Urban Design Discourse
a Review of Contemporary Litreatures and Theories. 2024;5(3):75-100. ISSN: 2717-0748

Explanation of optimal architectural physical form patterns with the approach of providing comfortable conditions in open spaces of residential complexes (case study: Tehran)

ARTICLEINFO

Article Type
Original Research

Author
Teimur Heydari[1]
Mansour Yeganeh[2*]
Elham Pourmahabadian[3]

How to cite this article
Heydari T, Yeganeh M., Pourmahabadian E. Explanation of optimal architectural physical form patterns with the approach of providing comfortable conditions in open spaces of residential complexes (case study: Tehran). Urban Design Discourse. 2024; 5(3): 75-100.

Doi:
doi.org/10.48311/UDD.5.3.5

[1] PhD student in Architecture, Department of Architecture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord. Iran. Student in Architecture, Department of Architecture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
[2] Visiting Professor, Department of Architecture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran, Faculty of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Tarbiat University, Tehran, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**** Correspondence***
Address: Faculty of Art and Architecture, Tarbiat University, Tehran, Iran
Email: yeganeh@modares.ac.ir

Article History
Received: December 26, 2023
Accepted: March 11, 2024
September 28, 2024

ABSTRACT

The problem of thermal comfort of users has long been the concern of architects and designers of residential spaces. In the traditional architecture of Iran, according to the climate of each region, the form, the placement of spaces and the design of open spaces are formed according to the climate of each region. In modern times, due to the increase in the population of cities and the increase in the need for residential spaces and traffic space, the issue of open and social spaces and its role in providing human comfort has been given less attention. Residential has become effective in providing thermal comfort to the residents. For this purpose, using the study of scientific texts, the components of urban form affecting the thermal comfort of urban open spaces were extracted in a hierarchy from texture to building, then ENVI-met software was used to simulate and analyze the design factors, and each of the blocks Residential houses with a certain height are simulated in the software. The results show that the nine isolated cubes provide better heat in the open space. The better performance of this arrangement in providing thermal comfort in the open space can be attributed to the distribution of building blocks, which prevents the creation of open spaces without large shadows inside the site. The shade created by the building blocks prevents the temperature from rising too much in the summer afternoon hours.

Keywords: Residential blocks, building typology, outdoor thermal comfort, Tehran.

CITATION LINKS

[1] Zulfiqari, Parisa, a... [2] Qabadian, Vahid, Fai... [3] Watson, Donald, Lees... [4] Jodet, Mohammad Reza... [5] Bahraini, Seyyed Hos... [6] Shakibaei, Siamak an... [7] Ratti, Carlo, Rayda... [8] Targhi, M. Z., & Va... [9] Middel, Ariane, Häb... [10] Horrison, E., & Amirtha... [11] Naini's truth, Gholamrez... [12] Andreou, E (2013). Therm... [13] Sharmin, Tania ,Steemers... [14] Taleghani, Mohammad,Tenp... [15] Ali-Toudert F, Mayer H. ... [16] Yezioro A, Capeluto IG, ... [17] Berkovic S, Yezioro A, B... [18] Ali-Toudert F., Mayer, H... [19] Johansson E. (2006) Infl... [20] Bourbia, F, Boucheriba, ... [21] Erell, E, et al (2012). ... [22] Taleghani, Mohammad, Kle... [23] Bosselmann, T, Menke, P ... [24] Dalman, Masoud, Salleh, ... [25] Krüger,E.L, Minella, F.O... [26] Noori Kakon, Anisha, Mis... [27] Yang, Jun,Li, Shihua,Su ... [28] Elnabawi, Mohamed H, Nev... [29] Sanaieian, Haniyeh, Tenp... [30] Zabeti Targhia, Milad, V... [31] Xuan, Yingli, Yang, Guan... [32] Behzadfar, Mustafa, Mena... [33] Rezazadeh, Razieh, Aghaj... [34] Mahmoudi, Amir Masoud, S... [35] Rafiyan, Mojtabi, Fatah ... [36] Ali Akbari, Hojjat (2012... [37] Menshizadeh, Rahmatullah... [38] Hajipour, Khalil and Nar... [39] Madanipour, a. (ed.). (2... [40] Li, j., & liu, n. (2020)... [41] Kamel, e., sheikh, s., &... [42] Alghamdi, s., tang, w., ... [43] Kumar, p., & sharma, a. ... [44] Esfrizi, Maryam, Gandham... [45] Lau, k. K. L., tan, z., ... [46] Shang, c. (2022). Simula... [47] Yang, j., yang, y., sun,... [48] Farrokhi, Maryam; Yazidi... [49] Aflaki, A., Mirnezhad, M... [50] Simon, Helge, Lindén, Je... [51] Yang, F., et al. (2013).... [52] Hedquist, Brent C, Braze... [53] Ghaffarianhoseini, Amirh... [54] Acero, Juan A, Herranz-P... [55] Ketterer, Christine, Mat... [56] Wang, Yupeng, Akbari, Ha... [57] Jänicke, Britta , Meier,... [58] Lee, J., Kim, J., & Choi... [59] Salata, F., et al. (2015... [60] Nasrollahi, Nazanin, Hat... [61] Cortes, Aiza, Jesfel Rej... [62] Faragallah, Riham Nady,R... [63] Hadianpour, Mohammad, Ma... [64] Olgyay, Victor (1963). D... [65] Cheung, Pui Kwan a, Jim,... [66] Tseliou, Areti, Tsiros, ... [67] Matzarakis, Andreas, May... [68] Haghshenas, Mohammad, Ha... [69] Mi, Jiayi, Hong, Bo, Zha... [70] Johansson, Erik, Thorsso... [71] ISO. 2005. ISO Standard ... [72] Nasrollahi, Nazanin, Hat... [73] Lee, K.M. (2004). Presen... [74] strategies for urban cou... [75] Azizibabani, M.; Bemania... [76] Ahmadi S, Yeganeh M, Mot... [77] Zare Z, Yeganeh M, Dehgh... [78] Mansour Y. Educating Des... [79] Shahbazi M, Yeganeh M, B... [80] Kandelan SN, Yeganeh M, ... [81] Baradaran Motie M, Yegan... [82] Ashtari B, Yeganeh M, Be... [83] N. Ariannia, N. Naseri, ...

Copyright© 2020, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform,and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

گفتمان طراحی شهری
مروری بر ادبیات و نظریه‌های معاصر. ۱۴۰۳؛ ۵ (۳): ۷۵-۱۰۰.

تبیین الگوهای کالبدی فرم معماری بهینه با رویکرد تأمین شرایط آسایشی در فضاهای باز مجموعه‌های مسکونی (نمونه مطالعاتی: شهر تهران)

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی اصیل

نویسندگان:
تیمور حیدری[۱]
منصور یگانه[۲*]
الهام‌پورمهابادیان[۳]

نحوه استناد به این مقاله:
حیدری، تیمور، یگانه، منصور و پورمهابادیان، الهام. تبیین الگوهای کالبدی فرم معماری بهینه با رویکرد تامین شرایط آسایشی در فضاهای باز مجموعه‌های مسکونی (نمونه مطالعاتی: شهر تهران). گفتمان طراحی شهری مروری بر ادبیات و نظریه‌های معاصر، ۵ (۳)، ۷۵-۱۰۰.

۱. دانشجو دکتری، گروه معماری، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.
۲.استاد،گروه‌معماری،دانشگاه‌تربیت‌مدرس،تهران
۳. استادیار گروه معماری و شهرسازی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

*** نویسنده مسئول:**
دکتر منصور یگانه
نشانی: گروه معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
ایمیل: yeganeh@modares.ac.ir

تاریخ مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۷/۱۵

چکیده

مسئله تحقیق: مسئله آسایش حرارتی کاربران در فضاهای باز و مابین ساختمان‌ها و بلوک های شهری از دیرباز موردتوجه معماران و طراحان فضاهای مسکونی بوده است. در معماری سنتی ایران با توجه به آب‌وهوای هر منطقه فرم، جایگیری فضاها و طراحی فضاهای باز با توجه به اقلیم هر منطقه شکل‌گرفته است که این تدابیر طراحی امکان تامین شرایط آسایشی مطلوب را می‌داده است.. عملکرد بهتر این چیدمان در ارائه آسایش حرارتی در فضای باز را می‌توان به توزیع بلوک‌های ساختمانی نسبت داد که از ایجاد فضاهای باز بدون سایه بزرگ در داخل سایت جلوگیری می‌کند. سایه‌ای که توسط بلوک‌های ساختمانی ایجاد می‌شود از افزایش بیش‌ازحد دما در ساعات بعدازظهر تابستان جلوگیری می‌نماید.

هدف: هدف این پژوهش یافتن مؤلفه‌های طراحی فضاهای باز مجتمع‌های مسکونی مؤثر در تأمین آسایش حرارتی ساکنین شده است.

روش پژوهش: روش تحقیق در این پژوهش شبیه سازی نرم افزاری و میدانی است که خروجی های نرم افزاری برای اعتبارسنجی با استفاده از دادهه ای میدانی حاصل از اندازه گیری محیطی کنترل شده اند. بدین منظور با استفاده از مطالعه متون علمی مؤلفه‌های فرم شهری تأثیرگذار بر آسایش حرارتی فضاهای باز شهری در سلسله مراتبی از بافت تا بنا استخراج‌شده سپس برای شبیه‌سازی و تحلیل عوامل طراحی از نرم‌افزار ENVI-met بهره گرفته و هر یک از بلوک‌های مسکونی با ارتفاع مشخص در نرم‌افزار شبیه‌سازی‌شده است.

نتیجه: نتایج نشان می‌دهد که بلوک های شهری منفرد مکعبی شکل آسایش حرارت بهتری را در فضای باز ارائه می‌کنند. عملکرد بهتر این چیدمان در ارائه آسایش حرارتی در فضای باز را می‌توان به توزیع بلوک‌های ساختمانی نسبت داد که از ایجاد فضاهای باز بدون سایه بزرگ در داخل سایت جلوگیری می‌کند. سایه‌ای که توسط بلوک‌های ساختمانی ایجاد می‌شود از افزایش بیش‌ازحد دما در ساعات بعدازظهر تابستان جلوگیری می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: آسایش حرارتی فضای باز، نرم‌افزار tem-IVNE، گونه‌شناسی ساختمان، مجموعه‌های مسکونی، تهران.

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

حق چاپ © ۲۰۲۰، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 منتشر شده است که به اشتراک‌گذاری (کپی و توزیع مجدد مطالب در هر رسانه یا قالبی) و انطباق (بازترکیب، تغییر شکل و بازسازی بر اساس محتوا) را اجازه می‌دهد.

۱. مقدمه و بیان مسئله

فاکتورهـای مهـم اقلیمـی ازجملـه بـاد، تابـش و... اثـر مهمـی بـر شـکل‌گیری فـرم شـهر دارد به‌طوری‌کـه در قدیـم حفـظ حداقـل آسـایش اقلیمـی در خانه‌هـا و محافظـت از سـاختمان‌ها در مقابـل بـاد و تابـش امـری ضـروری بـوده، امـا بعدهـا بـا توسـعه شـهرها و پیشـرفت وسـایل تهویـه، توجـه بـه مسـائل اقلیمـی در اسـتقرار سـاختمان‌ها کم‌رنگ‌تـر شـده اسـت. تاکنـون مطالعـات بسـیاری در راسـتای مصـرف اقتصـادی و مقـرون به‌صرفـه انـرژی در بخـش سـاختمان و راهکارهـای تأمیـن آسـایش حرارتـی درونـی (تأمیـن نـور، دمـا، تهویـه و

اقلیـم تأثیـر قابل‌توجهـی بـر شـرایط آسـایش انسـان دارد و شـناخت و کاربسـت راهکارهـای اقلیمـی می‌توانـد دسـتیابی بـه شـرایط مطلـوب زیسـتی را فراهـم سـازد. منظـور از شـرایط آسـایش انسـان، مجموعـه حالاتـی اسـت کـه ازنظـر رژیـم دمـا دست‌کم بـرای ۸۰ درصـد از افـراد مناسـب باشـد. به‌عبارت‌دیگـر انسـان در آن شـرایط، نـه احسـاس سـرما و نـه احسـاس گرمـا خواهـد کـرد [۲].

معمـاران در زمان‌هـای گذشـته بـر اثـر تجربـه اثـرات بـاد، آفتـاب و بـاران را بـر مسـاکن و بناهـا می‌دانسـته‌اند و روش‌هـای جالبـی نیـز بـرای کاهـش اثـرات نامطلـوب ایـن عوامـل ارائـه داده‌انـد. در معمـاری معاصـر تغییراتـی کـه بـا توجـه بـه معیارهـای زیسـت‌اقلیمی و پایـداری پدیـد می‌آیـد، هـرروز اهمیـت بیشـتری می‌یابـد. درواقـع بوم‌شناسـی سـاختمان بـر قابلیـت سـاختمان بـر تلفیـق عوامـل محیطـی و جـوی و تبدیـل آن‌هـا به‌صـورت کیفیت‌هـای فضایـی و آسـایش فـرم تأکیـد دارد[۳]. لـذا سـاختمان کـه به‌عنـوان پوسـته سـوم انسـانی اسـت (پوسـته اول پوسـت طبیعـی انسـان بـوده و پوسـته دوم پوشـش مناسـب) در رابطـه بـا اقلیـم و محیط‌زیسـت می‌باشـد [۴]. همچنیـن ضـروری به‌نظـر می‌رسـد کـه بـه بررسـی و تحلیـل تأثیـر ویژگی‌هـای کالبـدی بلوک‌هـای شـهری بـر میـزان مصـرف

ازایـن‌رو پژوهش‌هـای متعـددی در زمینـه بهبـود شـرایط آسـایش حرارتـی افـراد در فضـای داخلـی و بیرونـی انجام‌شـده اسـت؛ امـا عمومـاً در جهـان و به‌ویـژه در ایـران، روابـط بیـن مباحـث سـازگاری روانـی بـا شـرایط اقلیـم به‌طـور بسـیار محـدودی مطالعـه شـده و درمجمـوع پژوهش‌هـای انجام‌شـده در زمینـه آسـایش حرارتـی بیشـتر بـر مباحـث کالبـدی و مداخـلات فیزیکـی متمرکزشـده‌اند. تحقیقـات گسـترده‌ای کـه پیرامـون موضـوع آسـایش حرارتـی در دهه‌هـای اخیـر انجام‌شـده اسـت، نیـز مؤید اهمیـت پرداختـن بـه ایـن موضـوع می‌باشـد کـه در بخش‌هـای بعـدی مقالـه بـه آن‌هـا اشـاره می‌شـود. بـا توجـه بـه وجـود رابطـه متقابـل و تنگاتنـگ بیـن سـاختمان‌ها و محیـط خارجـی آن‌هـا، عواملـی چـون سـاخت و بافـت شـهری، شـکل، ارتفـاع و انـدازه بناهـا، جهـت خیابان‌هـا و سـاختمان‌ها و سـطح فضاهـای بـاز، اقلیـم خـرد شـهری کـه منظـور همـان وضعیـت آب و هوایـی اطـراف سـاختمان‌ها اسـت را تحـت تأثیـر قـرار می‌دهنـد. بـه عبارتـی، هـر عنصـر انسان‌سـاخت شـهری در بـالا و اطـراف خـود اقلیـم مصنوعـی خاصـی پدیـد مـی‌آورد کـه همـواره بـا آن در ارتبـاط متقابـل قـرار می‌گیـرد. فـرم شـهر و اجـزا و عناصـر تشـکیل‌دهنده آن عـلاوه بـر اینکـه می‌تواننـد بـر کیفیـت فضاهـای شـهری اثـر بگذارنـد، کیفیـت هـوای شـهر را نیـز می‌تواننـد تغییـر دهنـد؛ به‌نحوی‌کـه تمرکـز یـا پراکندگـی عناصـر آلوده‌کننـده هـوا کـه از مسـائل عمـده شـهرهای امـروز دنیـا اسـت و بـه جریان‌هـای جـوی و تشـکیل جزایـر حرارتـی در داخـل شـهر بسـتگی دارد، نیـز به‌نوبـه خـود تحـت تأثیـر شـکل و فـرم شـهر قـرار می‌گیـرد [۵].

