود را از دست می‌دهند. همان‌طور که طالقانی[1] (۲۰۱۵) در پژوهشی توضیح می‌دهد که هرچه فضا بازتر باشد میزان مواجهه با وزش باد بیشتر می‌شود. دمای بالاتر بعدازظهر ملک می‌تواند از نسبت ارتفاع به عرض بالاتر معابر در بخش‌هایی از بافت ناشی شود که علی‌رغم ایجاد سایه‌اندازی در روز موجب نگه داشتن حرارت شده و جریان هوای پایین‌تری را موجب می‌شود. وانگ و اکبری[2] (۲۰۱۴) از طریق شبیه‌سازی در کانادا نشان دادند که فضای باز با SVF=۰,۸۵ سرعت باد ۵ برابر فضای فشرده با SVF=۰,۳ است.

نتیجه‌گیری

آسایش حرارتی در فضاهای باز عمومی محلی در اقلیم گرم و خشک از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از این پژوهش برقراری رابطه میان ویژگی‌های شکلی بافت شهری با آسایش حرارتی در فضاهای باز عمومی محلی است. پژوهش‌های پیشین انجام شده در این حوزه اغلب با برداشت و شبیه‌سازی در یک یا چند نقطه در بافت شهری، نتایج را به کل بافت تعمیم داده‌اند، این در حالی است که در این پژوهش داده‌ها در مقیاس محله مورد بررسی قرار گرفته است و نیز بررسی در هسته تاریخی شهر اصفهان امکان مقایسه بافت شهری با تنوع ویژگی‌های ریخت شناسانه در یک خرد اقلیم را فراهم کرد. نتایج پژوهش نشان داد بیش از نیمی از داده‌ها در طول روز در فصل گرم در هر پنج محله در شرایط تنش حرارتی بالا قرار دارند. درعین‌حال مقایسه محلات با ویژگی‌های متفاوت ریخت شناسانه نشان داد دو محله با گونه C (شامل CGM1 و CGN2) با وجود تفاوت در جهت‌گیری معابر و نوع قطعات، هر دو به دلیل داشتن نسبت فضای باز بالاتر آسایش حرارتی پایین‌تری در مقایسه با سایر گونه‌ها دارند. در مقایسه دو محله با تیپ C، محله با قطعات جدید و جهت‌گیری غالب معابر شمال شرق- جنوب غرب، متوسط دمای بالاتری با شاخص PET دارد. محله با تیپ ETO1 که سطح اشغال بالاتر و نسبت فضای باز پایین‌تری دارد، متوسط دمای معادل فیزیولوژیک پایین‌تری در مقایسه با سایر گونه‌ها دارد. دو محله با تیپ D، متوسط دمای پایین‌تر از تیپ C و بالاتر از تیپ E دارد. تیپ DRO2 با قطعات قدیمی و ساختار معابر شعاعی و جهت‌گیری غالب شمال شرقی، جنوب غربی دمای بالاتری از تیپ DGM1 دارد. به‌طورکلی می‌توان دریافت که نسبت فضای باز پایین‌تر آسایش حرارتی بیشتری را در فضاهای باز محلی در اقلیم گرم و خشک اصفهان فراهم می‌آورد. درعین‌حال ترکیبی از فضاهای باز و نیمه‌باز جهت آسایش در هردو فصل تابستان و زمستان باید در نظر گرفته شود.

[1] Taleghani
[2] Wang, Akbari

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]
[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

منابع

اداره کل هواشناسی استان اصفهان، ۱۳۹۴، http://www.esfahanmet.ir.

آقاملایی، ریحانه؛ عزیزی، محمدمهدی؛ امین زاده، بهناز. ۱۳۹۹. ارزیابی عملکرد حرارتی بافت‌های شهری در اقلیم شهر تهران: آموزه‌هایی برای طراحی شهری حساس به شرایط خرداقلیم، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی :doi . 10.22059/jfaup.2020.296175.672397

دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی. ۱۳۸۴. راهکارهای جلب مشارکت در بیابان‌زدایی. تهران: سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور

ذاکر حقیقی، کیانوش، حمید ماجدی و فرح حبیب. ۱۳۸۹. تدوین شاخص‌های مؤثر بر گونه شناسی بافت شهری. هویت شهر.

Achour-Younsi, S., & Kharrat, F. 2016. Outdoor thermal comfort: impact of the geometry of an urban street canyon in a Mediterranean subtropical climate–case study Tunis, Tunisia. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 216(6), 689-700.

Ali-Toudert, F., Mayer, H. (2006). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot dry and dry climate, Building and environment, 41(2), 94-108.

ASHRAE, 2001. Handbook of Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.,Atlanta.

Berghauser Pont, M. Y., & Haupt, P. A. 2009. Space, density and urban form,

Charalampopoulos, I., Tsiros, I., Chronopoulou-Sereli, A., Matzarakis, A., 2013. Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece. Urban Ecosyst. 16 (2), 217–233. https://doi.org/10.1007/s11252-012-0252-5.

