




Research Article

Evaluation of the impact of design components on optimizing the thermal comfort of the bazaar sidewalk in Ahvaz city

Farnoosh Ghorbani¹, Mohsen Taban^{1*} 

1-Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran

Received: 03 Jul 2023 Accepted: 21 Sep 2024

Extended Abstract

Introduction

As a vital element of successful cities, public spaces play an important role in achieving the goals of sustainable development and dealing with climate change. Also, new research studies in the field of urban environmental performance and architecture state that the climatic design of urban spaces is one of the main criteria of urban progress and has a wide impact on achieving thermal comfort. Thermal comfort plays a key role in encouraging people to use public open spaces, especially in hot climates. The high presence time of pedestrians in the open space of a bazaar, along with the tense and specific climatic conditions of Ahvaz city, is one of the obstacles that hinders the possibility of creating thermal comfort. The target of this research is to achieve an optimal pattern that is affected by the type of "architectural massing" in terms of orientation, distance, height, etc., "shading" through artificial canopies and "surface materials".

Materials and Methods

The area studied in this research is the city of Ahvaz, the center of Khuzestan province with the climate characteristics of very tropical regions; Also, the process of simulating geometric models with the help of Rhino software and climate, thermal and wind flow simulations with the help of Grasshopper software and Ladybug, Honeybee, Butterfly plugins have been done. The index used to evaluate outdoor thermal comfort in this research is the UTCI index. UTCI index is one of the most comprehensive indices of outdoor thermal comfort. The simulation period is one of the warm weeks of the year (June 9-15) and its average thermal comfort is 38.39 degrees. In the process of reaching a better level of comfort, in the first step, a pedestrian way and two architectural masses were considered, then the influence of the ratio of the height of the masses to the width of the path and its orientation was investigated. In the second step, the type of canopies, their height and width were evaluated and in the third step, the selection of materials for external surfaces was evaluated.

Citation: Ghorbani, F. and Taban, M., 2025. Evaluation of the impact of design components on optimizing the thermal comfort of the bazaar sidewalk in Ahvaz city, *Res. Earth. Sci.* 15(4), (46-62) DOI: 10.48308/esrj.2024.232246.1184

* Corresponding author E-mail address: Mntaban@jsu.ac.ir



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Results and Discussion

In the first part, the height of the mass in two sizes of 4 and 6 meters and the width of the street 6 meters were considered based on the existing physical condition of Ahvaz city. The results showed that taller buildings with constant street width are more successful in improving thermal performance. The orientation of the north south streets creates the best thermal conditions. In the second part, two categories of canopies were defined, including the central canopy and the canopies attached to the mass body. In the optimization process, it was first determined that the height of the central canopy should be lower than the height of the canopies connected to the body, then it was determined that the width of the central canopy has a greater effect on thermal improvement. Also, to limit the desired patterns, based on the better performance of the wind flow, two patterns were introduced. At the end, two general patterns (parallel placement of masses and intersecting placement of masses) were investigated for arrangement of masses and bazaar rows. In the third part, one of the selected patterns of different materials was defined on the outer surfaces. Ceramic, marble, tile, vegetation and wood materials were selected for the sidewalk floor, wall, roof, central canopy and canopy attached to the building.


Conclusion

The purpose of this research is to provide thermal comfort conditions for open space; It was also found that radiation control will have the greatest effect in order to achieve thermal comfort. Based on the findings, choosing a higher height for the masses along with choosing a north-south orientation increases the possibility of shadow formation along the route. In the process of simulating canopies, the results show that the lower the height of the central canopy and the wider its width than the canopies connected to the body, the better its performance will be. Finally, it was concluded that among the investigated materials, vegetation has the best thermal efficiency. Also, the best pattern for the arrangement of masses and rows of the bazaar was their parallel arrangement. By comparing the outdoor thermal comfort for a small part of a large group of a market has decreased by 2.94 degrees; In fact, thermal comfort has reached 38.39 degrees to 35.45 degrees.

Keywords: Outdoor thermal comfort, Ahvaz, Bazaar, Open space, UTCI Index.



ارزیابی تاثیر مولفه‌های طراحی بر بهینه‌سازی آسایش حرارتی پیاده‌راه بازار در شهر اهواز

فرنوش قربانی^۱، محسن تابان^{۱*} 

۱- گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول، دزفول، ایران

(پژوهشی) دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱

چکیده گسترده

مقدمه

فضاهای عمومی به عنوان عنصر حیاتی شهرهای موفق، نقش مهمی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار و مقابله با تغییرات آب و هوایی دارند؛ همچنین مطالعات جدید پژوهشی در زمینه عملکرد محیط زیست شهری و معماری عنوان می‌کند که طراحی اقلیمی فضاهای شهری از جمله معیارهای اصلی پیشرفت شهری به شمار می‌آید و تاثیرات گسترده‌ای بر دستیابی به آسایش حرارتی دارد. آسایش حرارتی نقش کلیدی در ترغیب مردم به استفاده از فضاهای باز عمومی، به ویژه در اقلیم گرم دارد. بالا بودن زمان حضور عابرین پیاده در فضای باز یک راسته بازار، در کنار شرایط اقلیمی پرتنش و خاص شهر اهواز از جمله موانعی است که امکان ایجاد آسایش حرارتی را مختل می‌کند. بنابراین، توجه به شرایط اقلیمی منطقه به بهره‌وری مناسب‌تر از فضاهای معماری کمک می‌کند. هدف از این پژوهش دستیابی به الگوی بهینه‌ای است که متاثر از نوع "توده گذاری‌های معماری" از لحاظ جهت‌گیری، فاصله، ارتفاع، "سایه‌اندازی" از طریق سایبان‌های مصنوع و "مصالح سطوح" است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، شهر اهواز، مرکز استان خوزستان با مشخصات آب و هوایی مناطق بسیار گرمسیری است؛ همچنین فرآیند شبیه‌سازی مدل‌های هندسی به کمک نرم‌افزار Rhino و شبیه‌سازی‌های اقلیمی، حرارتی و جریان باد با کمک نرم‌افزار Grasshopper و پلاگین‌های Ladybug، Honeybee، Butterfly صورت گرفته است. شاخص مورد استفاده برای ارزیابی آسایش حرارتی خارجی در این پژوهش، شاخص UTCI است. شاخص UTCI یکی از جامع‌ترین شاخص‌های آسایش حرارتی خارجی است. بازه‌ی زمانی شبیه‌سازی در این پژوهش یکی از هفته‌های گرم سال یعنی ۱۹ تا ۲۵ خرداد ماه در نظر گرفته شده است و میانگین آسایش حرارتی آن ۳۸/۳۹ درجه است. در روند رسیدن به سطح آسایش بهتر در گام اول، یک مسیر پیاده که دو توده‌ی معماری در موازات آن قرار دارد، در نظر گرفته شد، سپس به بررسی تاثیر نسبت ارتفاع توده‌ها به عرض مسیر و جهت‌گیری آن پرداخته شد. در گام دوم نوع استقرار سایبان‌ها، ارتفاع و عرضشان مورد ارزیابی قرار گرفت و در گام سوم انتخاب مصالح برای سطوح بیرونی شبیه‌سازی شد.

نتایج و بحث

در بخش اول، ارتفاع توده در دو اندازه‌ی ۴ و ۶ متر و عرض خیابان ۶ متر براساس وضع موجود بافت کالبدی شهر اهواز، لحاظ شد. نتایج مشخص کرد ارتفاع بلندتر توده‌ها با عرض ثابت خیابان در بهبود عملکرد حرارتی راسته و کنترل تابش موفق‌تر است.

استناد: قربانی، ف. و تابان، م.، ۱۴۰۳. ارزیابی تاثیر مولفه‌های طراحی بر بهینه‌سازی آسایش حرارتی پیاده‌راه بازار در شهر اهواز، پژوهشهای

دانش زمین: ۱۵(۴)، (۴۶-۶۲)، DOI: 10.48308/esrj.2024.232246.1184

E-mail: Mntaban@jsu.ac.ir

* نویسنده مسئول:



برای جهت‌گیری راسته‌ها، جهت‌های جغرافیایی اصلی و فرعی ملاک شبیه‌سازی قرار گرفت و نتایج شبیه‌سازی نشان داد، راسته‌های شمالی- جنوبی بهترین شرایط حرارتی را فراهم می‌کنند. در بخش دوم، دو دسته سایبان شامل سایبان مرکزی و سایبان‌های متصل به بدنه توده، تعریف شد. در روند بهینه‌سازی در ابتدا مشخص شد، ارتفاع سایبان مرکزی باید کمتر از ارتفاع سایبان‌های متصل به بدنه باشد، سپس با سنجش تاثیر عرض سایبان‌ها، دریافت شد عرض سایبان مرکزی تاثیر بیشتری بر بهبود حرارتی محیط دارد؛ همچنین برای محدود کردن الگوهای مطلوب، براساس عملکرد بهتر جریان باد، دو الگو معرفی شد. در انتها دو الگوی کلی (در موازات هم قرارگیری توده‌ها و متقاطع قرارگیری توده‌ها) برای چینش توده و راسته‌های بازار بررسی شد. در بخش سوم برای ارزیابی تاثیر مصالح، بر روی سطوح بیرونی یکی از الگوهای منتخب، مصالح متفاوتی بررسی شد و سرانجام برای کف پیاده‌رو، دیوار توده، کف بام توده، سایبان مرکزی و سایبان متصل به بدنه به ترتیب مصالح سرامیک، سنگ نما مرمر، کاشی، پوشش گیاهی و چوب انتخاب شد.