در مقالـه حاضـر بـا توجـه بـه مفاهیمـی چـون آسـایش، آسـایش حرارتـی، فـرم شـهری و عناصـر و اجـزای تشـکیل‌دهنده آن، سـعی شـد خـرده اقلیـم و آسـایش حرارتـی فضاهـای بـاز شـهری موردبررسـی قـرار گیـرد و بـا معرفـی فاکتورهـای فـرم شـهری بـه عنـوان مهمتریـن ابزارهـای دسـتیابی بـه بافـت هـای انـرژی کارا، و بـه کارگیـری عملـی آنهـا در روش هـای غیـر فعـال طراحـی، بـه ارزیابـی الگوهـای پایـدار فـرم شـهری بپـردازد.

۲. پیشینه و مبانی نظری پژوهش

رابطـه متقابـل و تنگاتنگـی بیـن سـاختمان‌ها و هـر عنصـر انسان‌سـاخت شـهری دیگـر و محیـط پیرامـون آن‌هـا وجـود دارد. درواقـع هـر عنصـر مصنـوع، وضعیـت آب‌وهـوای اطـراف خـود را تغییـر می‌دهـد. هندسـه و مقطـع شـهر، انـدازه و ابعـاد شـهر، تراکـم و فشـردگی شـهر در مقیاس‌هـای وسـیع‌تر و شـکل، ارتفـاع و انـدازه بناهـا، جهت‌گیـری خیابان‌هـا و سـاختمان‌ها و سـطح فضاهـای بـاز، پوشـش سـطح زمیـن در مقیاس‌هـای خردتـر همگـی عواملـی هسـتند کـه بـر اقلیـم خـرد شـهری تأثیرگذارنـد [۶]. اکثـر مطالعـات موجـود در ایـران معطـوف بـه آسـایش حرارتـی در فضـای درون سـاختمان و به‌منظـور کاهـش مصـرف انـرژی بـوده اسـت؛ مطالعـات معـدودی بـه آسـایش حرارتـی در فضـای بـاز پرداخته‌انـد؛ امـا در دهه‌هـای اخیـر مشـاهده می‌شـود کـه توجـه بیشـتری بـه مطالعـات تأثیـر فـرم شـهری بـر روی خـرده اقلیـم فضـای بـاز شـده اسـت. اولگـی (۱۹۶۳) و اوک (۱۹۸۷) اولیـن پژوهشـگرانی بودنـد کـه پیرامـون رابطـه بیـن معمـاران و طراحـان شـهر از دیـدگاه کلیماتولوژیـک بـا تأکیـد بـر اثـر متقابـل بیـن طراحـی شـهری و خـرده اقلیـم تحقیـق کردنـد. گیونـی (۱۹۹۸) تأثیـرات تیپولـوژی شـهری را در اقلیم‌هـای مختلـف موردبررسـی قـرار می‌دهـد. اسـتیمرز و همـکاران (۱۹۹۷) شـش نمونـه فـرم کلـی شـهری را بـرای لنـدن ارائـه کردنـد و تابـش خورشـید، دسترسـی بـه نـور خورشـید و محیـط ساخته‌شـده را مقایسـه کردنـد. پژوهـش آن‌هـا توسـط راتـی و همـکاران بـرای شـهر مراکـش ادامـه داده شـد و ایـن نتیجـه حاصـل گردیـد کـه خانه‌هـای بـزرگ از نظـر زیسـت‌محیطی در اقلیـم سـرد مناسـب هسـتند و تحـت شـرایط هندسـی مشـخص ماننـد کنسـتانتره خورشـیدی عمـل می‌کننـد و در مقابـل بادهـای سـرد ماننـد سـرپناه عمـل می‌کننـد[۷]. بوربیـا و

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

اوبی تأثیر شاخص ارتفاع به عرض (H/W) و عامل دید به آسمان (SVF[1]) یک گروه ساختمانی را در اقلیم فضای باز و دمای سطح در شهر ال‌اود در الجزایر بررسی کردند. طبق نتایج جدول ۱ آن‌ها به این نتیجه رسیدند که از طریق کنترل فاکتور SVF و معماری خیابان می‌توان از دمای بالا در دالان‌های شهری جلوگیری کرد و این عوامل تأثیر بیشتری در مقیاس محلی نسبت به مقیاس شهری دارند [۸] [۹] [۱۰]

یک پژوهش جامع در مورد فضاهای باز شهری در مختصات جغرافیایی ۲۶-۳۴ درجه شمالی توسط «یزیرو» و همکاران [۱۶] با استفاده از برنامه Shading انجام‌شده و به این نتیجه رسیدند که به‌منظور خنک‌سازی، بهترین جهت‌گیری، حیاط‌های مستطیلی شمالی- جنوبی (وجه بزرگ‌تر در جهت شرقی- غربی) است و چنین اذعان نمودند که جهت شمالی- جنوبی (NS) در مدت‌زمان خیلی کوتاه، نور خورشید مستقیم را در مرکز حیاط دارد و این یافته‌ها در اقلیم‌های مشابه که تابش خورشید کمتری دارند قابل‌تعمیم است. آن‌ها همچنین آسایش حرارتی تابستان را بررسی کرده و نشان دادند که باوجودی که تفاوت دمای هوا بین سطوح سایه و غیر سایه تنها ۰٫۵ کلوین بود، اما دمای میانگین تابش بیشتر از ۳۰ درجه کلوین متفاوت بود [۱۷] ، علی تودرت و مایر [۱۸] مدل خرده اقلیم ENVI-met را برای شبیه‌سازی آسایش حرارتی بیرونی در اقلیم گرم و خشک الجزیره استفاده کرده و تأثیر جهت‌گیری‌های مختلف دالان‌های شهری را موردبررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که زمانی که نسبت ارتفاع ساختمان یا خیابان به عرض آن

جدول ۱ نتایج به دست آمده از بررسی عامل هندسه کالبدی در پژوهش های انجام شده در حوزه آسایش حرارتی فضاهای بیرونی [۱۱]

پژوهش	شهر و اقلیم مورد مطالعه	نتایج
Andreou, 2013 [۱۲]	Tinos, Greece گرم و معتدل (کوپن: Csa)	نتایج حاصل از شبیه‌سازی گواه آن است که در اقلیم‌های گرم، خیابان‌های با نسبت ارتفاع به عرض بیشتر (چهار) از منظر آسایش حرارتی در قیاس با دیگر خیابان‌ها بهتر عمل می‌کنند و ازنظر جهت‌گیری نیز، خیابان‌های شمالی جنوبی، به دلیل سایه‌اندازی، بهترین شرایط حرارتی را در فصل تابستان دارند.
Sharmin et al., 2015 [۱۳]	Dhaka, Bangladesh اقلیم گرمسیری (کوپن: Aw)	تنوع در ارتفاع بناها، طرح خیابان‌ها و ترکیب‌بندی کلی معابر می‌تواند شبکه‌ای از فضاهای سایه گیر را به وجود آورد که تهویه مطبوعی را در بافت‌های شهری ایجاد نماید و کاهش میانگین دما را در طول روز سبب می‌شوند. بافت‌های مسکونی برنامه‌ریزی‌شده به دلیل ماهیت هندسی و منظمشان، میانگین دمایی بالاتری را (تا ۴ درجه سانتی‌گراد) موجب می‌شوند. همچنین شواهدی از پدیده جزایر حرارتی شهری نیز در این بافت‌ها به چشم می‌خورد.
Taleghani et al., 2015 [۱۴]	De Bilt, Netherland معتدل (کوپن: Ctb)	چینش خطی و پیوسته بلوک‌های ساختمانی در جهت شرقی-غربی، موجبات تابش مستقیم خورشید به مدت ۱۲ ساعت در روز را فراهم می‌آورد که چندان مطلوب نیست. در مقابل، چینش خطی و پیوسته بلوک‌های ساختمانی در جهت شمالی-جنوبی، تنها ۴ ساعت تابش مستقیم خورشید را برای فضای میانی در پی خواهد داشت.
Ali-Toudert & Mayer, 2006 [۱۵]	Ghardaia, Algerian Sahara اقلیم گرم و خشک (کوپن: BWh)	در نواحی نیمه گرمسیری، محیط حرارتی خیابان‌های عریض (H/W=0.5) بسیار تنش‌زا است و جهت‌گیری خیابان‌ها، تأثیری بر بهبود آن ندارد (گرچه خیابان‌هایی با جهت‌گیری شرقی-غربی شرایط بسیار بدتری دارند). بهبود شرایط حرارتی خیابان‌های شرقی-غربی بسیار دشوار است. در مقابل، خیابان‌های شمالی-جنوبی با نسبت ارتفاع به عرض بیشتر (برابر و یا بیشتر از دو) محیط حرارتی بسیار مطلوب‌تری را فراهم می‌آورند.

1. Sky View Factor (SVF)

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

جدول ۲. خلاصه مطالعات انجام‌شده در زمینه رابطه میان مؤلفه‌های فرم شهری، خرده اقلیم، آسایش حرارتی و مصرف انرژی

نام محقق/ محققان	متغیرهای مستقل موردمطالعه	متغیرهای وابسته موردمطالعه
Bosselmann et al., 1995 [23]	ابعاد خیابان‌ها و مکان ساختمان‌ها	تابش، باد و آسایش حرارتی
Toudert et al., 2006 [18]	جهت‌گیری، نسبت دالان‌های شهری، ارتفاع به عرض خیابان‌ها H/W	آسایش حرارتی بیرونی
Bourbia et al., 2010 [20]	ویژگی‌های هندسی خیابان: ارتفاع به عرض عامل نمای آسمان (SVF)، جهت‌گیری (تعریف‌شده توسط محور طولی آن)	آب‌وهوا خیابان (دمای خیابان)
Dalman & Salleh, 2011 [24]	جهت خیابان، نسبت H/W	آسایش حرارتی (دمای آسایش)
Krüger et al., 2011 [25]	هندسه شهری: آکس‌های خیابان‌ها، ارتفاع ساختمان‌ها و ویژگی‌هایشان	آسایش حرارتی بیرونی کیفیت هوا (پراکندگی آلاینده)
Noori Kakon & Mishima, 2012 [26]	فرم خیابان: شکل و ارتفاع، فرم ساختمان‌ها	آسایش حرارتی بیرونی
Yang et al., 2013 [27]	فرم شهری و تراکم	پتاسیم تهویه بیرونی
Middel et al., 2014 [9]	نوع محوطه‌سازی، چیدمان ساختمان‌ها	دما، جریان باد
Elnabawi, 2014 [28]	فرم شهری	آسایش حرارتی
Sanaieian & et al (2014) [29]	فرم و موقعیت بلوک‌های شهری	عملکرد گرمایی، تابش خورشیدی و تهویه
Zabeti Targhia, Steven Van Dessel (2015) [30]	ارتفاع به عرض (H/W)، ضریب دید به آسمان (SVF)، جهت‌گیری	UHI جزیره گرمایی شهری (شاخص PET)
Taleghani & et al (2015) [22]	فرم‌های حیاط‌دار	آسایش حرارتی بیرونی در فضاهای شهری، مدت‌زمان تابش مستقیم، متوسط دمای اشعه تابشی
Yingli Xuan & et al (2016) [31]	فرم‌های متفاوت شهری: نسبت میان فاصله ساختمان به ارتفاع ساختمان ۰/۲۴ و ۰/۳۶ و ۰/۴۸ و ۰/۷۱ و ۰/۹۵ و ۱/۱۹ و ۱/۴۳	سرعت باد، سطح تابش
بهزادفر و همکاران، ۱۳۸۹ [۳۲]	ضریب دید به آسمان (SVF)	آسایش حرارتی فضای باز شهری (میانگین دمای تابشی)
رضازاده و همکاران، ۱۳۸۹ [۳۳]	الگوی توده‌گذاری بلوک‌های مسکونی	آسایش حرارتی
محمودی و دیگران، ۱۳۸۹ [۳۴]	ضریب دید به آسمان، میزان سایه، فاصله تا ساختمان	آسایش حرارتی فضای باز (PET)
رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰ [۳۵]	فرم و تراکم بلوک‌های مسکونی، ویژگی‌های کالبدی ساختمان. فرم پلان ساختمان (ابعاد قطعه)، جهت‌گیری، ارتفاع، تراکم ساختمانی	مصرف انرژی شهر
علی‌اکبری، ۱۳۹۱ [۳۶]	بافت شهری: فرم چیدمان ساختمان‌ها، جزئیات بنا، جهت‌گیری، فرم پلان ساختمان، ارتفاع، ویژگی‌های فیزیکی و کیفی شبکه معابر، اندازه و تراکم، دسترسی، الگوی کاربری‌ها، محصوریت، اتصال و پیوند	خرداقلیم و انرژی
منشی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲ [۳۷]	ارتفاع ساختمان‌ها	آسایش حرارتی
حاجی پور و همکاران، ۱۳۹۳ [۳۸]	تعداد طبقات، کیفیت بنا، عمر بنا، نمای ساختمان، سازه، جهت‌گیری ساختمان، تعداد زوایای آفتاب‌گیر، مساحت	میزان مصرف انرژی عملکردی در بخش مسکونی

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

(H/W) افزایش می‌یابد، دمای هوا به‌آرامی کاهش می‌یابد و شاخص PET[1] ارتقاء می‌یابد. جانسون [۱۹] ارزیابی‌هایی را در فز و موروکو انجام داد و به این نتیجه رسید که طراحی شهری فشرده با دالان‌های شهری عمیق برای تابستان مناسب است، درصورتی‌که در زمستان دالان‌های پهن‌تر برای گرمایش خورشیدی غیرفعال، بهتر و مناسب‌تر است. «بوربیا و بوچرییا» [۲۰]. دمای سطح و هوای بیرونی را در هفت سایت مختلف با نسبت‌های متفاوت ارتفاع به عرض بین ۱ تا ۴/۸ و ضریب دید به آسمان بین ۰/۰۷۶ و ۰/۵۸۰ در کنستانتین الجزیره ارزیابی کردند. آن‌ها مشاهده کردند که نسبت ارتفاع به عرض بزرگ‌تر، دمای هوا و دمای سطح پایین‌تری دارد. در مناطق با آب‌وهوای گرم عامل دید به آسمان بیشتر (SVF)، دمای هوای بیرونی بالاتری نیز دارد. همچنین نقش پوشش گیاهی و طراحی خرده اقلیم مناسب در اقلیم گرم و خشک به‌طور گسترده توسط ارل و همکاران [۲۱] و طالقانی و همکاران [۲۲] بررسی‌شده است.

از آنجا که قطعات، خیابان‌ها، فضاهای ساخته‌شده و فضاهای باز و کاربری اراضی، عناصر تشکیل‌دهنده بافت هستند که دارای رابطه با یکدیگرند و یک سیستم را تشکیل می‌دهند، لذا می‌توان گفت کلیه مؤلفه‌ها و شاخصه‌ای فرم کالبدی از مقیاس بنا تا بلوک شهری در مقیاس بافت نیز می‌تواند مطرح گردد. در ادامه به معرفی تفصیلی متغیرهای تأثیرگذار فرم کالبدی بر خرده اقلیم و آسایش حرارتی فضاهای باز شهری و تبیین نحوه اثرگذاری و رابطه میان متغیرهای کالبدی و اقلیمی پرداخته می‌شود.

بافت شهر را می‌توان به لحاظ فیزیکی، تجمع واحدهای فضاساختی دید [۳۹]. در یک تعریف کلی بافت ناظر بر آن دسته از ویژگی های کالبدی شکل شهرها می باشد که در آن نحوه و چگونگی ترکیب و تلفیق سلول ها و اجزای شهر در مقیاس سه بعدی در سطح (طول و عرض و ارتفاع) مورد توجه قرار می باشد.