Cheung, P.K., Jim, C.Y., 2018b. Subjective outdoor thermal comfort and urban green space usage in humid-subtropical Hong Kong. Energ. Buildings 173, 150–162. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.05.029

Cowan, R.2005. The dictionary of urbanism. Streetwise Press, Tisbury.

Delft University of Technology.

Erell, E., Pearlmutter, D., & Williamson, T. 2012. Urban microclimate: designing the spaces between buildings. Routledge.

Givoni, B. 1998. Climate considerations in building and urban design. John Wiley & Sons.

Grifoni, R. C., Passerini, G., & Pierantozzi, M. 2013. Assessment of outdoor thermal comfort and its relation to urban geometry. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 173, 3-14.

Haupt, P., Pont, M. B., & Moudon, A. V. 2005. Spacemate: the spatial logic of urban density. Ios Pr Inc.

ISO 7726. 1998. Ergonomics of the Thermal Environment – Instruments for Measuring Physical Quantities. International Organization for Standardization, Geneva.

Jamei, E., Rajagopalan, P., Seyedmahmoudian, M., Jamei, Y. 2016. Review on the impact of urban geometry and pedestrian level greening on outdoor thermal comfort. Renew. Sust. Energ. Rev. 54, 1002–1017. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.104

Johansson, E., Thorsson, S., Emmanuel, R., & Krüger, E. 2014. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies–The need for standardization. Urban climate, 10, 346-366.

Jóźwiak, R., Kacprzyk, J., & Żurański, J. A. 1996. Influence of wind direction on natural ventilation of apartment buildings. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 60, 167-176.

Kántor, N., Chen, L., Gál, C.V., 2018. Human-biometeorological significance of shading in urban public spaces—summertime measurements in Pécs, Hungary. Landsc. Urban Plan. 170, 241–255. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.030.

Knowles, R.L. 1980.The Solar Envelop, In D.Watson,A. Plattus, & R. Shibley, Time saver standard for urban design (PP. 42-49 and 70), McGrow-hill.

Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B, Rubel F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift. 2006 Jun 1;15(3):259-63.

Kropf, K. 2017. The handbook of urban morphology. John Wiley & Sons.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]

Lai, D., Liu, W., Gan, T., Liu, K., & Chen, Q. 2019. A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces. Science of The Total Environment, 661, 337-353.

Larkham, PJ.2005. Understanding urban form?. Urban Design 93:22–24.

Lau, K.K.L., Ren, C., Ho, J., Ng, E., 2016. Numerical modelling ofmean radiant temperature in high-density sub-tropical urban environment. Energ. Buildings 114, 80–86. https:// doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.035.

Lozano, E.1990. Community design and culture of cities. Cambridge University Press, Cambridge.

Marshall, Stephen. 2005, street and pattern. Taylor and Francis group.

Matzarakis, A., Amelung, B. 2008. Physiological equivalent temperature as indicator for impacts of climate change on thermal comfort of humans Seasonal forecasts, climatic change and human health (pp. 161-172): Springer.

Mayer, H., Höppe, P., 1987. Thermal comfort of man in different urban environments. Theor. Appl. Climatol. 38, 43–49.

Meir, I. A., Pearlmutter, D., & Etzion, Y. (1995). On the microclimatic behavior of two semi-enclosed attached courtyards in a hot dry region. Building and Environment, 30(4), 563-572.

Moudon, V., 1994. Getting to Know the Built landscape: Typomorphology. In Franck, K. A., & Schneekloth, L. H. (Eds.). Ordering space: Types in Architecture and Design. Van Nostrand Reinhold, New York.

Olgyay, Victor, and Aladar Olgyay. 1963. Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Shashua-Bar, L., Tsiros, I.X., Hoffman, M., 2012. Passive cooling design options to ame- liorate thermal comfort in urban streets of a Mediterranean climate (Athens) under hot summer conditions. Build. Environ. 57, 110–119. https://doi.org/ 10.1016/j.buildenv.2012.04.019

Taleghani, M., Kleerekoper, L., Tenpierik, M., van den Dobbelsteen, A., 2015. Outdoor ther- mal comfort within five different urban forms in the Netherlands. Build. Environ. 83, 65–78. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.014.

Wang, Y., Akbari, H., 2014. Effect of sky view factor on outdoor temperature and comfort in Montreal. Environ. Eng. Sci. 31 (6), 272–287. https://doi.org/10.1089/ees.2013.0430.

Wei, R., Song, D., Wong, N. H., & Martin, M. 2016. Impact of urban morphology parameters on microclimate. Procedia Engineering, 169, 142-149.

Yang, F., Qian, F., Lau, S., 2013. Urban form and density as indicators for summertime out- door ventilation potential: a case study on high-rise housing in Shanghai. Building and Environment. 70, 122–137. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.019

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-05-25]

[DOI: 10.61882/jgs.25.79.6]