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش فراهم کردن شرایط آسایش حرارتی برای فضای باز است؛ همچنین دریافت شد برای دستیابی به آسایش حرارتی کنترل تابش بیشترین تاثیر را خواهد داشت. براساس یافته‌ها انتخاب ارتفاع بلندتر برای توده‌ها در کنار انتخاب جهت-گیری شمالی - جنوبی احتمال تشکیل سایه در طول مسیر را بیشتر می‌کند. در روند شبیه‌سازی سایبان‌ها نتایج نشان می‌دهد هرچه ارتفاع سایبان مرکزی کمتر و عرض آن بیشتر از سایبان‌های متصل به بدنه باشد، آسایش عملکرد بهتری خواهد داشت و در ادامه مشخص شد از میان مصالح بررسی شده، پوشش گیاهی بهترین بازدهی حرارتی را دارد. نهایتاً بهترین الگوی چینش توده‌ها و راسته‌های بازار موازات هم قرارگیری آن‌ها معرفی شد. سرانجام با مقایسه‌ی آسایش حرارتی یک فضای باز با نتیجه‌ی الگوی منتخب، مشخص شد، آسایش حرارتی خارجی برای یک بخش کوچک از مجموعه بزرگ یک بازار، ۲/۹۴ درجه کاهش یافته است؛ در واقع آسایش حرارتی از ۳۸/۳۹ درجه به ۳۵/۴۵ درجه رسیده است.

واژگان کلیدی: آسایش حرارتی بیرونی، اهواز، بازار، شاخص UTCI، فضای باز.

مقدمه

غلبه بر تغییرات آب و هوایی تاثیرگذار باشد (Vukmirovic et al, 2019). شدت فعالیت‌های کاربران، با درصد رضایت شان از فضاهای عمومی که در معرض شرایط اقلیمی خاص قرار می‌گیرند، تناسب دارد. در نتیجه، به حداقل رساندن درصد نارضایتی حرارتی کاربران فضاهای عمومی باز ممکن است قابلیت بهره‌وری آن مکان را افزایش دهد (Zhang et al, 2020). آسایش حرارتی مناسب در فضای باز مردم را به بودن در محیط بیرون از خانه و فضای باز ترغیب می‌کند، که برای سلامتی جسمی، اجتماعی و اقتصادی محلی مفید است. طبق «استاندارد اشرفی» آسایش حرارتی شرایط ذهنی است که شخص میزان رضایت خود را از محیط گرمایی پیرامون خود ابراز می‌کند و با ارزیابی ذهنی سنجیده می‌شود (ASHRAE, 2017). در واقع عکس‌العمل

هیئت بین دولتی تغییرات اقلیمی^۱، هشدار می‌دهد فعالیت‌های انسانی باعث افزایش ۱ درجه سانتی‌گراد کره زمین و گرم‌تر شدن آن شده است. طبق پیش‌بینی‌ها در صورت عدم کنترل فعالیت‌های فعلی، افزایش بیشتر دمای کره زمین تا ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی‌گراد بین سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۵۲ رخ خواهد داد (Elnabawi and hamza, 2020). از این رو، در پی حاد شدن مشکلات شهری، جنبش‌های گسترده‌ای در برابر حرکت موتورها و ماشین‌ها و کاهش تحرکات پیاده در جهان پدید آمد و به دنبال این جنبش، توجه معماران و طراحان شهری به طراحی پیاده‌راه‌ها جلب شد (Ahmadpour kalhorodi et al, 2016) و مشخص شد یک فضای مطلوب شهری می‌تواند بر کاهش دمای بالا و

فرم شهری بر آسایش حرارتی فضای باز را برای مناطق گرم و خشک کشور چین، بررسی کردند. این مطالعه یک گردش کار اتوماتیک را برای بهینه‌سازی فرم‌های فضای شهری با هدف بهبود شرایط آسایش حرارتی UTCI در فضای باز، ارائه داد. در این پژوهش فرآیند شبیه‌سازی با کمک نرم‌افزار راینو و پلاگین‌های گرس‌هاپر (Ladybug و Honeybee) انجام گرفت. در سال ۲۰۲۱، ابراهیم و همکارانش (Ibrahim et al, 2021) بر روی مصرف انرژی و آسایش حرارتی فضای باز منطقه گرم و خشک در کشور مصر کار کردند. در این پژوهش از پلاگین‌های ابزار Ladybug برای بررسی تأثیر تغییر خصوصیات ریخت‌شناسی سه نوع بلوک (پراکنده، خطی و حیاطدار) و پارامترهای مرتبط با آن‌ها استفاده شد. در سال ۲۰۲۱، چی و همکارانش (Chi et al, 2021) بر روی بهینه‌سازی سازه‌های سایه‌انداز پویا کار کردند. آن‌ها برای رسیدن به شرایط آسایش حرارتی شاخص UTCI در کشور مکزیک به طراحی عناصر سایه انداز متحرک به کمک نرم‌افزار راینو و پلاگین‌های گرس‌هاپر پرداختند. در مطالعه‌ای دیگر در سال ۲۰۲۰، النبوی و حمزه (Elnabawi and hamza, 2020) بر روی نوع سایبان‌های یک راسته‌ی بازار در کشور مصر و تأثیرشان بر آسایش حرارتی خارجی پرداختند. آن‌ها ۶ الگوی سایبان را براساس چهار متغیر سرعت باد، سرعت جریان هوا، دمای هوا و شاخص دمای فیزیولوژیکی^۴ (PET) مورد ارزیابی قرار دادند. در سال ۲۰۱۷، دیجکیچ و همکارانش (Djekic et al, 2017) بر روی ویژگی‌های فیزیکی مواد کف پیاده‌راه‌ها و تأثیر آن‌ها هنگام قرار گرفتن در معرض دمای بالای تابستان و همچنین اثرگذاری آن را بر آسایش حرارتی عابرین مطالعه کردند. در این مطالعه با در نظر گرفتن مصالح مختلف برای کف پیاده‌راه در مرکز شهر نیچ کشور صربستان و اندازه‌گیری دمای سطوح در فصول مختلف سال به این نتیجه رسیدند که نوع مواد، رنگ، زبری و سایه‌اندازی یک منطقه بر گرم شدن سطوح عابر پیاده تأثیرگذار است. نظر به اهمیت موارد ذکر شده، در شهرهایی با اقلیم بسیار گرم چون اهواز و مناطق اطراف آن اهمیت و ضرورت بهره‌بری از فضاهای باز با توجه به نوع اقلیم منطقه زیر سوال می‌رود و در پی آن برای فراهم کردن شرایط آسایش حرارتی، نیاز به بررسی‌های بیشتری نسبت به دیگر تحقیقات صورت گرفته است. در فضای باز شخص به عنوان

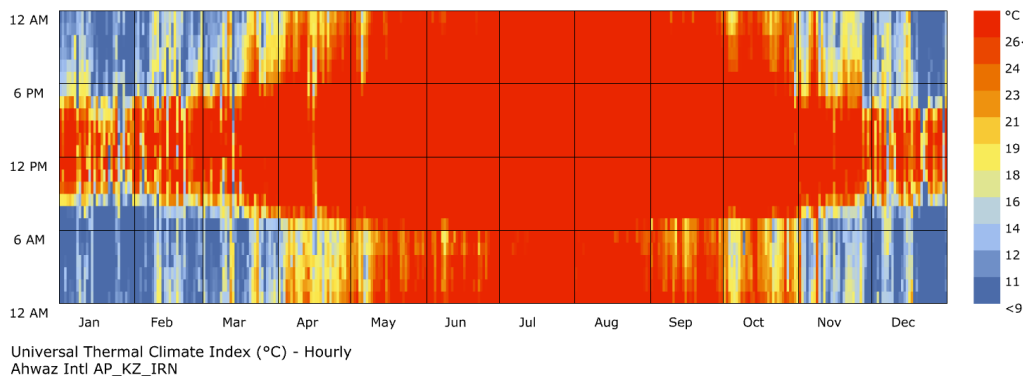
بدن نسبت به شرایط محیطی (دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت نسبی و سرعت باد) و شخصی (نوع لباس و نوع فعالیت فرد) است. برای سنجش میزان تأثیر آب و هوا بر انسان و محیط اطراف آن و مطالعات اقلیمی - آسایشی شاخص‌های زیادی برای فضای داخلی و خارجی معرفی شده است؛ از جمله شاخص‌های آسایش حرارتی خارجی، شاخص جهانی آب و هوای گرمایی^۲ (UTCI) است. این شاخص به عنوان یکی از جامع‌ترین شاخص‌ها برای محاسبه تنش گرمایی در فضاهای بیرونی است. اطلاعات ورودی برای محاسبه‌ی UTCI شامل داده‌های هواشناسی (سرعت باد، دمای خشک، رطوبت نسبی و میانگین دمای تابشی) و داده‌های غیرهواشناسی (میزان متابولیسم و مقاومت حرارتی لباس) است. UTCI به ۱۰ دسته تقسیم می‌شود که شرایط آسایش و بدون فشار گرمایی آن بین ۹+ تا ۲۶+ است. اگر آسایش پایین‌تر از ۹+ درجه باشد، احساس سرما و اگر بالاتر از ۲۶+ درجه باشد، احساس گرما در شخص پدید می‌آید (Zare et al, 2018). برای ارزیابی پیچیدگی شرایط آسایش در فضای باز، مفهوم میانگین دمای تابشی^۳ (MRT) اتخاذ شده است. این پارامتر شامل تمامی شارهای تشعشعی است که در محیط بیرونی به بدن انسان می‌رسد. استاندارد متوسط دمای تابشی بر اساس ASHRAE 55-2010 بین ۱۶ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد است. در کنار بررسی دمای متوسط تابشی، باد عامل مهمی در ایجاد آسایش حرارتی برای انسان یا اختلال در آن می‌تواند باشد، چرا که باد باعث تبادل گرما و رطوبت و انتقال ذرات معلق هوا می‌شود. از این رو در طراحی فضاهای باز شهری، اطلاع از این امر که باد غالب از چه جهت و با چه سرعتی است و آیا باعث مزاحمت می‌شود یا نه، حائز اهمیت است (Rouzati and ghanbaran, 2014). برخی از عوامل شهری و کالبدی تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم بر پارامترهای اقلیمی و آسایش حرارتی خارجی می‌گذارند. با کنترل و بررسی این عوامل و سنجش بهترین گزینه‌ها می‌توان آسایش حرارتی در فضای باز را به شرایط پایدار نزدیک و فضای باز پویا و فعال ایجاد کرد؛ از جمله این عوامل می‌توان به کالبد ساختمان، جهت قرارگیری ساختمان، نسبت ارتفاع ساختمان به عرض خیابان، فضای سبز، تراکم بلوک‌های ساختمانی، سایه‌اندازه‌ها و مصالح سطوح اشاره کرد. در سال ۲۰۱۹، شو و همکارانش (Xu et al, 2019) در پژوهشی تأثیر