ارتباط بین آسایش حرارتی در فضای باز و مصرف انرژی ساختمان یک موضوع پیچیده است که هم جنبه های خرد اقلیم شهری و هم جنبه های رفتاری را شامل می شود [۴۰]. مصرف انرژی ساختمان تحت تاثیر متغیرهای مختلفی از جمله رفتار ساکنان و عوامل خارجی (اقلیمی) نظیر دما، رطوبت، تابش خورشیدی و سرعت باد است [۴۱]. برای طراحان، شناسایی پارامترهای طراحی مناسب در راستای ارتقای آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی ساختمان همواره چالش برانگیز بوده است [۴۲]. با بهبود شرایط آسایش حرارتی در محیط های بیرونی، می‌توان موجبات کاهش مصرف انرژی و افزایش کارآیی انرژی توده های ساختمانی را فراهم کرد [۴۳]. استفاده از نیروهای طبیعی (نظیر خورشید) نه تنها محیط زندگی را به فضایی آسوده تبدیل خواهد کرد بلکه در کاهش مصرف انرژی نیز تاثیر فراوانی خواهد داشت [۴۴]. در نتیجه، آسایش حرارتی برای کیفیت زندگی ساکنان شهری مهم است [۴۵]. همانگونه که پیشتر بدان اشاره شد، یکی از ابعاد طراحی شهری، بعد مورفولوژیکی است

جدول ۳. متغیرهای فرم شهری (مقیاس بنا و قطعه) مؤثر برآسایش حرارتی بیرونی

شاخص	توضیح شاخص
میانگین مساحت قطعه	نشان‌دهنده میانگین ابعاد و اندازه قطعه است.
میانگین بر قطعات	نشان‌دهنده میانگین میزان سطح دسترسی افراد، نور و تهویه در قطعه است.
میانگین عرض به طول قطعه	نشان‌دهنده میانگین شکلی قطعات در بلوک در طیف مربع، مستطیل عادی، مستطیل‌های کشیده و اشکال چندضلعی هست.
تراکم ساختمانی (تعداد طبقات)	نشان‌دهنده میانگین ارتفاع ساختمان‌ها و سایه‌اندازی آن‌ها است.
	تراکم ساختمانی بر ایجاد جزایر حرارتی در شهر تأثیرگذار است.
جهت‌گیری ساختمان‌ها	نشان‌دهنده موقعیت نسبت به زاویه تابش خورشید است.
مقعر یا محدب بودن نماها	نشان‌دهنده میزان سطح تابش و سایه‌اندازی است.
نوع، رنگ و جنس مصالح	نشان‌دهنده میزان جذب انرژی خورشیدی و سرمایش و گرمایش موردنیاز برای تعدیل حرارتی درون ساختمان است.
الگوی ساخت	نشان‌دهنده نحوه ترکیب و چیدمان فضای ساخته‌شده و فضای خالی در درون یک قطعه است. (حیاط مرکزی، یک جبهه، گونه U شکل، گونه L شکل، ساختمان مرکزی)
پرو خالی	نشان‌دهنده درصد فضای باز ب فضای خالی است.

1. Physiological Effective Temperature (PET)

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

جدول شماره ٤. متغیرهای فرم شهری (مقیاس خیابان) مؤثر بر آسایش حرارتی بیرونی

شاخص	توضیح شاخص
عرض مسیرهای پیاده	نشان‌دهنده میزان سطح تابش و سایه‌اندازی است.
عرض و طول مسیرها	نشان‌دهنده میزان سطح تابش و سایه‌اندازی، جریان باد و کوران باد است.
محصوریت معابر (تناسبات عرض و ارتفاع)	نشان‌دهنده میزان سطح تابش و سایه‌اندازی، جریان باد است. نسبت ارتفاع به عرض معابر شدت جزیره‌های حرارتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
نظم هندسی شبکه معابر	نشان‌دهنده نظم هندسی شبکه معابر در کنار یکدیگر می‌باشد که می‌تواند به‌صورت ارگانیک، الگوی شطرنجی، شعاعی، حلقوی و ... باشد.
جنس و رنگ مصالح کف	نشان‌دهنده میزان جذب و انعکاس انرژی خورشیدی برخوردکننده به سطح می‌باشد.
جهت‌گیری معابر	نشان‌دهنده موقعیت نسبت به زاویه تابش خورشید، کوران باد و تهویه است.
نوع و تراکم پوشش گیاهی	نشان‌دهنده تهویه طبیعی هوا است و شدت جزیره حرارتی به میزان پوشش گیاهی وابسته است.

جدول ۵. تبیین همبستگی متغییرهای ریزاقلیم را در یک محیط پیچیده شهری شبیه‌سازی شده

	مقدار	ارتفاع اندازه‌گیری (متر)	منبع
ضریب تعیین (R^2)	۰/۹۴	۱/۵	Yang et al., 2013 [51]
	۰/۸۹	۱/۵	Hedquist and Brazel, 2014 [52]
	۰/۹۶	۱/۵	Ghaffarianhoseini et al., 2015 [53]
	۰/۹۲	۱	Acero and Herranz-Pascual, 2015 [54]
	۰/۸۸	۲	Ketterer and Matzarakis, 2015 [55]
	۰/۸۱	۱/۵	Wang and Zacharias, 2015 [56]
	۰/۸۹	۱/۱	Jänicke et al., 2015 [57]
	۰/۸۰	۱/۶	Taleghani et al., 2015 [22]
	۰/۸۵	۱/۵	Lee et al., 2016 [58]
	۰/۸۸	۱/۱	Salata et al., 2016 [59]
	۰/۸۷	۱/۵	Nasrollahi et al., 2017 [60]
	۰/۷۸۳۲	۱/۵	Cortes et al., 2022 [61]
	۰/۹۷۶	*N/S	Faragallah and Ragheb, 2022 [62]
ریشه میانگین مجذور خطا (RMSE)	۰/۲۶	۱/۶	Taleghani et al., 2014 [14]
	۰/۲۸	۲	Ketterer and Matzarakis, 2015 [55]
	۰/۶۲۶	*N/S	Faragallah and Ragheb, 2022 62]]

*: N/S: مشخص نشده است.

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

کـه غالبـا در ارتبـاط بـا پیکربنـدی فـرم و فضـای شـهری و الگوهـای فضایـی زیرسـاخت هایـی اسـت کـه از آن پشـتیبانی مـی کننـد [٤٦]. عـلاوه بـر ایـن، اسـتفاده از انـرژی هـای تجدیـد پذیـر نظیـر انـرژی خورشـیدی، تحـت تاثیـر هندسـه بلـوک هـای شـهری اسـت [٤٧]. بـر همیـن اسـاس، یکـی از عوامـل موثـر بـر مصـرف انـرژی در شـهرها، فـرم شـهری اسـت کـه بـه میـزان قابـل توجهـی امـکان کاهـش مصـرف انـرژی را از طریـق طراحـی فراهـم مـی سـازد [٤٨]. بـا توجـه بـه مـوارد اشـاره شـده می‌تـوان از کلیـه ابعـاد، ویژگـی هـا و خصوصیـات فرمـال سـلول هـا و دانـه هـای شـهری، انـواع مختلـف بافـت هـای شـهری را شـکل داد و بـر مصـرف انـرژی در سـاختمان هـا تاثیـر گذاشـت.

۳. روش تحقیق

ایـن پژوهـش باهـدف دسـتیابی بـه مدلـی بـرای تولیـد الگوهایـی بـرای ارتقـاء میـزان آسـایش حرارتـی در فضـای بـاز مجموعـه مسـکونی از طریـق بهینه‌سـازی فـرم انجام‌گرفتـه اسـت؛ بنابرایـن بـه بررسـی تأثیـر انـواع سـاختمان‌ها بـر آسـایش حرارتـی می‌پـردازد. ۲۲ شـکل مختلـف بلـوک سـاختمانی جهـت آسـایش حرارتـی در فضـای بـاز بـا اسـتفاده از نرم‌افـزار شبیه‌سـازی ENVI-met در سـاعات بعدازظهـر ۳۱ خـرداد در شـهر تهـران موردبررسـی قرارگرفتـه اسـت.

ایـن پژوهـش ازنظـر هـدف کاربـردی و به‌صـورت کمـی اسـت و در دو بخـش نظـری و عملـی انجام‌شـده اسـت. در بخـش نظـری ابتـدا به‌صـورت تحلیلـی- توصیفـی بـا رجـوع بـه اسـناد علمـی و مطالعـه متغیرهـای آسـایش حرارتـی و الگوهـای فرمـی طراحـی بـرای ایجـاد شـرایط آسـایش در فضـا بـاز مجتمع‌هـای مسـکونی شـهر تهـران و در بخـش عملـی شبیه‌سـازی بـا اسـتفاده از نرم‌افـزار Envi-met انجام‌شـده اسـت. پـس از آنالیـز توسـط ایـن نرم‌افـزار میـزان تأثیـر هـر متغیـر بـر شـاخص‌های آسـایش حرارتـی مشـخص می‌شـود.

سـایت مـورد شـهر تهـران و داده‌هـای موردنیـاز شبیه‌سـازی بـا اسـتفاده از داده‌هـای پایگاه‌هـای اطلاعاتـی مربـوط بـه متغیرهـای اقلیمـی و متغیرهـای فرمـی شـامل ارتفـاع، جهـت، عـرض و میـزان محصوریـت در محیـط شـهری اسـت و میـزان آسـایش حرارتـی متغیـر وابسـته در ایـن پژوهـش اسـت.

در بخـش عملـی اشـکال مختلـف بلوک‌هـای سـاختمانی در دسـتیابی بـه آسـایش حرارتـی در فضـای بـاز موردبررسـی قـرار گرفـت. سـناریوها بـه شـش گـروه طبقه‌بنـدی شـدند: A) نـه مکعـب مجـزا، B) چهـار بلـوک L شـکل درون‌گـرا، C) فـرم U شـکل، D) سـه نـوار افقی/عمـودی، E) حیـاط مرکـزی، و F) L شـکل، بـا تعریـف الگوهـای متفـاوت در هـر سـناریو، پـلان مـدل پایـه وارد نرم‌افـزار می‌شـود و گزینه‌هـای مختلـف متناسـب بـا تغییـر سـنجه‌های مربـوط بـه فـرم به‌منظـور پیـدا کـردن بهینه‌تریـن فـرم دسـت‌کاری می‌شـوند و داده‌هـای اقلیمـی مرتبـط واردشـده سـپس خروجی‌هـای هریـک از گزینه‌هـا بـرای بهینـه کـردن شـرایط اقلیمـی گرفتـه می‌شـود. سـپس بـا اسـتفاده از زبـان برنامه‌نویسـی پایتـون داده‌هـا خلاصه‌سـازی و آمـاده طبقه‌بنـدی می‌شـوند. بـا اسـتفاده از اسـتدلال منطقـی داده‌هـا را بـه زبـان معمـاری تبدیـل کـرده و درنهایـت فـرم مناسـب تعییـن می‌گـردد.

۳-۱. روایی و پایایی پژوهش

شـاخص‌های تعیین‌شـده بـه دلیـل این‌کـه از طریـق رجـوع بـه تحقیقـات پیشـین و شـاخص‌های متـداول و پذیرفته‌شـده محققـان حـوزه معمـاری منظـر و شهرسـازی اسـت، از اعتبـار معیـار برخـوردار اسـت. عـلاوه بـر ایـن، شـاخص‌ها از اعتبـار سـازه نیـز برخـوردار هسـتند، زیـرا بـر اسـاس چارچـوب نظـری پژوهـش تعیین‌شـده‌اند. پایایـی نتایـج ایـن پژوهـش به‌واسـطه معتبـر بـودن و مـورد اسـتناد قـرار گرفتـن نرم‌افـزار مورداسـتفاده در ایـن پژوهـش (Envi-met) و نرم‌افـزار جانبـی اینویمـت یعنـی Leonardo اسـت، کـه در اکثـر پایان‌نامه‌هـا و مقـالات و پژوهش‌هـای علمـی مرتبـط بـا موضـوع مـورد اسـتناد قرارگرفتـه اسـت.

۳-۲. معرفی نرم‌افزار مورداستفاده پژوهش

اسـتفاده از نرم‌افـزار شبیه‌سـازی دینامیـک سـیالات محاسـباتی (CFD) پرهزینه‌تریـن تکنیـک بـرای ارزیابـی تأثیـرات اشـکال شـهری بـر متغیرهـای ریزاقلیمـی و آسـایش حرارتـی اسـت [٤٩].

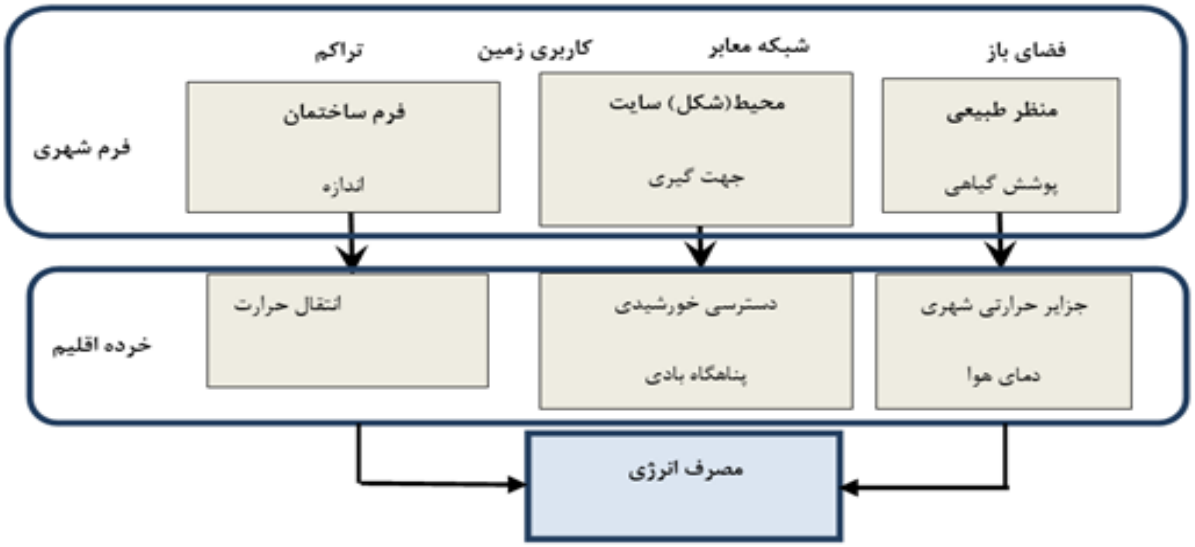
ENVI-met یـک نرم‌افـزار مدل‌سـازی CFD بـا کاربـری آسـان اسـت کـه معمـولاً توسـط محققـان در رشـته‌های مختلـف متمرکـز بـر محیـط شـهری (به‌عنوان‌مثـال، معمـاری منظـر، برنامه‌ریـزی شـهری، مهندسـی عمـران و آب‌وهـوای شـهری) اسـتفاده می‌شـود. طـرح ورودی نسـبتاً سـاده مـدل و یـک رابـط کاربرپسـند تقریبـاً بـه هـر محققـی بـا حداقـل تخصـص امـکان شبیه‌سـازی هندسـه‌های پیچیـده شـهری و پوشـش گیاهـی را می‌دهـد.