می‌کند، که مشخص می‌کند شیب اراضی شهری اهواز بسیار کم و گاهاً نزدیک به صفر است. با وجود قرارگیری شهر اهواز در مدار ۳۱ درجه شمالی، به دلیل وجود جریان‌های هوایی خاص این شهر دارای مشخصات آب و هوایی مناطق بسیار گرمسیری نزدیک به مدار استوا بوده است و عملاً دارای دو فصل شامل: تابستان‌های بسیار گرم که در برخی از ماه‌ها نیمه مرطوب و زمستان‌های معتدل و در برخی ماه‌ها سرد است (Mojtahedzadeh and namawor, 2013). در شکل ۱، نمودار آسایش حرارتی خارجی شهر اهواز آورده شده است. این نمودار دارای دو محور، شامل تمام روزهای سال و ساعات کل یک روز است. مطابق با این نمودار بازه‌های زمانی که آسایش بالاتر از حد مجاز است (قرمز پررنگ)، یعنی نیاز به فراهم کردن سرمایش و بازه‌هایی که پایین‌تر از حد مجاز (آبی پررنگ)، یعنی نیاز به فراهم کردن گرمایش است. با توجه به قرارگیری شهر اهواز در حوزه جغرافیایی بسیار گرم، نیاز به کنترل بازه‌های زمانی است که آسایش بالاتر از حد مجاز است.

عابر، تجربه‌های متفاوتی را از محیط درک می‌کند، که توجه به فراهم کردن آسایش حرارتی عابرین با به کارگیری عوامل تاثیرگذار بر بهبود این شرایط، تجربه مطلوب‌تری را برای شخص به ارمغان می‌آورد. لذا چارچوب این مطالعه در راستای تحقق یافته‌هایی است که پاسخگوی این پرسش‌ها باشد: بهترین نوع جهت‌گیری توده‌های معماری برای بهبود آسایش حرارتی فضای باید چگونه باشد؟، بیشترین تاثیر بر آسایش فضای باز متاثر از کدام نوع سایبان‌ها و با چه ابعاد و اندازه‌هایی است؟ و همچنین موثرترین مصالح بر بهبود آسایش حرارتی کدام است؟

منطقه مورد مطالعه

شهر اهواز، مرکز استان خوزستان با موقعیت ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی در جلگه‌ای به ارتفاع متوسط ۱۸ متر از سطح دریا واقع گردیده است. شهر اهواز از خصوصیات عمومی اراضی جلگه‌ای استان، با شیب متوسط ۰/۴ تا ۰/۶ در هزار تبعیت



شکل ۱: نمودار آسایش حرارتی خارجی UTCI به صورت ساعتی برای کل سال

زمین‌های کشاورزی و پستی و بلندی‌ها سبب شده به صورت شطرنجی و فاقد پیچیدگی‌های شبکه‌های ارگانیک باشد (Pourahmad et al, 2014). بازار مرکزی شهر اهواز (بازار نادری) در بافت قدیمی شهر با شبکه ارتباطی شطرنجی واقع است. این بازار شامل راسته‌های اصلی و فرعی متقاطع بر یکدیگر است (شکل ۲).

مواد و روش‌ها

- شناخت بافت کالبدی بازار اهواز

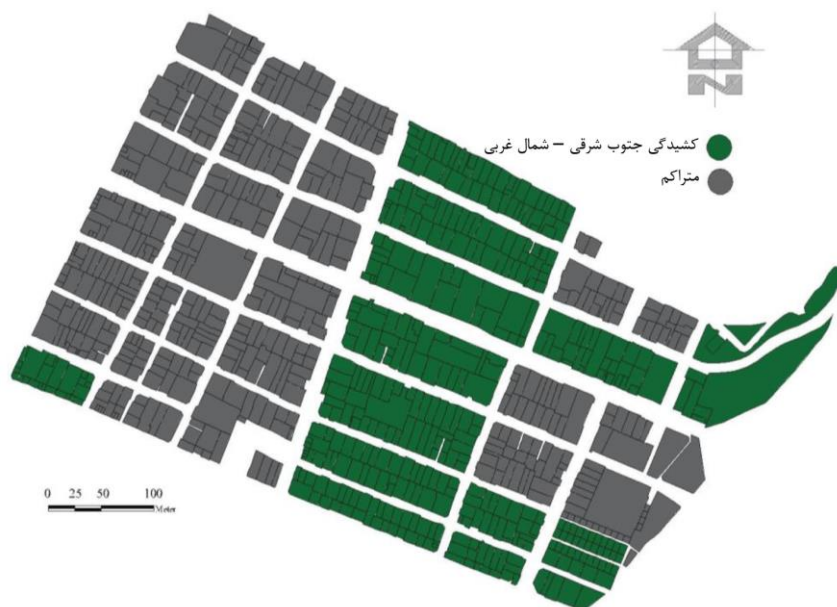
بافت شهری اهواز بافتی چندپاره است که باعث شده مناطقی با ویژگی‌های گوناگون در آن شکل گیرد. بافت و شبکه دسترسی اهواز در اغلب مناطق به علت عدم وجود عوامل طبیعی محدودکننده مانند پوشش‌های گیاهی،



شکل ۲: شبکه معابر بازار نادری اهواز (مأخذ: نگارندگان)

مطابق با مشاهدات صورت گرفته، جز یکی از راسته‌های اصلی (خیابان امام) در دیگر راسته‌ها و خیابان‌های فرعی طرحی برای کنترل سایه با ایجاد سایبان و یا کاشت درخت لحاظ نشده‌است (شکل ۴ و ۵).

همچنین مطابق شکل ۳، کشیدگی بلوک‌های تجاری در بافت بازار مرکزی نادری اهواز شامل دو دسته عمده کشیدگی جنوب شرقی-شمال غربی و متراکم است. ارتفاع بلوک‌های تجاری بر حسب نوع یک طبقه یا یک و نیم طبقه به دو دسته اصلی با ارتفاع ۴ متر و ۶ متر تقسیم شده‌اند.



شکل ۳: کشیدگی بلوک‌های بازار نادری اهواز (مأخذ: نگارندگان)



شکل ۴: راسته‌ی اصلی / دارای سایبان

شکل ۵: خیابان فرعی / بدون سایبان

مواد و روش‌ها

در مطالعه پیش‌رو با کمک پلاگین‌های Ladybug و Honeybee شبیه‌سازی‌های اقلیمی و آسایش حرارتی خارجی، و با پلاگین Butterfly شبیه‌سازی‌های جریان باد، انجام شده است. در این پژوهش یک هفته از بازه‌های زمانی که فشار گرمایی دارد، به کمک پلاگین لیدی‌باگ به دست آورده شده است. این هفته منتخب بازه زمانی ۱۹ تا ۲۵ خرداد ماه (۹ تا ۱۵ ژوئن) است و میانگین آسایش حرارتی آن ۳۸/۳۹ درجه است. با استناد به هدف اصلی این پژوهش که بهبود شرایط آسایش حرارتی خارجی است، روش

رسیدن به این هدف مبتنی بر چند مرحله است: در مرحله اول یک گونه از مسیر پیاده که بین دو توده از غرفه‌های فروش قرار دارد، در نظر گرفته شد، سپس عوامل تاثیرگذاری چون ارتفاع ساختمان، عرض خیابان، طول خیابان و جهت‌گیری خیابان مورد بررسی قرار گرفت. در جدول ۱ ابعاد و مشخصات عوامل ذکر شده، تعریف شده‌اند و در ادامه به بررسی ارتفاع مناسب در جهت تاثیر مثبت بر آسایش حرارتی خارجی و دمایی تابشی پرداخته شده است، سپس جهت‌گیری راسته‌ی مسیر پیاده حول نقطه مرکزی شبیه‌سازی با زوایای از م ضرب ۱۵ ارزیابی شده است.

جدول ۱: جدول مشخصات بررسی شده در شبیه‌سازی توده

| توضیح | علامت اختصاری | ابعاد | تصویر |
|----------------------|-----------------|--|-------|
| ارتفاع توده سمت چپ | HM ₁ | با توجه به ارتفاع مغازه‌های فروش وضع موجود شهر اهواز، دو ارتفاع ۴ و ۶ متر ملاک قرار داده شد. | |
| ارتفاع توده سمت راست | HM ₂ | ۴ و ۶ متر | |
| عرض خیابان | W | ۶ متر | |
| طول ساختمان | Y | ۴ متر | |
| عرض ساختمان | X | ۱۶ متر | |
| جهت‌گیری | A | هر ۱۵ درجه حول نقطه‌ی مرکزی | |

(ماخذ: نگارندگان)

در مرحله‌ی دوم به بررسی تاثیر سایه‌اندازها پرداخته شده است. مطابق با جدول ۲ سایه‌اندازها به دو دسته تقسیم شده‌اند؛ سایبان‌های متصل به بدنه توده‌ها و سایبان مرکزی (مرکز مسیر حرکت). برای سنجش تاثیر سایبان‌ها و داشتن ملاک ثابت، عرض آن‌ها بر اساس میزان درصد از پوشش

سطح تقسیم‌بندی شده است. در انتها براساس بهتر بودن شرایط سرعت جریان باد از میان الگوها، الگوی منتخب مشخص شده است. همچنین الگوی کلی کنار هم قرارگیری مجموعه ای از توده‌ها در دو دسته مقایسه شدند.

جدول ۲: جدول مشخصات بررسی شده‌ی سایبان‌ها

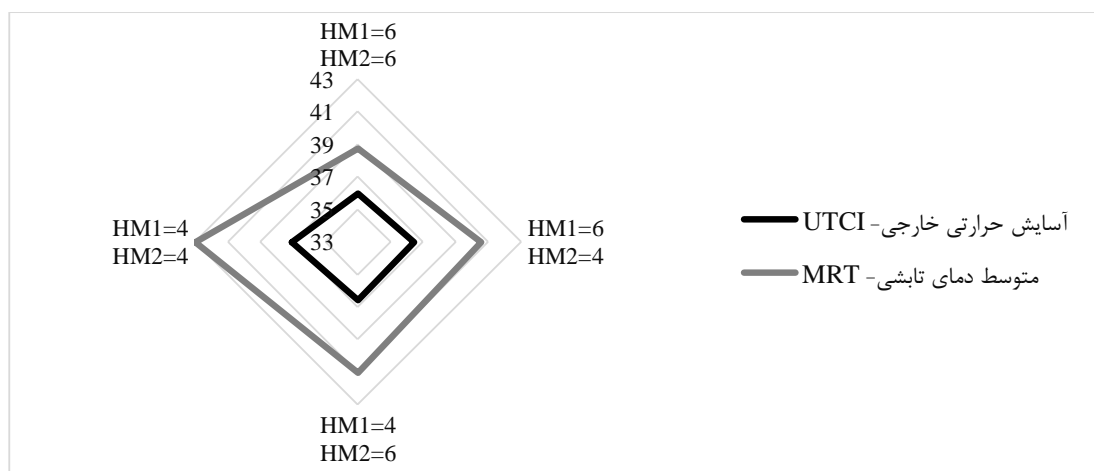
| توضیح | علامت اختصاری | تصویر |
|--|-----------------|-------|
| عرض سایبان مرکزی | C ₁ | |
| عرض سایبان متصل به بدنه سمت چپ | C ₂ | |
| عرض سایبان متصل به بدنه توده سمت راست | C ₃ | |
| ارتفاع سایبان مرکزی | HC ₁ | |
| ارتفاع سایبان متصل به بدنه سمت چپ | HC ₂ | |
| ارتفاع سایبان متصل به بدنه توده سمت راست | HC ₃ | |
| سایبان عمودی که سایبان افقی سمت چپ متصل به بدنه روی آن قرار می‌گیرد. | VC ₂ | |
| سایبان عمودی که سایبان افقی سمت راست متصل به بدنه روی آن قرار می‌گیرد. | VC ₃ | |

(ماخذ: نگارندگان)

نتایج

در مرحله‌ی سوم تاثیر مصالح سطوح بیرونی بر آسایش حرارتی و متوسط دمای تابشی مسیر پیاده ارزیابی شده است. در این بخش چندین نوع مصالح برای هر یک از سطوح (کف پیاده‌رو، دیوارهای بیرونی توده‌ها، کف بام توده و سایبان‌ها) تعریف شده است و در نهایت مصالح منتخب هر سطح مشخص شدند. در گام نهایی الگوهای منتخب هر یک از گام‌های پیشین ترکیب شده‌اند. چگونگی انجام هر گام در بخش بعد شرح داده خواهد شد.

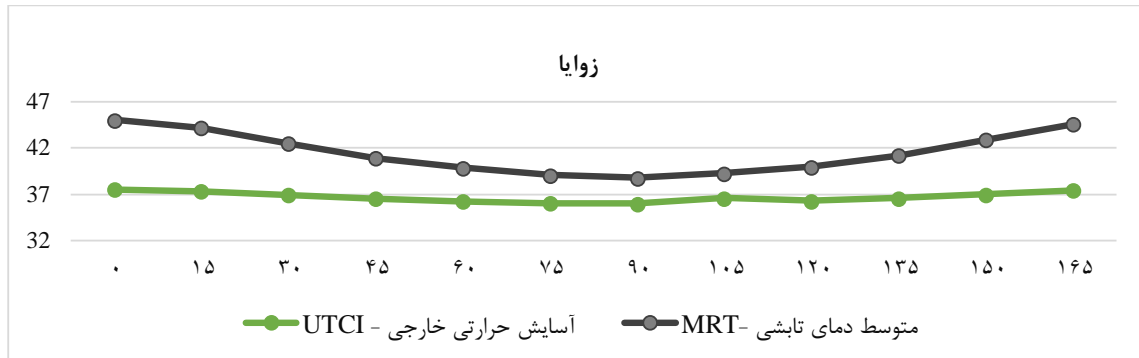
ابتدا برای به دست آوردن بهترین ارتفاع توده براساس آسایش و تابش مطلوب‌تر عرض خیابان، ثابت یعنی ۶ متر در نظر گرفته و ارتفاع دو توده متغیر لحاظ شده است. مطابق با شکل ۶، با عرض ثابت خیابان، هرچه ارتفاع دو توده بلندتر و هم‌اندازه باشد (۶ متر)، شرایط آسایش و تابش بهتری فراهم می‌شود. در این الگو آسایش حرارتی ۳۵/۹۶۹ درجه و متوسط دمای تابش ۳۸/۷۵۹ درجه است.



شکل ۶: نمودار تاثیر ارتفاع متغیر توده‌ها با عرض ثابت

می‌دهد، بهترین حالت آسایش و تابش در قرارگیری راسته خیابان به صورت شمالی - جنوبی است، که آسایش حرارتی خارجی برابر ۳۵/۹۶۹ درجه و متوسط دمای تابشی ۳۸/۷۵۹ درجه است.

برای مشخص کردن جهت‌گیری توده‌ها جهت شرقی - غربی ملاک مبدا قرارگیری توده‌ها لحاظ شد، سپس از جهت شرق با هر چرخش ۱۵ درجه به صورت ساعتگرد، آسایش حرارتی و تابش محاسبه شده است. شکل ۷ نشان



شکل ۷: نمودار تاثیر جهت‌گیری توده‌ها بر آسایش حرارتی خارجی و متوسط دمای تابشی

است. مطابق با جدول ۳، اگر سایبان مرکزی در ارتفاع پایین‌تر از سایبان‌های متصل به بدنه توده باشد، شرایط بهتری از آسایش حرارتی و متوسط دمای تابشی فراهم می‌شود.

برای سنجش تاثیر سایبان‌ها، ارتفاع و عرض آنها در شبیه‌سازی مورد توجه قرار گرفته است. ابتدا با ثابت در نظر گرفتن عرض سایبان‌ها ($C_1=C_2=C_3=1$) تاثیر ارتفاع قرارگیری دو نوع سایبان مرکزی و سایبان‌های متصل به بدنه‌ی توده (ساختمان) نسبت به یکدیگر، سنجیده شده

جدول ۳: مقایسه ارتفاع سایبان‌ها با عرض ثابت

| $HM_1=6$ $HM_2=6$ $C_1=C_2=C_3=1$ | HC_1 (meter) | $HC_2=HC_3$ (meter) | تصویر | UTCI (°C) | MRT (°C) |
|---|-------------------|------------------------|-------|--------------|-------------|
| B1 | ۴ | ۶ | | ۳۴/۸۲ | ۳۴/۱۶۱ |
| B2 | ۶ | ۴ | | ۳۵/۳۰۱ | ۳۶/۰۸۱ |

(ماخذ: نگارنده)

متغیر ($C_1=C_2=X$) در نظر گرفته شد. دسته دوم، برای سایبان مرکزی عرض متغیر و برای سایبان‌های متصل به بدنه توده عرض ثابت ۱ متر ($C_1=C_2=1m$) لحاظ شد. نتایج نشان می‌دهد زمانی که عرض سایبان مرکزی نسبت به سایبان‌های متصل به بدنه بیشتر است، آسایش حرارتی و متوسط دمای تابشی مساعدتر می‌شود ($C_1 > C_2=C_3$).