بر اسـاس اطلاعـات ارائه‌شـده در وب‌سـایت ENVI-met (https://ENVI-met.info)، مـاژول ایـن نرم‌افـزار از مـدل جـوی (شـامل میـدان بـاد، دمـا و رطوبـت هـوا، تلاطـم، شـارهای تابشـی و پراکندگـی آلاینده‌هـا) تشکیل‌شـده اسـت. مدل‌هـای خـاک (شـامل دمـای سـطح و خـاک، محتـوای آب خـاک، تأمیـن آب گیاهـی و بدنه‌هـای آبـی)، مـدل پوشـش گیاهی (شـامل هندسـه سـه‌بعدی گیـاه، دمـای شـاخ و بـرگ، TreePass و فرآیندهـای تبـادل بـا محیـط)، و محیط ساخته‌شـده (شـامل کامل هندسـه سـاختمان سـه‌بعدی، تـک دیوارهـا، مصالـح سـاختمانی دقیـق، فیزیـک سـاختمان بـا وضوح‌بـالا، عملکـرد انـرژی سـاختمان، سیسـتم‌های دیـوار سـبز و سـقف). ENVI-met می‌توانـد شـاخص‌های زیسـت هواشناسـی ماننـد دمـای معـادل فیزیولوژیکـی (PET)، میانگیـن رای پیش‌بینی‌شـده (PMV[1])، درصـد پیش‌بینی‌شـده ناراضـی (PPD[2]) و دمـای مؤثـر

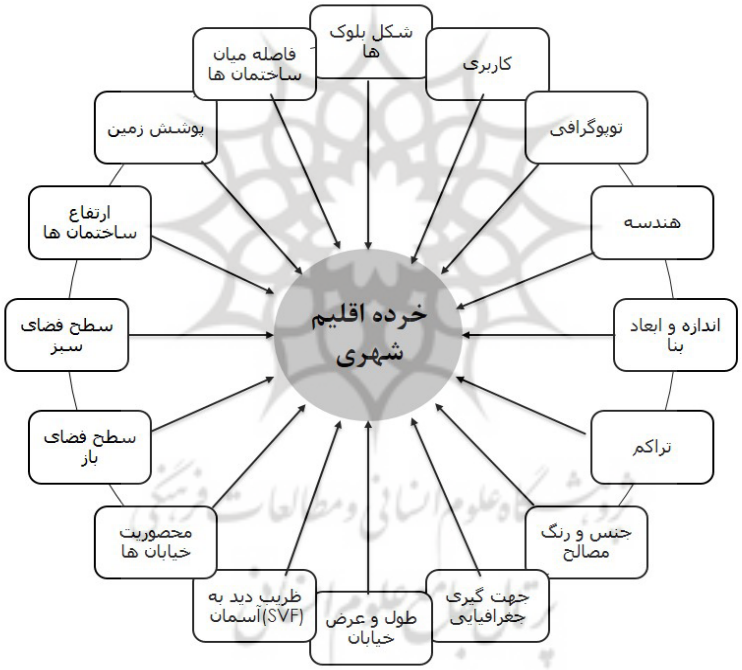
1. Predicted Mean Vote
2. Predicted Percentage of Dissatisfied

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]



نمودار ۱. تأثیر متغیرهای فرم شهری بر خرده اقلیم و انرژی مصرفی



نمودار ۲. رابطه میان متغیرهای فرم کالبدی شهری و خرده اقلیم شهری

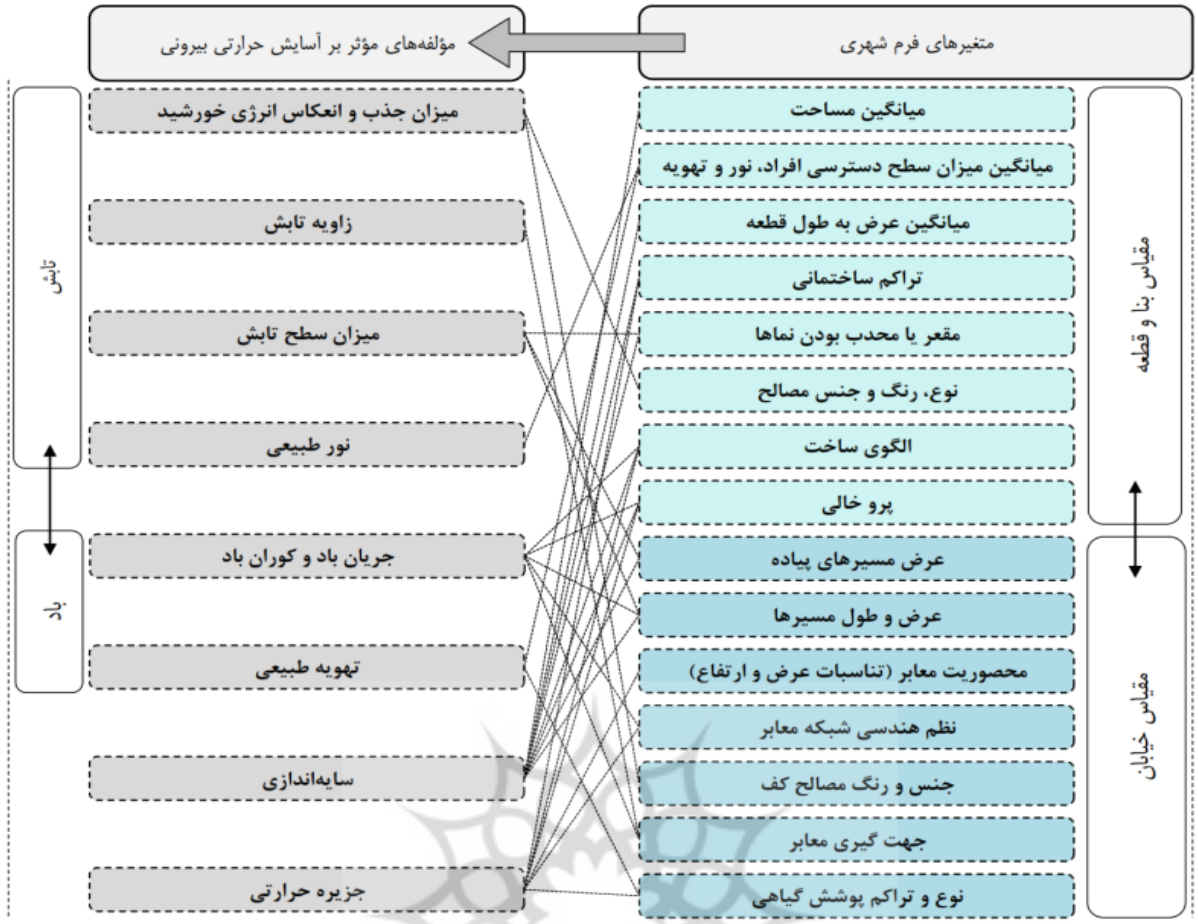
استاندارد (SET*[1]) را از طریق Biomet محاسبه کند.

نتایج شبیه‌سازی ENVI-met توسط بسیاری از مطالعات قبلی تأیید شد. به‌عنوان‌مثال، سایمون و همکارانش [۵۰]. دریافتند که ENVI-met می‌تواند مدل‌های ریزاقلیم را در یک محیط پیچیده شهری شبیه‌سازی کند. برخی از مطالعات دیگر همبستگی قوی بین متغیرهای هواشناسی شبیه‌سازی‌شده و مشاهده‌شده یافتند. ضریب تعیین گزارش‌شده (R2) بین مقادیر شبیه‌سازی‌شده و اندازه‌گیری شده برای بین۰/۷۳۸ و ۰/۹۷۶ بود درحالی‌که مقادیر (Root Mean Square Error (RMSE نشان‌دهنده میانگین خطای بین ۰/۲۶ و ۰/۶۲۶ (جدول شماره ۵) بود که نشان‌دهنده ENVI-met است. ابزاری مناسب برای شبیه‌سازی محیط حرارتی در فضای باز با دقت قابل‌قبول است.

1. Standard Effective Temperature

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

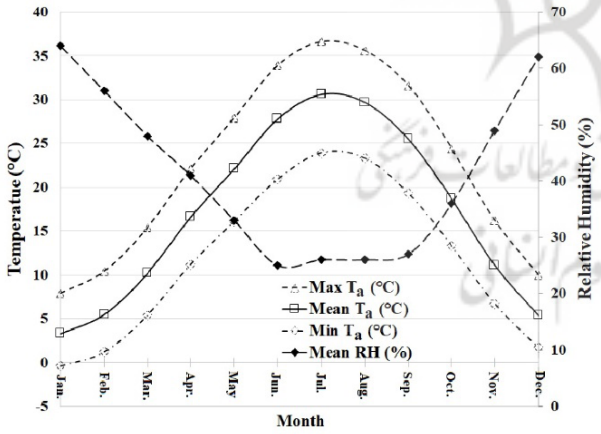


نمودار ۳. متغیرهای فرم شهری مؤثر بر آسایش حرارتی بیرونی

۳-۳. موقعیت اقلیمی شبیه‌سازی

این پژوهش در شهر تهران، (۳۵/۶۲ درجه شمالی، ۵۱/۴۲ درجه شرقی، ۱۹۰/۸ متر ارتفاع)، با آب‌وهوای گرم و نیمه‌خشک، طبقه‌بندی‌شده بین نواحی شمالی و جنوبی در سیستم طبقه‌بندی کوپن-گیگر انجام شده است. همان‌طور که در (نمودار ۴) نشان داده‌شده است، جولای گرم‌ترین ماه است (میانگین Ta = 30.6 درجه سانتی‌گراد)، درحالی‌که ژانویه سردترین ماه است (میانگین Ta = 3.3 درجه سانتی‌گراد) و حداکثر Ta بیش از حداکثر ۳۶/۶ درجه سانتی‌گراد در جولای است. حداقل دمای هوا در ژانویه از ۰/۴- درجه سانتی‌گراد فراتر می‌رود. میانگین رطوبت نسبی بالاترین میزان در ژانویه (۶۴٪) و کمترین آن در ژوئن (۲۵٪) است.

سه عامل رشته‌کوه البرز، بادهای مرطوب غربی و وسعت استان در اقلیم تهران نقش مؤثری دارد. درواقع، رشته‌کوه البرز آب‌وهوای تهران را معتدل کرده است. در شمال تهران، آب‌وهوا معتدل و کوهستانی و در نقاط کم ارتفاع نیمه‌خشک است. اقلیم استان تهران در نواحی کویری و جنوب گرم و خشک، در نواحی پای کوهی سرد و نیمه‌مرطوب و در نواحی مرتفع سرد همراه با زمستان‌های طولانی است.



نمودار ٤. میانگین، حداکثر، حداقل دما و رطوبت نسبی ماهانه در شهر تهران [٦٣]

۳-٤. متریال‌ها

در مدل‌سازی های سناریوهای تعریف شده از چند متریال در بخش‌های مختلف استفاده شده است که در بانک اطلاعاتی نرم‌افزار موجود است. متریال‌های تمام سناریوهای تعریف شده یکسان است.

در ادامه لیست متریال‌ها به همراه مشخصات ارائه می‌گردد:

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

۳-٤-۱. متریال کف

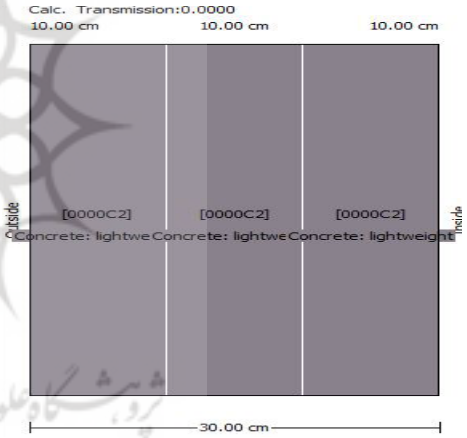
جدول ٦. مشخصات مصالح سطح آسفالت (Asphalt-۰۱۰۰st)

Database-ID	[0100ST]
Name	**Asphalt road**
Z0Roughness length	0.01
Albedo	0.2
Emissivity	0.9
Surface is irrigated	false

۳-٤-۲. متریال دیواره و سقف

جدول ۷. مشخصات مصالح دیوار و سقف

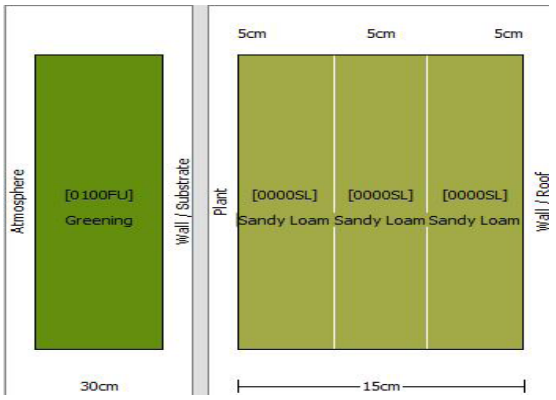
Database-ID	[0000C2]
Name	Concrete-wall (light weight)
Thickness of layers (m)	0.1 - 0.1 - 0.1
Roughness Length	0.02
Can be Greened	True



۳-٤-۳. متریال دیواره سبز

جدول شماره ۸. مشخصات مصالح دیوار سبز

Database-ID	[01NASS]
Name	**Green + sandy loam sub-strate**
LAI (m^2/m^2)	1.5
LAD (leaf angle istribution)	0.5
Emissivity of substrate	0.95
Albedo of substrate	0.3
Water Coefficient of substrate for plant	0.5
Air gap between substrate and wall (m)	0.01



[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

۳-٤-٤. متریال شیشه

جدول ۹. مشخصات متریال شیشه

Database-ID	[0000G2]
Name	Plexi-Glass
Default Thickness (m)	0.02
Absorption	0.05
Transmission	0.9
Reflection	0.05
Emissivity	0.9
Specific heat (J/kg.K)	1500
Thermal Conductivity (W/m.K)	0.19
Density (kg/m^3)	1180

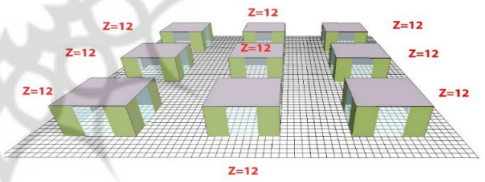
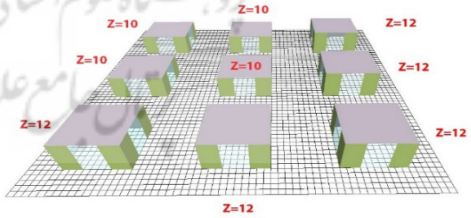
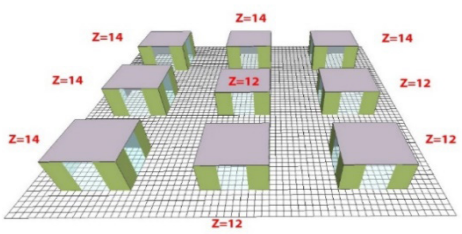
جدول ۱۰ . تنظیمات مدل سازی محیطی در زیر برنامه spaces

موقعیت مدل	موقعیت		تهران
	عرض جغرافیایی		۳۵/۶۲
	طول جغرافیایی		۵۱/۴۲
	عرض جغرافیایی رفرنس		۴۵درجه
هندسه مدل	ابعاد مدل	شبکه x	۶۰
		شبکه Y	۶۰
		شبکه Z	۶۰
	سایز سلول‌ها(شبکه ها) (m)	شبکه x	۲
		شبکه Y	۲
		شبکه Z	۲
	عدد nesting grids		۰
پایین ترین سلول در ارتفاع به ۵ زیر سلول تقسیم شده است.			

۳-۵.شرایط و تنظیمات عمومی شبیه‌سازی و آزمون

موقعیت و مختصات مدل‌ها مطابق طرح ارائه شده در جدول شماره ۱۰ است.

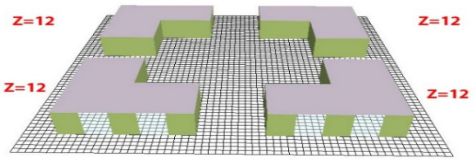
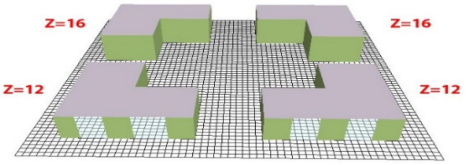
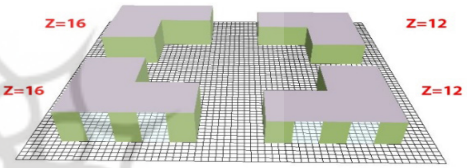
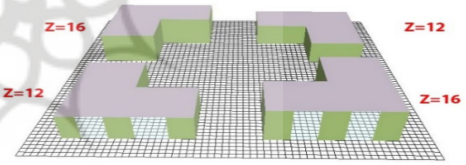
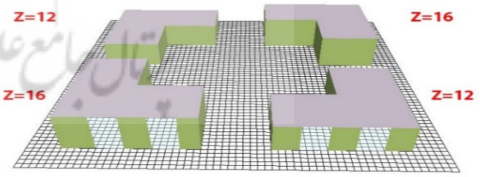
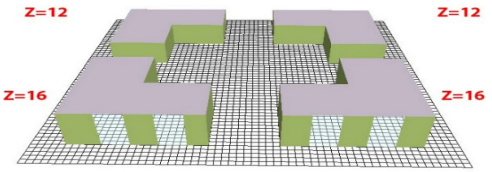
جدول ۱۱. الگوهای سناریوهای موردبررسی

سناریو		نما سه‌بعدی الگوها	تعریف
نه مکعب منفصل (A)	A-۱		نه مکعب جداشده با ارتفاع ۱۲ متر
	A-۲		۹ مکعب جداشده، درحالی‌که مکعب‌های جنوبی و شرقی ۱۲ متر ارتفاع داشتند و بقیه ۱۰ متر ارتفاع دارند.
	A-۳		۹ مکعب جداشده، درحالی‌که مکعب‌های شمالی و غربی ۱۴ متر ارتفاع و بقیه ۱۲ متر ارتفاع دارند.