با توجه به نتیجه بخش قبل، با در نظر گرفتن ارتفاع ثابت ۴ متر برای سایبان مرکزی و ارتفاع ثابت ۶ متر برای سایبان‌های متصل به بدنه توده، به بررسی تاثیر عرض سایبان‌ها بر بهبود آسایش حرارتی و کنترل تابش پرداخته شد. مطابق با جدول ۴، دو دسته‌بندی برای ارزیابی عرض سایبان‌ها شکل گرفت. دسته اول، برای سایبان مرکزی عرض ثابت ۱ متر و برای سایبان‌های متصل به بدنه عرض

جدول ۴: مقایسه‌ی عرض سایبان‌ها با ارتفاع ثابت

| HM ₁ =HM ₂ =6 W=6 X=4 Y=16 | C ₁ (meter) | HC ₁ (meter) | C ₂ =C ₃ (meter) | HC ₂ - HC ₃ (meter) | percent _{c1+c2+c3} | UTCI (°C) | MRT (°C) |
|---|---------------------------|----------------------------|---|--|-----------------------------|--------------|-------------|
| B3 | ۱ | ۴ | ۱ | ۶ | ۵۰٪ | ۳۴/۸۲۰ | ۳۴/۱۶۱ |
| B4 | ۱ | ۴ | ۱/۵ | ۶ | ۶۶/۱۶ | ۳۴/۶۲۲ | ۳۳/۳۴۹ |
| B5 | ۲ | ۴ | ۱ | ۶ | ۶۶/۱۶ | ۳۴/۴۷۵ | ۳۲/۷۵۱ |
| B6 | ۱ | ۴ | ۲ | ۶ | ۸۳/۱۳ | ۳۴/۴۴۲ | ۳۲/۶۰۸ |
| B7 | ۳ | ۴ | ۱ | ۶ | ۸۳/۱۳ | ۳۴/۱۹۴ | ۳۱/۵۹۱ |

بالتر از ارتفاع توده، سایبان عمودی (VC₂ - VC₃) لحاظ شده است که سایبان افقی متصل به بدنه روی آن قرار می‌گیرد. مطابق با این جدول در زمانی که میزان درصد از سطح پوشش بیشتر از ۵۰٪ شود این معادله نتیجه عکس می‌گیرد.

آنچه از تاثیر ارتفاع و عرض سایبان‌ها از دو بخش قبلی به دست آمد، بزرگ‌تر بودن ارتفاع و کوچک‌تر بودن عرض سایبان‌های متصل به بدنه نسبت به سایبان مرکزی بود. حال در جدول ۵، به سنجش این حکم که اگر سایبان‌های متصل به بدنه در ارتفاعات بالاتر از ۶ متر باشد آیا آسایش بهتر خواهد شد، پرداخته شده است. همچنین در ارتفاعات

جدول ۵: تاثیر ارتفاعات متغییر سایبان متصل به بدنه با یک میزان درصد از سطح پوشش

| HM ₁ =HM ₂ =6 W=6 X=4 Y=16 | C ₁ (meter) | HC ₁ (meter) | C ₂ =C ₃ (meter) | percent _{c1+c2+c3} | HC ₂ =HC ₃ HC ₂ =VC ₂ +HM ₂ (meter) | UTCI (°C) | MRT (°C) |
|---|---------------------------|----------------------------|---|-----------------------------|--|--------------|-------------|
| B3 | ۱ | ۴ | ۱ | ۵۰ | ۶ | ۳۴/۸۲۰ | ۳۴/۱۶۱ |
| B8 | ۱ | ۴ | ۱ | ۵۰ | ۷ | ۳۴/۷۵۷ | ۳۳/۹۰۶ |
| B9 | ۱ | ۴ | ۱ | ۵۰ | ۸ | ۳۴/۶۷۶ | ۳۳/۵۷۵ |
| B5 | ۲ | ۴ | ۱ | ۶۶/۱۶ | ۶ | ۳۴/۴۷۵ | ۳۲/۷۵۱ |
| B10 | ۲ | ۴ | ۱ | ۶۶/۱۶ | ۷ | ۳۴/۴۵۴ | ۳۲/۶۶۶ |
| B11 | ۲ | ۴ | ۱ | ۶۶/۱۶ | ۸ | ۳۴/۴۵۹ | ۳۲/۶۸۴ |
| B07 | ۳ | ۴ | ۱ | ۸۳/۱۳ | ۶ | ۳۴/۱۹۴ | ۳۱/۵۹۱ |
| B12 | ۳ | ۴ | ۱ | ۸۳/۱۳ | ۷ | ۳۴/۱۹۷ | ۳۱/۶۰۴ |
| B13 | ۳ | ۴ | ۱ | ۸۳/۱۳ | ۸ | ۳۴/۲۰۳ | ۳۱/۶۲۸ |
| B14 | ۴ | ۴ | ۱ | ۱۰۰ | ۶ | ۳۴/۰۴۳ | ۳۰/۹۵۷ |
| B15 | ۴ | ۴ | ۱ | ۱۰۰ | ۷ | ۳۴/۰۴۵ | ۳۰/۹۶۶ |
| B16 | ۴ | ۴ | ۱ | ۱۰۰ | ۸ | ۳۴/۰۴۹ | ۳۰/۹۸۴ |

بیشتر از ارتفاع سایبان مرکزی (۴ متر) قرار دارند. مطابق با جدول ۶، آسایش حرارتی زمانی که ارتفاع سایبان مرکزی ۴ متر و ارتفاع سایبان‌های متصل به بدنه کمتر از ارتفاع توده (۶ متر) و بیشتر از ارتفاع سایبان مرکزی (۴ متر) باشد، پایدارتر می‌شود.

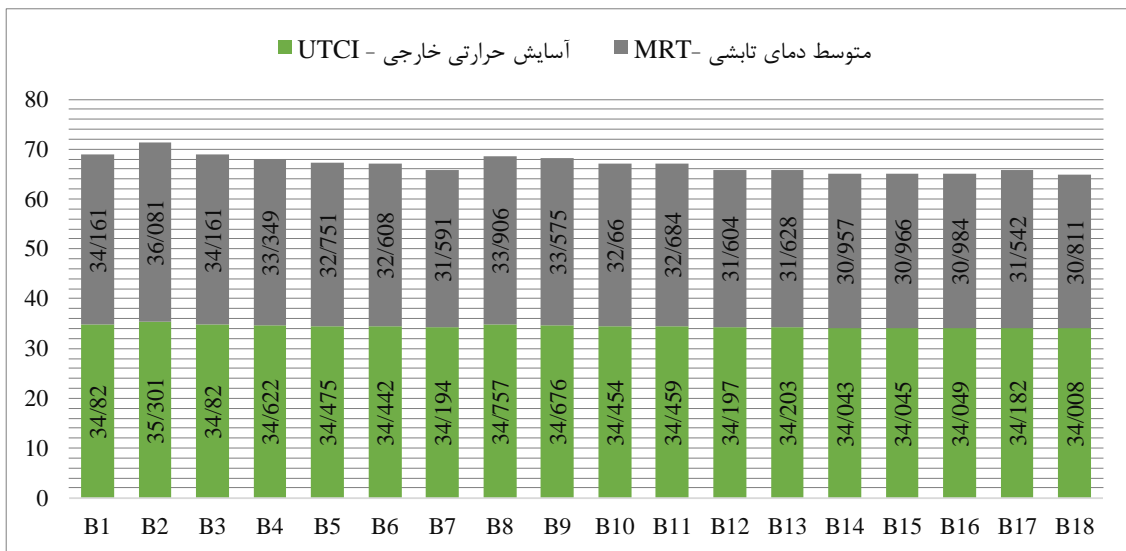
براساس نتیجه بخش قبل، زمانی که میزان درصد از پوشش سطح ۸۳/۳٪ و ۱۰۰٪ باشد، اگر ارتفاع سایبان متصل به بدنه بیشتر از ارتفاع توده شود، آسایش و تابش نامساعدتر می‌شود، حال به بررسی سایبان‌های متصل به بدنه‌ای پرداخته شد که در ارتفاع کمتر از ارتفاع توده‌ها (۶ متر) و

جدول ۶: مقایسه شرایط برابر از شبیه‌سازی با تفاوت آن که سایبان متصل به توده در دو ارتفاع ۵ یا ۶ متر است.

| HM ₁ =HM ₂ =6 W=6 X=4 Y=16 | C ₁ (meter) | HC ₁ (meter) | C ₂ - C ₃ (meter) | percent _{c1+c2+c3} | HC ₂ - HC ₃ (meter) | UTCI (°C) | MRT (°C) |
|---|---------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|--|--------------|-------------|
| B7 | ۳ | ۴ | ۱ | ۸۳/۱۳ | ۶ | ۳۴/۱۹۴ | ۳۱/۵۹۱ |
| B17 | ۳ | ۴ | ۱ | ۸۳/۱۳ | ۵ | ۳۴/۱۸۲ | ۳۱/۵۴۲ |
| B14 | ۴ | ۴ | ۱ | ۱۰۰٪ | ۶ | ۳۴/۰۴۳ | ۳۰/۹۵۷ |
| B18 | ۴ | ۴ | ۱ | ۱۰۰٪ | ۵ | ۳۴/۰۰۸ | ۳۰/۸۱۱ |

B12, B13 و B17 و ۱۰٪ شامل مدل‌های B14, B15, B16 و B18 صورت گرفت. حال در ادامه فرآیند بهینه‌سازی، برای محدود کردن گزینه‌ی مناسب‌تر به بررسی جریان باد و سرعت باد آن‌ها پرداخته شده است.

نتایج آسایش حرارتی خارجی و متوسط دمای تابشی تمام شبیه‌سازی‌های قبل مشخص شد (شکل ۸)، سپس با گلچین شدن مدل‌های منتخب دو دسته‌بندی از میزان درصد سطح پوشش، یعنی ۸۳/۳٪ شامل مدل‌های B7،



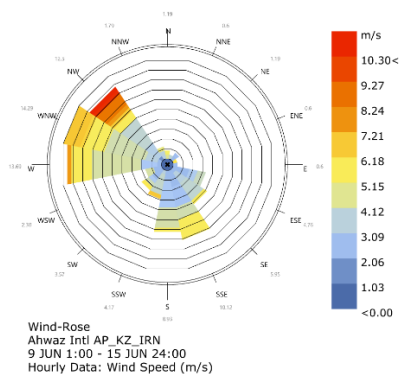
شکل ۸: تمامی الگوهای شبیه‌سازی شده

شده (۹ ژوئن تا ۱۵ ژوئن) به دست آورده و در شبیه‌سازی لحاظ شده است (جدول ۷). باد غالب از جهت جغرافیایی WNW با سرعت ۷/۲۱ متر بر ثانیه است.

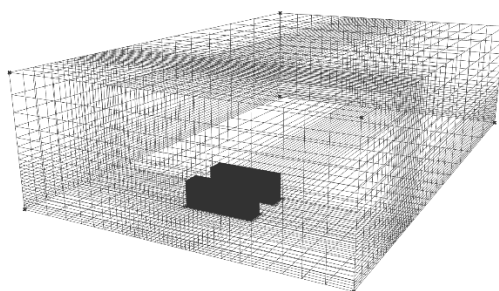
برای شبیه‌سازی جریان باد با استفاده از پلاگین باترفلای، ابتدا فضای مرزی بین مدل هندسی و محیط اطرافش مدل سازی شده، سپس جهت باد غالب و میزان سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متر در همان جهت براساس بازه زمانی تعریف

جدول ۷: مشخصات شبیه‌سازی جریان باد در پلاگین باترفلای

نمودار جهت باد غالب و سرعت باد (M/S)

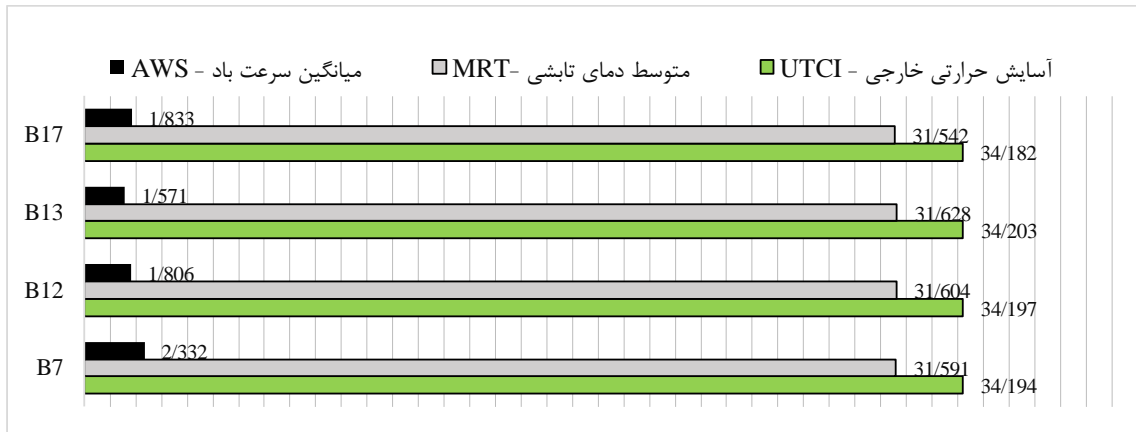


شبیه‌سازی فضا مرزی بین مدل هندسی و محیط اطرافش

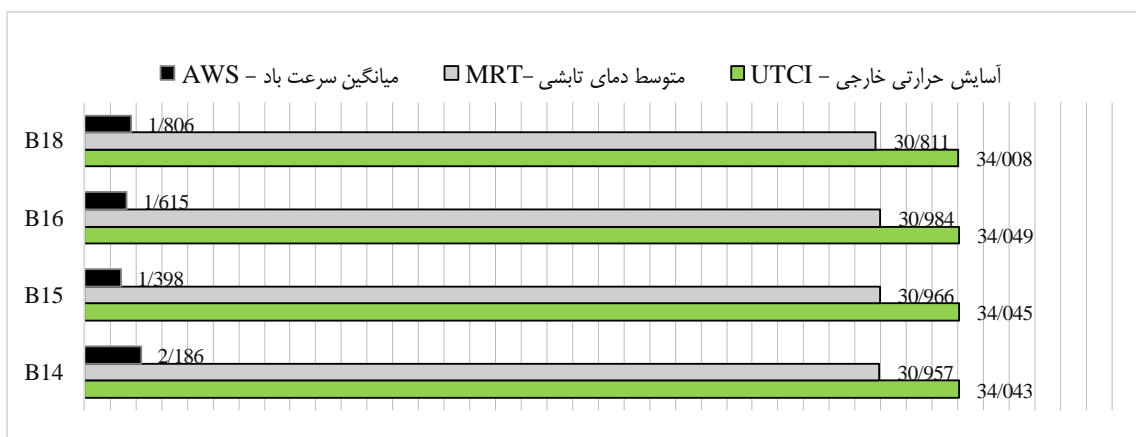


و میانگین سرعت باد، مدل B7 از میزان سطح پوشش ۸۳/۳٪ و مدل B14 از میزان سطح پوشش ۱۰٪ انتخاب شدند (جدول ۸).

مطابق با شکل ۹ و ۱۰، میانگین سرعت باد (AWS) در راسته مسیر الگوهای منتخب به دست آورده شده است. با مقایسه‌ی سه شاخص آسایش حرارتی، متوسط دمای تابشی



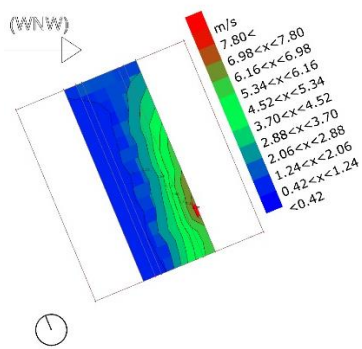
شکل ۹: بررسی سه شاخص دسته‌ی ۸۳/۳٪ سطح پوشش



شکل ۱۰: بررسی سه شاخص دسته‌ی ۱۰۰٪ سطح پوشش

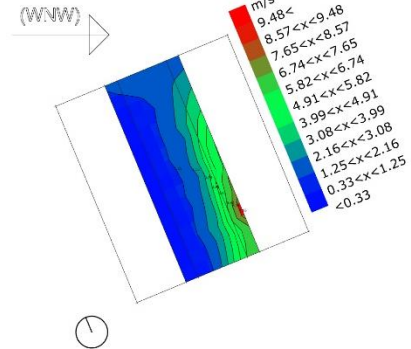
جدول ۸: الگوهای منتخب شبیه‌سازی جریان باد