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

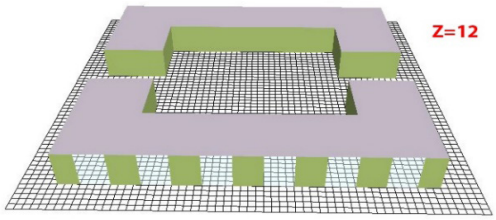
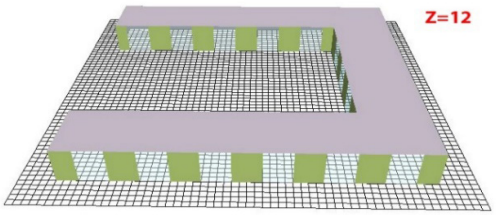
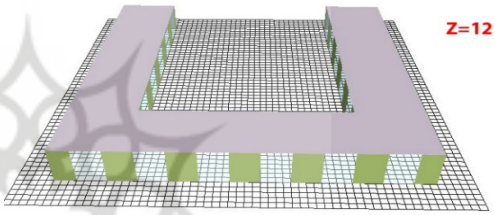
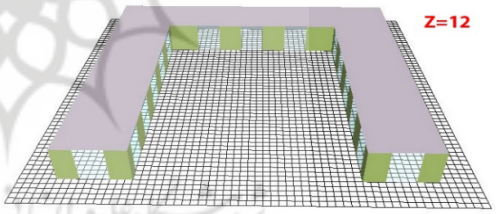
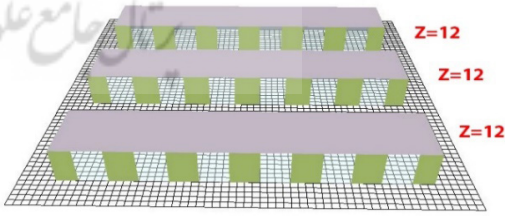
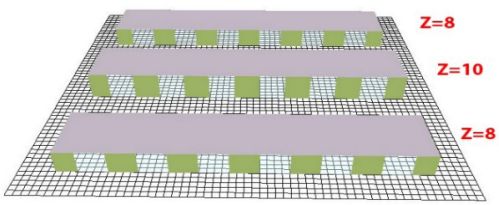
ادامه جدول ۱۱. الگوهای سناریوهای موردبررسی

سناریو		نما سه‌بعدی الگوها	تعریف
چهار بلوک L شکل درون‌گرا (B)	B-۱		چهار بلوک L شکل درون‌گرا با ۱۲ متر ارتفاع
	B-۲		چهار بلوک L شکل درون‌گرا، درحالی‌که بلوک‌های شمالی ۱۶ متر ارتفاع و بلوک‌های جنوبی ۱۲ متر ارتفاع دارند.
	B-۳		چهار بلوک L شکل درون‌گرا، درحالی‌که بلوک‌های شرقی ۱۶ متر ارتفاع و بلوک‌های غربی ۱۲ متر ارتفاع دارند.
	B-۴		چهار بلوک L شکل درون‌گرا، درحالی‌که بلوک‌های شمال غربی و جنوب شرقی ۱۶ متر ارتفاع و بقیه ۱۲ متر ارتفاع دارند.
	B-۵		چهار بلوک L شکل درون‌گرا، درحالی‌که بلوک‌های شمال شرقی و جنوب غربی ۱۶ متر ارتفاع و بقیه ۱۲ متر ارتفاع دارند.
	B-۶		چهار بلوک L شکل درون‌گرا، درحالی‌که بلوک‌های جنوبی ۱۶ متر ارتفاع و بلوک‌های شمالی ۱۲ متر ارتفاع دارند.

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

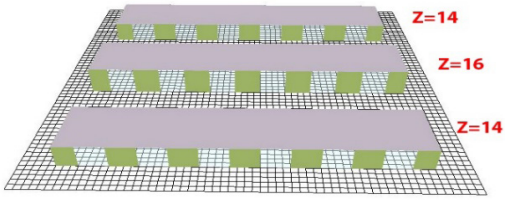
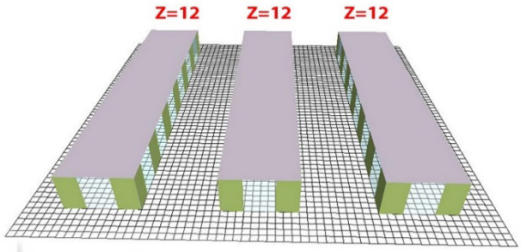
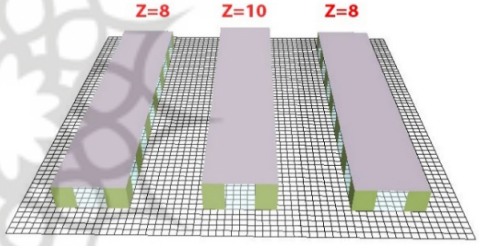
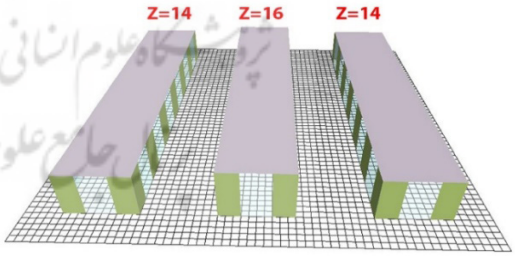
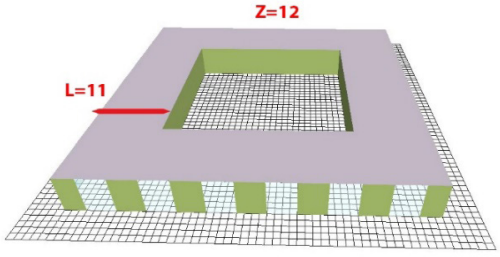
ادامه جدول ۱۱. الگوهای سناریوهای موردبررسی

سناریو		نما سه‌بعدی الگوها	تعریف
فرم U شکل (C)	C-۱		دو فرم U شکل با ارتفاع ۱۲ متر
	C-۲		فرم U شکل به سمت غرب با ارتفاع ۱۲ متر
	C-۳		فرم U شکل به سمت شمال با ارتفاع ۱۲ متر
	C-۴		فرم U شکل به سمت جنوب با ارتفاع ۱۲ متر
سه نوار افقی/عمودی (D)	D-۱		سه نوار جهت شرق به غرب با ارتفاع ۱۲ متر
	D-۲		سه نوار جهت شرق به غرب، درحالی‌که نوار شمالی و جنوبی ۸ متر ارتفاع و نوار میانی ۱۰ متر ارتفاع دارند.

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

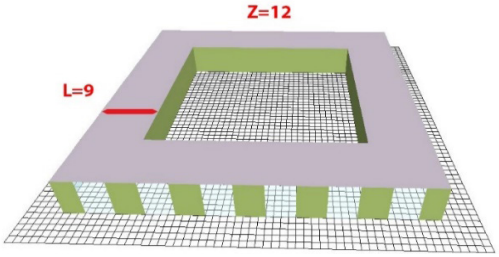
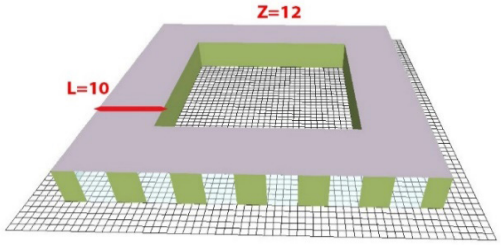
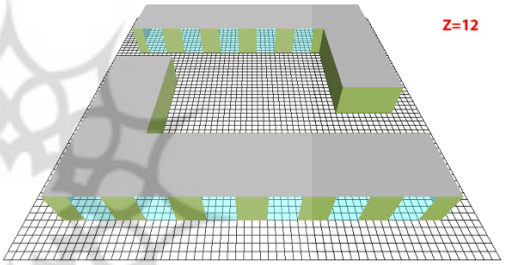
ادامه جدول ۱۱. الگوهای سناریوهای موردبررسی

سناریو		نما سه‌بعدی الگوها	تعریف
سه نوار افقی/عمودی (D)	D-۳		سه نوار جهت شرق به غرب، درحالی‌که نوارهای شمالی و جنوبی ۱۴ متر ارتفاع و نوار میانی ۱۶ متر ارتفاع دارند.
	D-۴		سه نوار جهت شمال به جنوب با ارتفاع ۱۲ متر
	D-۵		سه نوار جهت شمال به جنوب، درحالی‌که نوارهای شرقی و غربی ۸ متر ارتفاع و نوار میانی ۱۰ متر ارتفاع دارند.
	D-۶		سه نوار جهت شمال به جنوب، درحالی‌که نوارهای شرقی و غربی ۱۴ متر ارتفاع و نوار میانی ۱۶ متر ارتفاع دارند.
حیاط مرکزی (E)	E-۱		حیاط مرکزی به عرض ۱۱ متر و ارتفاع ۱۲ متر

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

ادامه جدول ۱۱. الگوهای سناریوهای موردبررسی

سناریو		نما سه‌بعدی الگوها	تعریف
حیاط مرکزی (E)	E-۲		حیاط مرکزی به عرض ۹ متر و ارتفاع ۱۲ متر
	E-۳		حیاط مرکزی به عرض ۱۰ متر و ارتفاع ۱۲ متر
گروه L شکل (F)	F		دو فرم L شکل با ارتفاع ۱۲ متر

۳-۵-۱. سناریوهای شبیه‌سازی

سناریوهای شبیه‌سازی بر اساس فرم ساختمان‌ها به پنج گروه اصلی تقسیم شدند. هر گروه شامل چندین زیرمجموعه است. متغیرهای مستقل شامل فرم، ارتفاع، جهت ساختمان‌ها و درصد دیوارهای خارجی پوشیده شده توسط هر ماده (دیوار بتنی، لعاب و دیوار سبز) است. در مقابل، متغیرهای وابسته شامل شاخص‌های زیست هواشناسی (PET، PMV، PPD و SET) هستند. انواع متریال در همه سناریوها مشابه است.

۳-۵-۲. تنظیمات اجرایی شبیه‌سازی

در ادامه اطلاعات در جدول شماره ۱۲ آورده شده است.

٤. تحلیل یافته‌ها

با توجه به عملکرد بهتر سناریوی A-3 در ارائه آسایش حرارتی در فضای باز نسبت به سایر مدل‌های شبیه‌سازی‌شده، دمای هوا به همراه شاخص‌های PET، PPD و SET* در این سناریو به شرح زیر تحلیل می‌شوند.

٤-۱. تجزیه‌وتحلیل دمای هوا

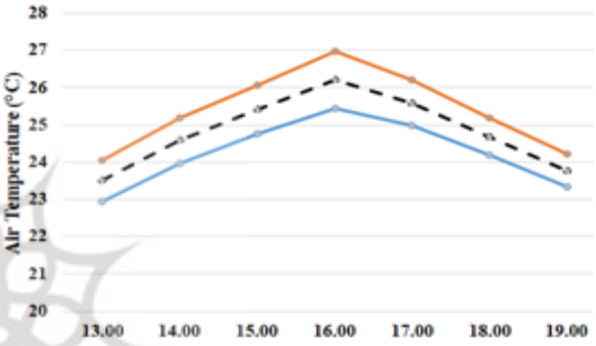
دمای هوا بدون شک مهم‌ترین متغیر هواشناسی در مطالعات آسایش حرارتی است. با این حال، برخی از مطالعات نشان می‌دهد که تجزیه‌وتحلیل دمای هوا به‌تنهایی برای ارزیابی آسایش حرارتی به‌ویژه در محیط‌های بیرونی کافی نیست و سایر متغیرهای محیطی مانند میانگین دمای تابشی نیز باید در ارزیابی شرایط آسایش حرارتی در نظر گرفته شوند [٦٣].

بااین‌حال، برخی از محدوده‌های دمای هوا در مطالعات قبلی به‌عنوان منطقه آسایش حرارتی پیشنهادشده است. به‌عنوان‌مثال، بر اساس نمودار زیست اقلیم اولگیای[1]، دمای هوا بین ۲۱/۵ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد را می‌توان به‌عنوان شرایط آسایش تابستانی در عرض‌های جغرافیایی بین ۲۵ درجه و ۴۰ درجه شمالی در نظر گرفت [٦٤]. در یک مطالعه جدیدتر، شارمین و همکارانش دمای هوا را بین ۳۰ تا ۳۳ درجه سانتی‌گراد (در سایه)، به‌عنوان شرایط گرمایی مناسب تابستان در داکا، بنگلادش (عرض جغرافیایی ۲۳/۷۷ درجه شمالی) گزارش کردند [۱۳]. برای شهر

1. Olgyay

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]
[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

هنگ‌کنگ در چین (عرض جغرافیایی ۲۲/۳ درجه شمالی)، دمای هوا بین۱۵/۴ درجه سانتی‌گراد تا ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان محدوده آسایش حرارتی پیشنهادشده است [٦٥]. درحالی‌که محدوده دمای هوا بین۲۰/۷ درجه سانتی‌گراد تا ۲۹/۱ درجه سانتی‌گراد است. به‌عنوان محدوده دمای هوای راحت در آتن، یونان، (عرض جغرافیایی ۳۷/۹۸ درجه شمالی) گزارش شد [٦٦]. با توجه به شباهت‌های اقلیمی تهران با آتن (هر دو شهر در عرض جغرافیایی یکسان ۳۵-۳۷ درجه شمالی قرار دارند و در طبقه‌بندی اقلیمی کوپن به‌عنوان Csa طبقه‌بندی می‌شوند)، محدوده آسایش حرارتی آتن (۲۰/۷-۲۹/۱ درجه سانتی‌گراد) را نیز می‌توان به‌عنوان یک آسایش در نظر گرفت. منطقه در تهران این محدوده دما نیز با محدوده آسایش مشخص‌شده در نمودار زیست‌اقلیمی Olgyay مطابقت دارد.



نمودار ۵ حداکثر، حداقل و میانگین دمای هوا سناریوی A-۳ بین ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۹:۰۰ روز ۲۱ ژوئن

نتایج شبیه‌سازی سناریوی A-3 بین ساعت ۱۳:۰۰ و ۱۹:۰۰ روز ۲۱ ژوئن (نمودار شماره ۵) نشان می‌دهد که ظاهراً، حداکثر و حداقل دمای هوا در طول این دوره در محدوده آسایش (۲۰/۷ تا ۲۹/۱ درجه سانتی‌گراد) بود. بااین‌حال، باید توجه داشت که این محدوده دما فقط در شرایط «سایه کامل» راحت است. بنابراین، ازآنجایی‌که بسیاری از قسمت‌های محوطه در این مدت در معرض تابش مستقیم نور خورشید بودند، ارزیابی شرایط آسایش حرارتی در این ساعات با بررسی دمای هوا به‌تنهایی غیرممکن است. تجزیه‌وتحلیل شاخص‌های حرارتی ضروری است.

٤-٢-تجزیه‌وتحلیل PET

اگرچه محدوده‌های PET در سناریوی A-3 در شکل شماره ۵ ارائه‌شده است، آسایش حرارتی در فضای باز در طول روز بدون مقایسه نتایج با مقیاس‌های آسایش حرارتی قابل تجزیه‌وتحلیل نیست. مقیاس اولیه PET توسط ماتزاراکیس و مایر همزمان با توسعه این شاخص در سال ۱۹۹۶ پیشنهاد شد[٦٧] و از آن زمان در بسیاری از مقالات و مطالعات بین‌المللی مورداستفاده قرارگرفته است.اگرچه با توجه به لزوم استفاده از مقیاس‌های کالیبره شده شاخص‌های حرارتی برای مناطق مختلف، حق‌شناس و همکارانش در سال ۲۰۲۱ مقیاس اصلاح‌شده PET را برای تهران ارائه کردند [٦٨] ، که ممکن است مبنای مناسب‌تری برای تحلیل آسایش حرارتی در این شهر ارائه دهد. جدول ۱۳). بااین‌حال، برای اطمینان کامل از صحت نتایج، دامنه‌های PET هم با مقیاس تنش حرارتی بین‌المللی (اصلی) و هم با مقیاس اصلاح‌شده برای تهران مقایسه شد. نتایج در نمودار شماره ۶ نشان داده‌شده است.