شبیه‌سازی جریان باد الگوی B7



۲/۳۳ m/s

شبیه‌سازی جریان باد الگوی B14

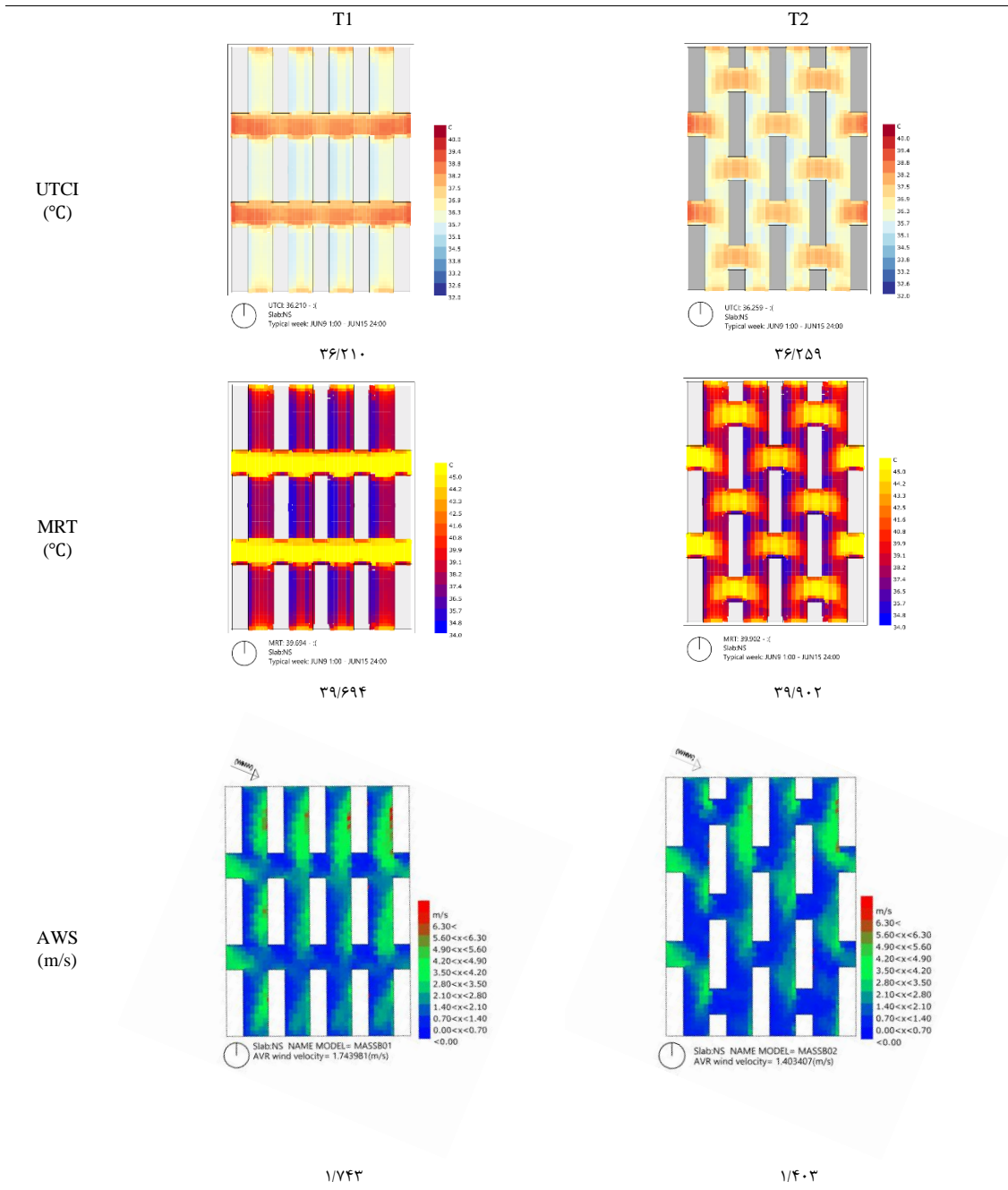


۲/۱۸۶ m/s

دوم (T2) توده‌ها به صورت متقاطع شبیه‌سازی شده‌اند. نتایج حاصل، مطابق با جدول ۹ نشان می‌دهد زمانی که توده‌ها به موازات هم و در یک راستا قرار می‌گیرند، آسایش حرارتی بهبود، متوسط دمای تابشی کاهش و سرعت باد افزایش یافته است.

برای انتخاب الگوی چینش راسته‌ها و توده‌ها، دو الگوی چینش از توده‌ها بدون در نظر گرفتن سایبان‌ها و مصالح سطوح در کنار یکدیگر شبیه‌سازی آسایش حرارتی، متوسط دمای تابشی و جریان باد شدند. در الگوی اول (T1) توده‌ها به موازات هم در راستاهای مساوی قرار می‌گیرند و در الگوی

جدول ۹: شبیه‌سازی دو الگوی چینش راسته‌ها و توده‌ها



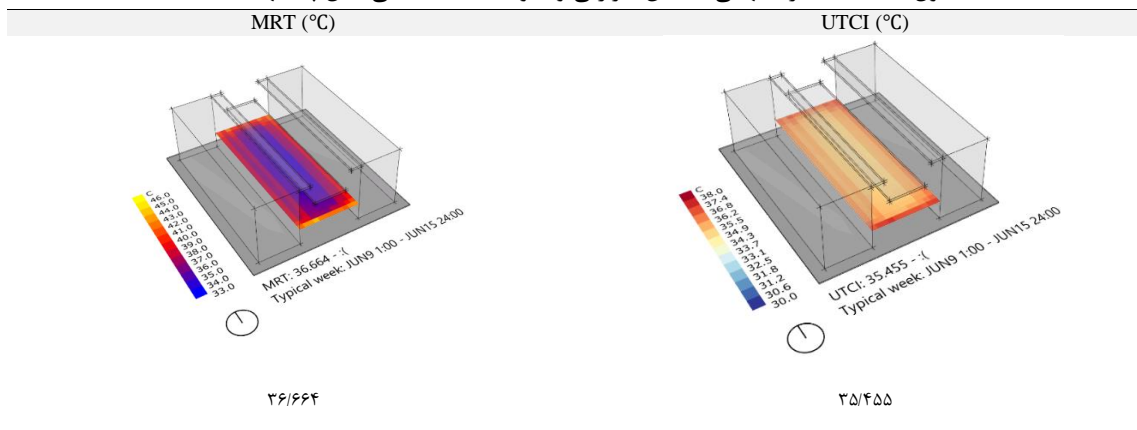
سقف و سایبان‌ها مصالح سرامیک، سنگ نما مرمر، کاشی و پوشش گیاهی بهترین انتخاب‌ها هستند. نتیجه‌ی حاصل از اعمال تمامی مصالح بر الگوی B7 نشان می‌دهد آسایش حرارتی خارجی ۳۵/۴۵۵ درجه و متوسط دمای تابشی ۳۶/۶۶۴ درجه است (جدول ۱۱).

در بررسی مصالح سطوح برای هر سطح چند نمونه مصالح معرفی و با شبیه‌سازی آسایش و متوسط دمای تابشی آن‌ها گزینه‌ی مطلوب‌تر ارائه شده است. در جدول ۱۰ مصالح مورد سنجش و مشخصات حرارتی آن‌ها که شامل مقاومت حرارتی^۶ و ضریب انتقال حرارتی^۷ است، معرفی شده است. طبق این جدول، به ترتیب برای کف، دیوارهای خارجی،

جدول ۱۰: بررسی تاثیر مصالح مختلف هر سطح در مدل منتخب B7 بر آسایش حرارتی و متوسط دمای تابشی

| نوع سطح | مصالح | جزئیات مواد از لایه بیرونی به داخلی | ضخامت (cm) | ضریب انتقال حرارتی (W/Km ²) | مقاومت حرارتی (Km ² /W) | MRT (°C) | UTCI (°C) |
|------------------------|---------------------|--|---------------|---|---------------------------------------|-------------|--------------|
| | آجر | آجر- ملات سیمان- عایق- گچ | ۲۱ | ۰/۵۰۱ | ۱/۹۹۵ | ۳۶/۷۴۲ | ۳۵/۵۰۰ |
| دیوار خارجی توده | سنگ نما مرمر | سنگ نما- ملات سیمان- آجر- ملات سیمان- عایق- گچ | ۲۶ | ۰/۴۸۴ | ۲/۰۶۳ | ۳۶/۰۴۸ | ۳۵/۳۳۸ |
| | چوب | چوب- قاب چوبی- ملات سیمان- آجر- ملات سیمان- عایق- گچ | ۳۷ | ۰/۲۱۲ | ۴/۷۰۴ | ۳۶/۷۴۱ | ۳۵/۴۶۶ |
| | بتن | بتن به عیار ۲۰۰- خشکه چینی - خاک کوبیده شده | ۳۵ | ۱۱/۳۳۳ | ۰/۰۸۸ | ۳۹/۹۰۷ | ۳۶/۲۳۷ |
| | آجر | آجر نسوز- ملات سیمان- بتن به عیار ۲۰۰- خاک کوبیده شده | ۲۴ | ۶/۵۹۱ | ۰/۱۵۱ | ۴۰/۹۰۳ | ۳۶/۴۶۳ |
| | سرامیک | سرامیک- ملات سیمانی- بتن به عیار ۲۰۰- خشکه چینی- خاک کوبیده شده | ۴۰ | ۳۵ | ۰/۰۲۸ | ۳۸/۴۶۴ | ۳۵/۸۶۹ |
| کف پیاده- رو | سنگ مرمر سفید | سنگ مرمر- ملات سیمان- بتن به عیار ۲۰۰- خشکه چینی- خاک کوبیده شده | ۴۰ | ۹۶/۶۶۶ | ۰/۰۱۰ | ۳۸/۴۳۹ | ۳۵/۸۷۳ |
| | آسفالت پیاده- رو | آسفالت - ملات سیمانی- بتن به عیار ۲۰۰- خشکه چینی- خاک کوبیده شده | ۴۵ | ۲/۱۵ | ۰/۴۶۵ | ۴۱/۳۷۵ | ۳۶/۵۹۳ |
| | سنگ گرانیت روشن | سنگ گرانیت- ملات سیمان- بتن به عیار ۲۰۰- خشکه چینی- خاک کوبیده شده | ۴۲ | ۱۰۰ | ۰/۰۱ | ۳۹/۶۳۸ | ۳۶/۱۷۱ |
| | کاشی | کاشی- ملات سیمان- غشاهای قیری- ملات سیمان- بتن سبک | ۱۵ | ۰/۲۹۱ | ۳/۴۳۱ | ۳۶/۷۹۱ | ۳۵/۵۱۰ |
| سقف توده | بتن | بتن سبک- ملات سیمان- غشاهای قیری- ملات سیمان- بتن سبک | ۱۷ | ۰/۲۵۵ | ۳/۹۱۷ | ۳۶/۸۶۵ | ۳۵/۵۲۹ |
| | سنگ ریزه | سنگ ریزه- ملات سیمان- غشاهای قیری- ملات سیمان- بتن سبک | ۱۷ | ۰/۲۳۲ | ۴/۳۰۳ | ۳۶/۹۰۹ | ۳۵/۵۴۰ |
| سایبان | پوشش گیاهی | * | ۵۰ | ۰/۶ | ۱/۶۶۶ | ۲۸/۷۱۴ | ۳۳/۵۰۲ |
| | چوب بلوط | * | ۲۰ | ۰/۸۶۹ | ۱/۱۵ | ۳۱/۹۹۳ | ۳۴/۲۹۷ |
| | سیمان | * | ۲۰ | ۸/۵ | ۰/۱۱۷ | ۳۲/۰۰۵ | ۳۴/۳۰۱ |
| | آلومینیوم | * | ۲۰ | ۱۱۵۰ | ۰/۰۰۰۸۷ | ۳۲/۰۳۹ | ۳۴/۳۰۹ |

جدول ۱۱: شبیه‌سازی نهایی آسایش حرارتی و متوسط دمای تابشی مدل پیشنهادی B7



نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بهینه‌سازی آسایش حرارتی و کنترل تابش برای فضای باز است؛ همچنین باید توجه شود در یک فضای تجاری (بازار) اولویت فراهم کردن آسایش برای عابرین پیاده می‌باشد. براساس یافته‌ها در مرتبه اول مشخص شد توده‌گذاری بیشترین تاثیر را در بهینه کردن شرایط آسایش حرارتی خارجی دارد؛ چرا که سایه از جمله مهم‌ترین ارکان آسایش حرارتی محسوب می‌شود. مطابق با نتایج به دست آمده از تحقیقات صورت گرفته بر تاثیر سایه در بهبود شرایط آسایش حرارتی خارجی انتظار می‌رفت هر چه نسبت ارتفاع ساختمان به عرض خیابان بیشتر باشد (هرچه ارتفاع بیشتر یا عرض خیابان کمتر) آسایش حرارتی در فضای باز عملکردی بهتری نشان دهد (Xu et al, 2019) و (Ibrahim et al, 2021). بر همین اساس با بررسی شبیه سازی‌های صورت گرفته از میان ارتفاع ۴ و ۶ متر، ارتفاع ۶ متر عملکرد مناسب‌تری را داشت. همچنین نوع جهت‌گیری توده‌ها با توجه به ساعات آفتابی کمک به تشکیل یا عدم تشکیل سایه می‌کند. بیشترین ساعات تابش آفتاب از شرق و غرب است و کنترل آن نسبت به زمانی که آفتاب از جنوب می‌تابد سخت‌تر می‌باشد، در نتیجه جهت‌گیری شمالی-جنوبی راسته‌ها بهترین کارکرد آسایش و تابش را برای فضای باز نشان داد. در مرتبه دوم مشخص شد سایبان‌ها از دیگر عوامل تاثیرگذار بر کنترل تابش و تشکیل سایه هستند. نتایج مشخص کرد، تاثیر سایبان مرکزی بیشتر از سایبان‌های متصل به بدنه توده است؛ به عبارتی هر چه عرض سایبان مرکزی بیشتر از عرض سایبان‌های متصل به بدنه توده باشد، آسایش حرارتی خارجی (UTCI) و متوسط

دمای تابشی (MRT) عملکرد بهتری دارد؛ همچنین ارتفاع مناسب برای سایبان مرکزی ۴ متر و برای سایبان متصل به بدنه توده ۶ متر لحاظ شد. در انتها برای انتخاب الگوی بهینه‌تر از میان ۱۸ الگوی بررسی شده، شرایط سرعت باد آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و سرانجام دو مدل B7 و B14 به عنوان الگو منتخب این بخش از پژوهش اتخاذ شدند؛ بعلاوه دریافت شد برای انتخاب بهترین الگو چینش توده‌ها و راسته‌ها در کنار یکدیگر، موازت هم بودن توده مناسب ترین عملکرد حرارتی را در فضای باز ایجاد می‌کند. در مرتبه سوم انتخاب مصالح سطوح در ارتباط با فضای بیرونی، از جمله عوامل دیگری است که در کنترل یا عدم کنترل تابش و جذب یا انتقال گرما نقش مهمی ایفا می‌کند. از مطالعات گذشته دریافت شد، انتخاب گرانیت سیاه برای سطح بیشترین بازتابش گرما یعنی بدترین عملکرد حرارتی را خواهد داشت؛ همچنین انتخاب مصالح روساز صاف و روشن در کنار اتخاذ سطوح با پوشش گیاهی و آب می‌تواند عملکرد آسایش حرارتی فضای باز را مساعدتر کند (Djekic et al, 2017). از میان مصالح شبیه‌سازی شده انتخاب پوشش گیاهی برای سایبان مرکزی، چوب برای سایبان‌های متصل به بدنه، سرامیک برای کف پیاده‌رو، سنگ نما مرمر برای دیوار خارجی و کاشی برای کف بام بهترین نوع عملکرد را در بهبود آسایش حرارتی خارجی و متوسط دمای تابشی نشان داد. در انتها با مقایسه‌ی آسایش حرارتی یک فضای باز با نتیجه‌ی الگوی منتخب، مشخص شد، موفق به کاهش ۲/۹۴ درجه‌ای آسایش حرارتی خارجی برای یک بخش کوچک از مجموعه بزرگ بازار شده‌ایم. در واقع آسایش حرارتی از ۲۸/۳۹ درجه به ۳۵/۴۵ درجه رسیده است.

سیاسگذاری

نویسنده این مقاله از هیچ سازمان یا ارگانی کمک مالی

دریافت نکرده است.

پانویشت

- 1- Intergovernmental Panel on Climate Change
- 2- Universal Thermal Comfort index
- 3- Mean Radiation Temperature
- 4- Physiological Effective Temperature

- 5- Average Wind Speed
- 6- R-value
- 7- U-value

References

- Ahmed Pour Kalhorodi, N., Pourjafari, M., Mahdovinejad, M. and Yousefian, S., 2016. The role and effect of design elements on the quality of thermal comfort in urban open spaces. *Journal of architecture and urban development*, v. 18. (In Persian).
- Pour Ahmad, H., Habibian, B. and Ahmadnia, M., 2014. An analysis of the physical space of Ahvaz city. *Bagh-e Nazar Journal*, 25-38 p (In Persian).
- ASHRAE, 2017. ANSI/ASHRAE Standard 55-2017, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers- Atlanta, GA, USA.
- Chi, D., González, E., Valdivia, R. and Gutiérrez, E., 2021. Parametric design and comfort optimization of dynamic shading structures. *MDPI, Sustainability*, v. 13, p. 56-70.
- Djekic, J., Djukic, A., Vukmirovic, M., Djekic, P. and Brankovic, M., 2017. Thermal Comfort of Pedestrian Spaces and the Influence of Pavement Materials on Warming Up During Summer. *Energy and Buildings*.
- Elnabawi, M. and Hamza, N., 2020. Outdoor Thermal Comfort: Coupling Microclimatic Parameters with Subjective Thermal Assessment to Design Urban Performative Spaces. *MDPI, Buildings*.
- Ibrahim, Y., Kershaw, T., Shepherd, P. and Coley, D., 2021. On the Optimization of Urban form design, energy consumption and outdoor thermal comfort using a parametric workflow in a hot arid zone. *MDPI, Energies*, v. 14, p. 26-40.
- Mojtahedzadeh, R. and Namavar, Z., 2013. In search of the urban identity of Ahvaz, first edition, publications of the Road, Housing and Urban Development Research Center, Tehran, 48 p. (In Persian).
- Rouzati, H. and Ghanbaran, A., 2013. Evaluation of comfort in urban open space based on wind comfort indicators (case study: Isfahan city). *Environmental Science Quarterly*, v. 12(4). (In Persian).
- Vukmirovic, M., Gavrilovic, S. and Stojanovic, D., 2019. The Improvement of the Comfort of Public Spaces as a Local Initiative in Coping with Climate Change. *MDPI, Sustainability*, v. 11, DOI: 10.3390/su11236546.
- Xu, X., Yin, C., Wang, W., Xu, N., Hong, T. and Li, Q., 2019. Urban Layout Optimization Based on Genetic Algorithm for Microclimate Performance in the Cold Region of China. *MDPI, Sustainability*, v. 11, DOI: 10.3390/app9224747.
- Zare, S., Hasheminejad, N., Elahishirvan, H., Hemmatjo, R., Sarebanzadeh, K. and Ahmadi, S., 2018. Comparing Universal Thermal Climate Index (UTCI) with selected thermal indices/environmental parameters during 12 months of the year. *Weather and Climate Extremes* 19/ Elsevier, p. 49-57.
- Zhang, L., Wei, D., Hou, Y., Du, J., Liu, Z., Zhang, G. and Shi, L., 2020. Outdoor Thermal Comfort of Urban Park-A Case Study. *MDPI, sustainability*, v. 12, Doi.org/10.3390/su12051961.