شماره ۱۳. مقایسه مقیاس اصلی [٦٧] PET با مقیاس اصلاح‌شده PET برای تهران [٦٨]

دسته‌بندی تنش حرارتی	مقیاس PET اصلی (بین‌المللی)	مقیاس اصلاح‌شده PET برای تهران
خیلی سرد	4 >	1.9 >
سرد	8–4	4.9–1.9
سرد	13–8	8.7–4.9
کمی خنک	18–13	14.5–8.7
خنثی	23–18	26–14.5
کمی گرم	29–23	31.9–26
گرم	35–29	35.6–31.9
داغ	41–35	38.6–35.6
خیلی گرم	41 <	38.6 <

مقایسه حداقل، حداکثر، میانگین PET سناریوی A-3 با دسته‌بندی تنش حرارتی اصلی (نمودار شماره ۶-سمت چپ) نشان می‌دهد که به‌جز ساعت‌های ۱۵:۰۰ و ۱۶:۰۰، حداقل مقادیر PET در طول بقیه در محدوده خنثی بوده است. از ساعات بعدازظهر ۲۱ ژوئن. به‌عبارت‌دیگر، به‌جز ساعت ۱۵:۰۰ تا ۱۱۸:۰۰، حداقل یک مکان در داخل سایت یافت می‌شود که در بقیه روز در شرایط حرارتی خنثی است. بااین‌حال، اکثر بخش‌های منطقه در ساعات بعدازظهر در رده‌های «گرم» (ساعت ۱۳:۰۰ و ۱۷:۰۰) یا «بسیار گرم» (در ساعت‌های ۱۴:۰۰، ۱۵:۰۰ و ۱۶:۰۰) قرار داشتند. ۲۱ ژوئن که به‌عنوان شرایط ناخوشایند حرارتی محسوب می‌شوند. حداکثر مقدار PET در رده «بسیار گرم» بین ساعت ۱۴:۰۰ تا ۱۶:۰۰ بود که ناخوشایند است.

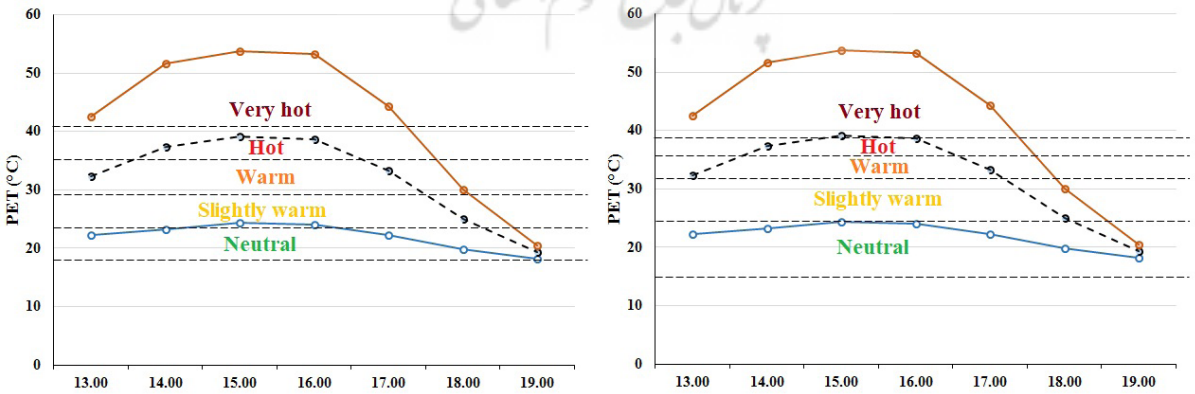
نمودار شماره ۶- سمت راست مقادیر میانگین، حداقل و حداکثر PET سناریوی A-3 را با طبقه‌بندی تنش حرارتی اصلاح‌شده برای تهران مقایسه می‌کند. طبق این نمودار حداقل مقادیر PET در تمام ساعات بعدازظهر ۲۱ ژوئن در محدوده خنثی بود. این بدان معناست که شخصی که فرصت حرکت در اطراف و تغییر مکان خود را دارد، می‌تواند حداقل یک مکان در سایت پیدا کند. که آسایش حرارتی را در تمام ساعات بعدازظهر ۲۱ ژوئن

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

جدول ۱۲ . تنظیمات شبیه‌سازی

	تاریخ				06.21.2020
تنظیمات زمانی	ساعت شروع				۱۳:۰۰
	ساعت اتمام				۱۷:۰۰
	طول مدت شبیه سازی (ساعت)				۶
شرایط اقلیمی درونی	سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری (m/s)				۵/۵
	جهت باد		۲۷۰درجه		
	طول زبری در سایت اندازه‌گیری				۰/۰۱
	دما (برحسب سانتی‌گراد)		حداقل: ۲۵/۳		حداکثر:۳۷/۳
	رطوبت (برحسب سانتی‌گراد)		حداقل: ۹		حداکثر:۲۳
شرایط مرزی boundary condition	نوع				(Simple forcing(standard
	دما (c)	حداقل	۲۵/۳	در ساعت	۶:۰۰
		حداکثر	۳۷/۳	در ساعت	۱۶:۰۰
	رطوبت نسبی(%)	حداقل	۹	در ساعت	۱۶:۰۰
		حداکثر	۲۳	در ساعت	۶:۰۰
ریز تنظیمات سفارشی شده	بخش آلودگی(pollutant) *سایر ریز تنظیمات به صورت پیش فرض برنامه				
تنظیمات آلودگی Pollutants					
حالت کاربری	چند آلاینده				
فرایند شیمیایی	فقط رسوب				
نوع آلاینده	Pm				
قطر آلاینده(μ m)	۲/۵				
تراکم ذره (g/cm^3)	۱				



نمودار ٦. حداکثر، حداقل و میانگین PET سناریوی A-۳ بین ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۹:۰۰ روز ۲۱ ژوئن در مقایسه با تنش حرارتی بین‌المللی (سمت چپ) و مقیاس اصلاح‌شده برای تهران (راست)

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

فراهم می‌کند. دقیقاً مشابه تجزیه‌وتحلیل انجام‌شده با استفاده از مقیاس بین‌المللی، «گرم» (۱۳:۰۰ و ۱۷:۰۰) و «بسیار گرم» (۱۴:۰۰، ۱۵:۰۰، و ساعت ۱۶:۰۰) دسته‌ها بیشترین فراوانی را در سایت داشتند. حداکثر مقدار PET نیز در رده «بسیار گرم» از ساعت ۱۴:۰۰ تا ۱۶:۰۰ بود. بااین‌حال، پس از غروب خورشید، حداکثر مقدار PET در ساعت ۱۸:۰۰ وارد دسته «کمی گرم» می‌شود و در ساعت ۱۹:۰۰ وارد منطقه خنثی می‌شود.

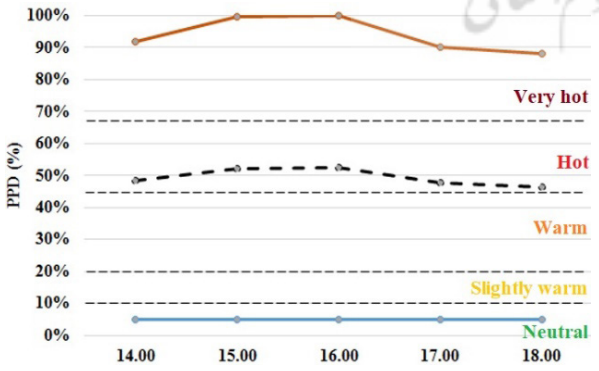
٤-۳. تجزیه‌وتحلیل PPD

مقیاس‌های ارزیابی متفاوتی برای طبقه‌بندی درصد نارضایتی حرارتی پیشنهاد شد. یکی از رایج‌ترین طبقه‌بندی‌ها که مبنای تعریف آسایش حرارتی نیز می‌باشد، به آسایش حرارتی به شرایطی اشاره می‌کند که در آن حداقل ۸۰ درصد افراد از محیط حرارتی رضایت دارند (PPD ≤ 20%). استاندارد ISO 7730 سه دسته "PPD ≤ 6%"، "PPD ≤ 10%" و "PPD ≤ 15%" را به‌عنوان محدودیت‌های PPD قابل‌قبول در دسته‌های مختلف داخلی ساختمان در نظر می‌گیرد [۷۱]. بااین‌حال، طبقه‌بندی PPD در خارج از ساختمان متفاوت است. بر اساس دو مطالعه اخیر[۶۸] [۶۹]، دمای خنثی در فضاهای بیرونی به‌عنوان شرایط حرارتی تعریف می‌شود که در آن رضایت حرارتی بیشتر از ۹۰٪ (یا نارضایتی حرارتی کمتر از ۱۰٪ است). به‌طور مشابه، دسته «کمی گرم» با رضایت حرارتی ۸۰٪ - ۹۰٪ (نارضایتی حرارتی ۱۰٪ - ۲۰٪) تعریف می‌شود، دسته «گرم» زمانی رخ می‌دهد که رضایت حرارتی بین ۵۶/۷٪ و ۸۰٪ باشد (نارضایتی حرارتی بین ۲۰٪ - ۴۳/۳٪، در رده «گرم» رضایت حرارتی ۳۳/۳٪ - ۵۶/۷٪ (نارضایتی حرارتی ۴۳/۳٪ - ۶۶/۷٪ است). درنهایت، رضایت حرارتی کمتر از ۳۳/۳٪ (نارضایتی حرارتی بیش از ۶۶/۷٪) دسته «بسیار گرم» را تعریف می‌کند. این مقادیر در جدول شماره ۱۴ خلاصه‌شده است.

جدول ۱۴. طبقه‌بندی تنش حرارتی بر اساس درصد رضایت حرارتی معادل PPD آن‌ها [۶۸]

دسته‌بندی تنش حرارتی	درصد رضایت حرارتی	مقدار PPD
خنثی	90% >	10%
کمی گرم	90% - 80%	20% - 10%
گرم	80% - 56.7%	43.3% - 20%
داغ	56.7 - 33.3%	66.7% - 43.3%
خیلی گرم	33.3% >	66.7%

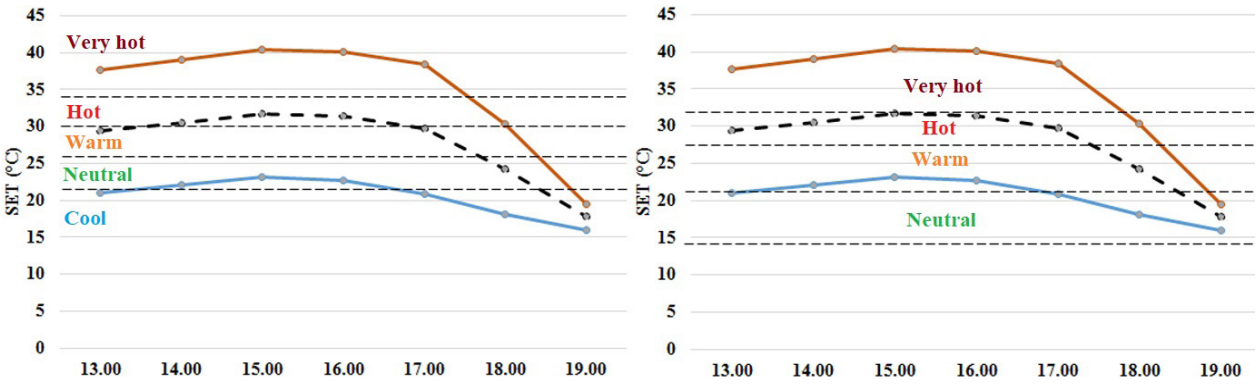
با توجه به نمودار شماره ۶ می‌توان دریافت که در ساعت ۱۵:۰۰ و ۱۶:۰۰ روز ۲۱ ژوئن، نارضایتی حرارتی در بخش‌های قابل‌توجهی از منطقه سایت بالاتر از ۹۰٪ است. این افزایش بیش‌ازحد در نارضایتی حرارتی را می‌توان به ماهیت اغراق‌آمیز شاخص PPD نسبت داد. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، شاخص PPD بر اساس مقدار PMV محاسبه می‌شود. با این حال، در مطالعات قبلی نشان داده شد که استفاده از PMV برای ارزیابی آسایش حرارتی در فضای باز منجر به نتایج اغراق‌آمیز می‌شود. به‌طوری‌که PMV آرای احساسات واقعی را با فاکتورهای ۱/۶ تا ۱/۸ بیش‌ازحد برآورد می‌کند [۶۳]. حداقل، حداکثر و میانگین مقادیر PPD از سناریوی A-3 بین ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۹:۰۰ در ۲۱ ژوئن در مقایسه با طبقه‌بندی تنش حرارتی در فضای باز در نمودار شماره ۷ مشخص‌شده است. نتایج با نتایج به‌دست‌آمده در قبلی مطابقت دارد. بخش‌های این نمودار نشان می‌دهد که حداقل PPD در تمام ساعات بعدازظهر ۲۱ ژوئن در شرایط راحت بوده است، که نشان می‌دهد حداقل یک نقطه با شرایط آسایش خنثی را می‌توان در منطقه سایت در تمام این ساعات یافت. شخصی که با تغییر مکان خود فرصت سازگاری با محیط را دارد، می‌تواند در تمام ساعات بعدازظهر این روز حداقل یک نقطه با شرایط خنثی پیدا کند. درعین‌حال، شرایط «گرم» بیشترین فراوانی را در مناطق سایت داشت، درحالی‌که حداکثر مقادیر PPD در رده «بسیار گرم» در ساعات شبیه‌سازی‌شده بود. مقادیر شدید PPD در این ساعات را می‌توان به ماهیت اغراق‌آمیز شاخص PPD در ارزیابی آسایش حرارتی در فضای باز که توسط هادیان پور و همکاران ذکر شد [۶۳] نسبت داد، اما نتایج PPD با نتایج به‌دست‌آمده ناسازگار بود. با تجزیه‌وتحلیل دمای هوا و PET در بخش‌های قبل که نشان‌دهنده شرایط حرارتی ناراحت‌کننده در اکثر نقاط سایت است. این نتایج نشان می‌دهد که توجه به فرم و موقعیت ساختمان‌ها نمی‌تواند تضمین‌کننده آسایش حرارتی در فضای باز باشد و در نظر گرفتن سایر پارامترها (مانند ایجاد سایه، استفاده از فضای سبز، درصد بازتاب نور و ...) نیز برای دستیابی به آسایش حرارتی ضروری است.



نمودار ۷. حداکثر، حداقل و میانگین مقادیر PPD سناریوی A-3 بین ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۹:۰۰ روز ۲۱ ژوئن در مقایسه با دسته‌بندی تنش حرارتی

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]



نمودار ۸. حداکثر، حداقل و میانگین SET* سناریوی A-3 بین ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۹:۰۰ روز ۲۱ ژوئن در مقایسه با تنش حرارتی بین‌المللی (سمت چپ) و مقیاس اصلاح‌شده برای تهران (راست)

٤-٤. تجزیه‌وتحلیل SET*

مقیاس ارزیابی اولیه SET* [۷۰] در مقایسه با مقیاس اصلاح‌شده آن برای تهران پیشنهادشده توسط حق‌شناس و همکاران [٦٨] در جدول شماره ۱۵ ارائه‌شده است. لازم به ذکر است که اساس طبقه‌بندی تنش حرارتی در این دوطبقه بندی مقیاس ۷ نقطه‌ای ASHRAE بود. این دو مقیاس در شکل ۱۳ با مقادیر SET* سناریوی A-3 مقایسه شدند.

جدول ۱۵. مقیاس ارزیابی اصلی [۷۰] در مقابل مقیاس اصلاح‌شده SET* برای تهران[۶۸]

دسته‌بندی تنش حرارتی	* مقیاس SET اصلی	* مقیاس اصلاح‌شده SET برای تهران
خیلی سرد	14.5 >	5.7 >
سرد	17.5–14.5	10–5.7
سرد	22.2–17.5	14.3–10
خنثی	25.6–22.2	22.8–14.3
گرم	30.0–25.6	27.3–22.8
داغ	34.5–30.0	32.8–27.3
خیلی گرم	34.5 <	32.8 <

مقایسه مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین SET* در سناریوی A-3 از ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۹:۰۰ در ۲۱ ژوئن، با دسته‌های تنش حرارتی اولیه SET* (نمودار شماره ۸) نشان می‌دهد که حداقل SET* مقادیر در ۱۳:۰۰، ۱۷:۰۰، ۱۸:۰۰، و ۱۹:۰۰ و حتی حداکثر مقادیر SET* در ساعت ۱۹:۰۰، زیر محدوده خنثی اصلی SET* (۲۲٫۲ درجه سانتی‌گراد) هستند و در رده تنش حرارتی «خنک» قرار داشتند. اما با توجه به اینکه شبیه‌سازی‌ها در ساعات بعدازظهر یکی از گرم‌ترین روزهای سال در تهران انجام‌شده است، این موضوع درست به نظر نمی‌رسد. بر این اساس، این با نتایج به‌دست‌آمده توسط حق‌شناس و همکاران [٦٨] مطابقت دارد. آن‌ها مقیاس اصلی SET* را برای ارزیابی شرایط حرارتی فضای باز در تهران نامناسب یافتند و نیاز به استفاده از مقیاس اصلاح‌شده SET* را برای تحلیل آسایش در فضای باز در این شهر تشدید کرد.

نمودار شماره ۸-سمت چپ مقادیر میانگین، حداقل و حداکثر SET* سناریوی A-3 را از ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۹:۰۰ در ۲۱ ژوئن با مقیاس اصلاح‌شده SET* تهران مقایسه می‌کند. مطابق نمودار شماره ۸-راست، حداقل مقادیر SET* در ساعت ۱۳:۰۰، ۱۷:۰۰، ۱۸:۰۰ و ۱۹:۰۰ در محدوده خنثی قرار داشت که نشان می‌دهد به‌جز ۱۴:۰۰، ۱۵:۰۰ و ساعت ۱۶:۰۰، در ساعات بعدازظهر دیگر ۲۱ ژوئن، حداقل یک نقطه با دمای خنثی را می‌توان در منطقه سایت یافت. اگر طراحی سایت به کاربران اجازه دهد تا با محیط سازگار شوند، کاربر مفروض می‌تواند با تغییر مکان خود حداقل یک نقطه با دمای خنثی پیدا کند. این نتیجه از نتیجه تجزیه‌وتحلیل PET، PPD و دمای هوا در قسمت‌های قبلی پیروی می‌کند.

نمودار شماره ۸-راست همچنین نشان می‌دهد که حداکثر مقادیر SET* در محدوده «بسیار گرم» از ساعت ۱۳:۰۰ تا ۱۷:۰۰ بوده است، درحالی‌که بیشتر مناطق سایت در این ساعات در محدوده «گرم» قرار دارند. تنها در ساعات پایانی بعدازظهر (پس از غروب خورشید) که حداکثر SET* در منطقه خنثی بود.

این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه‌وتحلیل شاخص‌های PET و PPD در دو بخش قبل است و ناکافی بودن توجه صرف به گونه‌شناسی ساختمان را در دستیابی به آسایش حرارتی در فضای باز نشان می‌دهد.

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]
[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

٤-٥. تحلیل مؤلفه‌های فرمی در شاخص‌های آسایش حرارتی

با توجه به نتایج حاصل از شبیه‌سازی، نقش مؤلفه‌های فرمی را در تغییر شرایط آسایش بدین‌صورت است:

در گروه A نه مکعب جداشده در کنار هم چیده شده است که ابعاد عرض و طول مکعب‌ها در هر سه سناریو یکسان هست؛ و تنها مؤلفه ارتفاع تغییر کرده است در سناریو اول ارتفاع هر ۹ بلوک ثابت و ۱۲ است در سناریو دو ارتفاع چهار بلوک در بخش شمال غربی کاهش و ۱۰ است. در سناریو سه نیز ارتفاع پنج بلوک در جبهه شمالی و غربی افزایش‌یافته و عدد ۱۴ است. مطابق تنظیمات شبیه‌سازی و موقعیت تهران در نیم‌کره‌شمالی، در ساعات بعدازظهر خورشید در جبهه جنوب غربی تا غرب و در زمان انقلاب تابستانی از شمال غربی در ساعات پایانی روز و زمان غروب نیز تابش دارد بنابراین انتظار می‌رود در سناریو دوم گروه A با کاهش ارتفاع در جبهه شمالی و غربی سایه‌اندازی کاهش یابد و در سناریو سه با افزایش ارتفاع‌ها سایه‌اندازی هنگام غروب در محوطه افزایش یابد اما با توجه به نتایج شرایط آسایش در هر دو سناریو دوم و سوم به نسبت سناریو اول بهتر است و در همه شاخص‌ها سناریو دو و سه نتایج کمتر و مطلوب‌تری را نشان می‌دهد. بنابراین به نظر می‌رسد ارتفاع در یک سناریو تأثیر عکس و در دیگری تأثیر مستقیم داشته است سایر مؤلفه‌های فرم را در این سناریو به علت چیدمان یکسان و ثابت بودن عرض و طول نمی‌توان موردبررسی قرارداد. البته این موضوع حائز اهمیت است که نقش سایه‌اندازی و جریان هوا در ایجاد شرایط آسایش حرارتی پررنگ است و به‌صورت کلی سناریوهای دو و سه گروه A نسبت به سایر گروه‌ها در شرایط بهتری قرار دارند.

گروه B شامل چهار بلوک L شکل درون‌گراست. در گروه B شش سناریو وجود دارد که در هر شش سناریو عرض و طول و نوع چیدمان ثابت است و تنها ارتفاع تغییر کرده است. در سناریو اول ارتفاع هر چهار بلوک ۱۲ است و در پنج سناریو دیگر ارتفاع‌ها بلوک‌ها دوبه‌دو ۱۲ و ۱۶ است. در سناریو دوم ارتفاع بلوک‌ها شمالی بیشتر، در سناریو سوم ارتفاع بلوک‌های غربی و در سناریو شش ارتفاع سناریوهای جنوبی بیشتر است. در این سه سناریو با افزایش ارتفاع و جابجایی دو بلوک با ارتفاع بیشتر در سه جبهه در معرض تابش سایه‌اندازی جابجا شده است و در سناریو چهار و پنج دو بلوک روبروی یکدیگر ارتفاع یکسان دارند در سناریو چهار دو بلوک شمال غربی و جنوب شرقی و در سناریو پنج دو بلوک شمال شرقی و جنوب غربی ارتفاع ۱۶ دارند. با توجه به نتایج شبیه‌سازی در هر ۶ سناریو نتایج شاخص‌های مختلف آسایش حرارتی تقریباً یکسان و اختلاف اندکی با یکدیگر دارند یکی از دلایل آن نوع چیدمان یکسان بلوک‌ها است که سبب شده بخشی از محوطه در بین بلوک‌ها همیشه در معرض آفتاب باشد. بااین‌وجود در سناریو دوم درحالی‌که دو بلوک جنوبی ارتفاع ۱۲ و دو بلوک شمالی ارتفاع ۱۶ دارند مقادیر شاخص‌های آسایش مقداری کمتر است. این در حالی است که در گروه A باوجود تفاوت اندک سناریو دو و سه، سناریو سوم شرایط بهتری ازنظر آسایش حرارتی دارد و در این سناریو میز ارتفاع بلوک‌های ناحیه شمالی افزایش داشت.

اما در هر دو گروه به توجه به چیدمان یکسان و عرض و طول ثابت و با تغییر مؤلفه ارتفاع نسبت مشخصی بین تغییر ارتفاع و شرایط آسایش نمی‌توان رسید و همچنان می‌توان بیان کرد که گروه A وضعیت مطلوب‌تر است و دلیل آن پراکندگی و نوع چیدمان بلوک‌ها در محوطه است.

همچنین با بررسی این دو گروه به نظر می‌آید که در چیدمان‌هایی که ارتفاع در جبهه شمالی بیشتر است شرایط آسایش بهتری فراهم‌شده است.

در گروه C فرم‌های U شکل به صورت‌های مختلف و در جهت‌های متفاوت در محوطه قرارگرفته‌اند و طول، عرض و ارتفاع یکسانی دارند. شاخص‌های مختلف در بین سناریوهای این گروه نیز اختلاف کمی دارند بااین‌وجود سناریو اول از شرایط مطلوب‌تری برخوردار است. در این سناریو دو بلوک U در روبروی یکدیگر قرارگرفته‌اند درحالی‌که در سایر سناریوها تنها یک بلوک U شکل در جهات مختلف قرارگرفته است. بنابراین در سناریو اول بخش بیشتری از محوطه در سایه قرار دارد. بنابراین شاخص‌های آسایش حرارتی عدد کمتری را برای این سناریو نسبت به سایر سناریوها نشان می‌دهد. همچنین با توجه به نتایج مطلوب‌تر ارتفاع بیشتر جبهه شمالی در سناریوهای دو گروه A و B انتظار می‌رفت در سناریو چهارم گروه C نیز نسبت به دو سناریو دو و سه این گروه شرایط بهتر می‌بود درصورتی‌که شرایط به این صورت نبود و جبهه شمالی با ارتفاع بیشتر همواره شرایط بهتری را فراهم نمی‌کند.

با مقایسه این سه گروه آنچه حاصل می‌شود این است که تغییر ارتفاع و تغییر جهت در یک الگو فرمی و چیدمان تأثیر بسزایی در شرایط آسایش نداشته است بلکه آنچه اهمیت دارد تأثیر فرم هر گروه در فاصله چیدمان در یک محوطه است.

در گروه D چیدمان سه نوار بلوک با دو جهت مختلف و ارتفاع‌های متفاوت انجام‌شده است. در سناریو یک تا سه جهت نوارها شرقی غربی و در سناریو چهار تا شش چیدمان به‌صورت شمالی جنوبی است. در دو سناریو اول هرکدام از جهت‌های چیدمان یعنی سناریو اول و چهارم ارتفاع هر سه نوار ۱۲ و در سناریو بعدی ارتفاع نوارها کاهش‌یافته به صورتی که نوار میانی ارتفاع بیشتر و ۱۰ در دو نوار دو طرف ارتفاع ۸ دارند و در سناریوهای سه و

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

شش ارتفاع افزایش‌یافته است و نوار میانی ۱۶ و دو نوار دو طرف ارتفاع ۱۴ است.

به‌صورت کلی شرایط آسایش در چیدمان شرقی غربی بهتر است اما در سناریو شش و با چیدمان شمالی جنوبی نیز شرایط آسایش نزدیک به سناریو اول و سوم این گروه است. در هر دو حالت چیدمان با کاهش ارتفاع در سناریوهای دو و پنج شاخص‌های آسایش حرارتی افزایش‌یافته بنابراین ارتفاع کمتر در این گروه سبب عدم مطلوبیت شرایط آسایش شده است این در حالی است که مطلوب‌ترین شرایط در هر دو جهت چیدمان بلوک‌هایی با ارتفاع بیشتر هستند. در این گروه با توجه به نوع چیدمان بخش‌های زیادی از محوطه در سایه قرار دارد که با افزایش ارتفاع و جهت تابش به بهتر شدن شرایط کمک کرده است.

بنابراین همچنان با توجه به تحلیل گروه‌های A,B,C,D از بین مؤلفه‌های ارتفاع، جهت و نوع چیدمان در افزایش آسایش حرارتی بیشترین تأثیر را نوع چیدمان بلوک‌ها دارد و عوامل ارتفاع و جهت به ترتیب نقش دارند. که افزایش ارتفاع در نوع چیدمانی که بخشی از محوطه در سایه قرار نگرفته است کمک می‌کند و زمانی که بخش زیادی از محوطه با توجه به چیدمان در سایه قرار دارد ارتفاع تأثیر محسوسی در بهتر شدن شرایط آسایش نخواهد داشت و حتی سبب کاهش جریان باد خواهد شد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این مطالعه تأثیر انواع مختلف ساختمان بر دستیابی به آسایش حرارتی در فضای باز را بررسی کرد. ۲۲ سناریو در شش گروه مطالعه شامل A) ۹ مکعب جداگانه، B) چهار بلوک L شکل درون‌گرا، C) U شکل، D) سه نوار افقی/عمودی، E) حیاط مرکزی و F) L شکل طبقه‌بندی شدند. این سناریوها با استفاده از نرم‌افزار ENVI-met شبیه‌سازی شدند. نتایج نشان داد که «نه مکعب جداشده» (سناریوهای گروه «A») و به‌ویژه سناریوی A-3 (نه مکعب جداشده، درحالی‌که مکعب‌های شمالی و غربی ۱۴ متر ارتفاع داشتند و سایر مکعب‌ها ۱۲ متر ارتفاع داشتند) حرارت بهتری را در فضای باز ارائه می‌کنند. عملکرد بهتر سناریوی A-3 در ارائه آسایش حرارتی در فضای باز را می‌توان به توزیع بلوک‌های ساختمانی در این سناریو نسبت داد که از ایجاد فضاهای باز بدون سایه بزرگ در داخل سایت جلوگیری کرد. سایه‌ای که توسط بلوک‌های ساختمانی ایجاد می‌شود از افزایش بیش‌ازحد دما در ساعات بعدازظهر تابستان جلوگیری می‌کند. لازم به ذکر است که با توجه به نتایج این مطالعه نباید از سایر سناریوها غافل شد.

با توجه تحلیل‌های صورت گرفته عامل نوع چیدمان در محوطه به علت مساحت سایه‌اندازی مهم‌ترین عامل تأثیرگذار و بعدازآن عوامل ارتفاع و عرض در فرم بلوک‌ها سبب تغییر شرایط آسایش حرارتی می‌شوند به این صورت که با افزایش ارتفاع و عرض در چیدمانی که مساحت سایه‌اندازی کم است، شرایط آسایش حرارتی بهتر می‌شود. اما در شرایطی که با توجه به نوع چیدمان، مساحت سایه‌اندازی در محوطه مطلوب است تأثیر افزایش مؤلفه‌های عرض و ارتفاع در ایجاد شرایط آسایش حرارتی باید مجدداً موردبررسی قرار بگیرد.

مقایسه شاخص‌های حرارتی سناریوی A-3 با مقیاس‌های آسایش حرارتی اصلی و اصلاح‌شده نشان داد که حداقل مقادیر شاخص‌های حرارتی تقریباً در تمام ساعات بعدازظهر ۲۱ ژوئن در محدوده خنثی بوده و نشان می‌دهد که در تمام این ساعات، حداقل یک نقطه با شرایط آسایش خنثی را می‌توان در منطقه سایت یافت. فرض کنید طراحی سایت فرصت‌های تطبیقی را برای کاربران فراهم می‌کند. در آن صورت، عابران پیاده‌ای که می‌توانند مکان خود را در سایت تغییر دهند، می‌توانند حداقل یک نقطه با دمای خنثی را در ساعات بعدازظهر ۲۱ ژوئن بیابند. بااین‌حال، نتایج همچنین شرایط حرارتی نامناسب در اکثر مناطق سایت را در ساعات بعدازظهر ۲۱ ژوئن نشان داد. از این سناریو ازآنجایی‌که سناریوی A-3 بهترین شرایط حرارتی را در میان مطالعات موردی شبیه‌سازی‌شده ارائه می‌کند، می‌توان چنین استنباط کرد که شرایط حرارتی در سناریوهای دیگر رضایت‌بخش نبود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تغییر نوع شناسی ساختمان برای تأمین آسایش حرارتی فضای باز شهر تهران کافی نیست و به‌کارگیری راهکارهای دیگری مانند درخت/پوشش گیاهی، آلبیدوی مصالح خارجی (درصد بازتاب نور از سطح مصالح خارجی)، استفاده از مصالح نفوذپذیر آب برای جاده‌ها و ... می‌باشد. برای ایجاد شرایط حرارتی مناسب در فضاهای بیرونی تهران ضروری است.

Refrences

1. Zulfiqari, Parisa, and Azam Sadat, Razavizadeh (1401). Presenting biophilic architectural strategies compatible with the climate using the analysis of climatology factors; Case study: Qom city. Scientific Journal of Architecture Boutique, (7)2, 115-134.
2. Qabadian, Vahid, Faiz Mahdavi, Mohammad (1384). Climate design, theoretical principles and implementation of energy use in buildings. Tehran: Tehran University Press.
3. Watson, Donald, Lees, Kenneth (2008). Climate design, theoretical and practical principles of energy use in buildings. Translated by Vahid Qabadian and Mohammad Faiz Mahdavi, 11th edition, Tehran: Tehran University Press.
4. Jodet, Mohammad Reza (2010). Sustainable

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

Heat in courtyards: A validated and calibrated parametric study of heat mitigation

15. 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 and dry climate. Build Environ;41:94-108.

16. Yezioro A, Capeluto IG, Shaviv E. (2006). Design guidelines for appropriate insolation of urban squares. Renew Energy;31:1011-23.

17. Berkovic S, Yezioro A, Bitan A. (2012) Study of thermal comfort in courtyards in a hot arid climate. Sol Energy;86:1173-86

18. Ali-Toudert F., Mayer, H. (2006). Thermal comfort in an east-west oriented street canyon in Freiburg (Germany) under hot summer conditions. Theor. Appl. Climatol. (in press).

19. Johansson E. (2006) Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: a study in Fez, Morocco. Build Environ;41:1326-38

20. Bourbia, F, Boucheriba, F (2010). Impact of street design on urban microclimate for semi arid climate (Constantine). Renewable Energy, Volume 35, Issue 2, February 2010, Pages 343-347.

21. Erell, E, et al (2012). Urban microclimate: designing the spaces between buildings, Routledge.

22. Taleghani, Mohammad, Kleerekoper, Laura & Martin Tenpierik & Andy van den Dobbelsteen (2015). Outdoor thermal comfort within five different urban forms in the Netherlands. Building and Environment, Volume 83, January 2015, Pages 65-78.

23. Bosselmann, T, Menke, P (1994). Intrinsic temperature compensation of magnetooptic AC current transformers with glas ring sensor head. OFS (10) Conf, Proc, SPIE, vol. 2360, pp. 20-23.

24. Dalman, Masoud, Salleh, Elias (2011) Microclimate and Thermal Comfort of Urban Forms and Canyons in Traditional and Modern Residential Fabrics in Bandar Abbas, Iran. Modern Applied Science, Vol. 5, No. 2, 43-56.

25. Krüger,E.L, Minella, F.O, Rasia, F (2011). Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. Building and Environment, Volume 46, Issue 3, March 2011, Pages 621-634

26. Noori Kakon, Anisha, Mishima, Nobuo (2012). An Evaluation of Increasing Building Height in Respect of Thermal Climate in a High Density City Architecture. Iranian Architecture Quarterly, No. 5, 5-18.

5. Bahraini, Seyyed Hossein (2012). Urban design process. Second edition, Tehran: Tehran University Press.

6. Shakibaei, Siamak and Sanaz, Saidi Mofard (1400). The impact of urban microclimates on environmental comfort in public open spaces. Case study: Shahada Square, Mashhad. Scientific Journal of Urban Studies, (40)10, 59-72.

7. Ratti, Carlo, Raydan, Dana & Steemers, Koen (2003). Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate. Energy and Buildings, 35, 49–5.

8. Targhi, M. Z., & Van Dessel, S. (2015). Potential Contribution of Urban Developments to Outdoor Thermal Comfort Conditions: The Influence of Urban Geometry and Form in Worcester, Massachusetts, USA. Procedia Engineering, 118, 1153-1161. Doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.457

9. Middel, Ariane, Häb, Kathrin, Anthony J. Brazel & Chris A. Martin & Subhrajit Guhathakurta (2014). Impact of urban form and design on mid-afternoon microclimate in Phoenix Local Climate Zones. Landscape and Urban Planning, Volume 122, February 2014, Pages 16-28.

10. Horrison, E., & Amirtham, L. (2016). Role of Built Environment on Factors Affecting Outdoor Thermal Comfort-A Case of T. Nagar, Chennai, India. Indian Journal of Science and Technology, 9(5).

11. Naini's truth, Gholamreza, Fayaz, Rima, Beghar, Behrouz (2016). Achieving thermal comfort in public spaces using the step-by-step simulation method, case study: a neighborhood unit in Imam Khomeini Lar. Publication: Letter of Architecture and Urban Planning, Volume: 11, Number: 21, Pages: 77-100.

12. Andreou, E (2013). Thermal comfort in outdoor spaces and urban and urban canyon microclimate. Renewable energy, 55, 182-188

13. Sharmin, Tania ,Steemers, Koen & Matzarakis, Andreas (2015). Analysis of microclimatic diversity and outdoor thermal comfort perceptions in the tropical megacity Dhaka, Bangladesh. Building and Environment, Volume 94, Part 2, December 2015, Pages 734-750

14. Taleghani, Mohammad,Tenpierik, Martin, Dobbelsteen, Andy van den, Sailor, David J. (2014).

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

Hashem (2010). Investigating and feasibility of the effect of the form and density of residential blocks on the city's energy consumption, a case study of the new city of Hashtgerd. Utopia Architecture and Urbanism, 4(6), 107-116.

36. Ali Akbari, Hojjat (2012), Morphological analysis of urban fabric with the energy efficiency approach of a case study: Yazd city, Master's thesis, Isfahan University of Arts, Faculty of Architecture and Urban Planning.

37. Menshizadeh, Rahmatullah; Hosseini, Ibrahim; stove, oven; Shabani, Hamida (2012). Thermal comfort and the effect of the height of buildings on the microclimate of urban spaces, a case study of Shahrdari Street in Tehran (between Tajrish Square and Quds Square). Amish Environment, No. 20, 109-126.

38. Hajipour, Khalil and Narjes Forozan (2013), Investigating the effect of city form on the amount of functional energy consumption in the residential sector, case example: Shiraz city, Fine Art Journal, Volume 19, Number 4, 17-26

39. Madanipour, a. (ed.). (2013). Whose public space?: international case studies in urban design and development. Routledge.

40. Li, j., & liu, n. (2020). The perception, optimization strategies and prospects of outdoor thermal comfort in china: a review. Building and environment, 170, 106614.

41. Kamel, e., sheikh, s., & huang, x. (2020). Data-driven predictive models for residential building energy use based on the segregation of heating and cooling days. Energy, 206, 118045.

42. Alghamdi, s., tang, w., kanjanabootra, s., & alterman, d. (2022). Effect of architectural building design parameters on thermal comfort and energy consumption in higher education buildings. Buildings, 12(3), 329.

43. Kumar, p., & sharma, a. (2020). Study on importance, procedure, and scope of outdoor thermal comfort–a review. Sustainable cities and society, 61, 102297.

44. Esfrizi, Maryam, Gandhamkar, Amir (2019). The role of sustainable energy in urban design and construction (case study: Khomeini Shahr). Journal of Geographical Sciences (Applied Geography), Volume 16, Number 33, Spring and Summer 2019, Pages 75-84.

45. Lau, k. K. L., tan, z., morakinyo, t. E., & ren, c. (2021). in South Asia Using Numerical Modeling. Journal of Asian Architecture and Building Engineering 406-401:(2)8

27. Yang, Jun,Li, Shihua,Su a, Jinya, Yu b, Xinghuo (2013). Continuous nonsingular terminal sliding mode control for systems with mismatched disturbances. Automatica, Volume 49, Issue 7, July 2013, Pages 2287-2291.

28. Elnabawi, Mohamed H, Neveen Hamza & Steven Dudek (2014). Numerical modelling evaluation for the microclimate of an outdoor urban form in Cairo, Egypt. HBRC (Housing and Building National Research Center) Journal, VOLUME 11, Issue 2, 246-251.

29. Sanaieian, Haniyeh, Tenpierik, Martin & Kees van der Linden & Fatemeh Mehdizadeh (2014). Review of the impact of urban block form on thermal performance, solar access and ventilation. Renewable and Sustainable Energy Reviews 560–38:551.

30. Zabeti Targhia, Milad, Van Dessel, Steven (2015). Potential contribution of urban developments to outdoor thermal comfort conditions: The influence of urban geometry and form in Worcester, Massachusetts, USA. International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction, Procedia Engineering 118 (2015) 1153 – 1161.

31. Xuan, Yingli, Yang, Guang & Qiong Li & Akashi Mochida (2016). Outdoor thermal environment for different urban forms under summer conditions. Building Simulation, 9(3).

32. Behzadfar, Mustafa, Menaam, Alireza (2009). The effect of sky view coefficient on the thermal comfort of urban open space users, a survey of selected parks in Tehran. Uranshahr, No. 3 (5), 23-34

33. Rezazadeh, Razieh, Aghajan Biglo, Emad (2009). Proposed pattern for stacking in row residential plots, comparative study of two stacking patterns in residential blocks with thermal comfort criteria. Journal of Architecture and Urbanism, 4(7), 165-184.

34. Mahmoudi, Amir Masoud, Seyedeh Nada, Qazizadeh and Menam, Alireza (1389). The effect of design on the thermal comfort of the open space of residential communities (case study: phase three of Akbatan residential complex). Journal of Fine Arts, 2(42), 59-70.

35. Rafiyan, Mojtabi, Fatah Jalali, Arman, Dadashpour,

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

55. Ketterer, Christine, Matzarakis, Andreas (2015). Comparison of different methods for the assessment of the urban heat island in Stuttgart, Germany.International Journal of Biometeorology, volume 59, pages1299–1309.

56. Wang, Yupeng, Akbari, Hashem (2015). The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal. Sustainable Cities and Society, Volume 27, Pages 122-128.

57. Jänicke, Britta , Meier, Fred, Hoelscher, Marie-Therese, and Dieter Scherer (2015). Evaluating the Effects of Façade Greening on Human Bioclimate in a Complex Urban Environment. Advances in Urban Biometeorology, Volume 2015.

58. Lee, J., Kim, J., & Choi, J. Y. (2018). The adoption of virtual reality devices: The technology acceptance model integrating enjoyment, social interaction, and strength of the social ties. Telematics and Informatics. https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.12.006

59. Salata, F., et al. (2015). How high albedo and traditional buildings' materials and vegetation affect the quality of urban microclimate. A case study. Energy and Buildings, 99, 32-49. doi: 10.1016/j.enbuild.2015.04.010

60. Nasrollahi, Nazanin, Hatami, Zhila, Taleghani, Mohammad (2017). Development of outdoor thermal comfort model for tourists in urban historical areas; A case study in Isfahan. Building and Environment, Volume 125, Pages 356-372.

61. Cortes, Aiza, Jesfel Rejuso, Arnold, Justine Ace Santos, Blanco, Ariel (2022). Evaluating mitigation strategies for urban heat island in Mandaue City using ENVI-met. Journal of Urban Management, Volume 11, Issue 1, Pages 97-106.

62. Faragallah, Riham Nady,Ragheb, Riham A. (2022). Evaluation of thermal comfort and urban heat island through cool paving materials using ENVI-Met. Ain Shams Engineering Journal, Volume 13, Issue 3, 101609.

63. Hadianpour, Mohammad, Mahdavinejad, Mohammadjavad, Bemanian, Mohammadreza, Haghshenas, Mohammad, Kordjamshidi, Maria (2018). Effects of windward and leeward wind directions on outdoor thermal and wind sensation in Tehran. Building and Environment, Volume 150, Pages 164-180.

64. Olgyay, Victor (1963). Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton University Press, Princeton. Open Outdoor thermal comfort in urban environment: assessments and applications in urban planning and design. Springer.

46. Shang, c. (2022). Simulating the impact of urban morphology on energy demand in blocks-a case study of dwellings in nanjing.

47. Yang, j., yang, y., sun, d., jin, c., & xiao, x. (2021). Influence of urban morphological characteristics on thermal environment. Sustainable cities and society, 72, 10304

48. Farrokhi, Maryam; Yazidi, Mohammad Saeed; Karimi, consultant, Mehrdad (2017). Analysis of energy efficiency in hot and dry climate urban tissue models, case example: Isfahan city. Two Quarterly Journals of Iranian Architecture, No. 13, 127-147.

49. Aflaki, A., Mirnezhad, M., Ghaffarianhoseini, Amirhosein, Ghaffarianhoseini, Ali, Omrany, H., Wang, Z.H., Akbari, H.,)2017(. Urban heat island mitigation strategies: A state-of-the-art review on Kuala Lumpur, Singapore and Hong Kong. Cities 62, 131–145. https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.003

50. Simon, Helge, Lindén, Jenny, Hoffmann, David, Braun, Peter, Bruse, Michael, Esper, Jan (2018). Modeling transpiration and leaf temperature of urban trees – A case study evaluating the microclimate model ENVI-met against measurement data. Landscape and Urban Planning, Volume 174, Pages 33-40.

51. Yang, F., et al. (2013). Urban form and density as indicators for summertime outdoor ventilation potential: A case study on high-rise housing in Shanghai. Building and Environment, 70, 122-137 .

52. Hedquist, Brent C, Brazel, Anthony J (2014). Seasonal variability of temperatures and outdoor human comfort in Phoenix, Arizona, U.S.A.Building and Environment, 72:377–388

53. Ghaffarianhoseini, Amirhosein, Berardi, Umberto, Ghaffarianhoseini, Ali (2015). Thermal performance characteristics of unshaded courtyards in hot and humid climates. Building and Environment, Volume 87, Pages 154-168.

54. Acero, Juan A, Herranz-Pascual, Karmele (2015). A comparison of thermal comfort conditions in four urban spaces by means of measurements and modelling techniques. Building and Environment, Volume 93, Part 2, Pages 245-257.

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]

74. strategies for urban courtyards in the Netherlands. Solar Energy, Volume 103, Pages 108-124.

75. Azizibabani, M.; Bemanian, M.R.; Yeganeh, M. Investigation of the effects of applying social sustainability components on residential satisfaction. J. Sustain. Archit. Civ. Eng. 2021, 29, 49–61.

76. Ahmadi S, Yeganeh M, Motie MB, Gilandoust A. The role of neighborhood morphology in enhancing thermal comfort and resident's satisfaction. Energy Reports. 2022;8:9046-9056. doi:10.1016/j.egyr.2022.07.042

77. Zare Z, Yeganeh M, Dehghan N. Environmental and social sustainability automated evaluation of plazas based on 3D visibility measurements. Energy Reports. 2022;8:6280-6300. doi:10.1016/j.egyr.2022.04.064

78. Mansour Y. Educating Designing an Architectural Model Based on Natural Principles and Criteria. International Conference New Perspectives in Science Education; 2015.

79. Shahbazi M, Yeganeh M, Bamanian MR. Meta-analysis of environmental vitality factors in open spaces. Motaleate Shahri. 2020;9(34):61-76.

80. Kandelan SN, Yeganeh M, Peyman S, et al. Environmental study on greenery planning scenarios to improve the air quality in urban canyons. Sustainable Cities and Society. 2022;83:103993. doi:10.1016/j.scs.2022.103993

81. Baradaran Motie M, Yeganeh M, Bemanian M. Assessment of greenery in urban canyons to enhance thermal comfort & air quality in an integrated seasonal model. Applied Geography. 023;151:102861. doi:10.1016/j.apgeog.2022.102861

82. Ashtari B, Yeganeh M, Bemanian M, Vojdani Fakhr B. A Conceptual Review of the Potential of Cool Roofs as an Effective Passive Solar Technique: Elaboration of Benefits and Drawbacks. Front Energy Res. 2021;9. doi:10.3389/fenrg.2021.738182

83. N. Ariannia, N. Naseri, M. Yeganeh, Cognitive-emotional feasibility of the effect of visual quality of building form on promoting the sense of place attachment (Case study: Cultural iconic buildings of Iran's contemporary architecture), Frontiers of Architectural Research. (2023). https://doi.org/10.1016/j.foar.2023.10.002.

Journal of Energy Efficiency, Vol.8, No.3.

65. Cheung, Pui Kwan a, Jim, C.Y (2018). Subjective outdoor thermal comfort and urban green space usage in humid-subtropical Hong Kong. Energy and Buildings, Volume 173, Pages 150-162.

66. Tseliou, Areti, Tsiros, Ioannis X., Lykoudis, Spyros, Nikolopoulou, Marialena (2015). An evaluation of three biometeorological indices for human thermal comfort in urban outdoor areas under real climatic conditions. Building and Environment, Volume 45, Issue 5, Pages 1346-1352.

67. Matzarakis, Andreas, Mayer, H., Iziomon, M.G. (1996). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. International Journal of Biometeorology, volume 43, pages76–84.

68. Haghshenas, Mohammad, Hadianpour, Mohammad, Matzarakis, Andreas & Mohammadjavad Mahdavinejad & Mojtaba Ansari (2021). Improving the suitability of selected thermal indices for predicting outdoor thermal sensation in Tehran. Sustainable Cities and Society, 74(5):103205.

69. Mi, Jiayi, Hong, Bo, Zhang, Ting & Boze Huang & Jiaqi Niu (2020). Outdoor thermal benchmarks and their application to climate–responsive designs of residential open spaces in a cold region of China. Building and Environment, Volume 169, 106592

70. Johansson, Erik, Thorsson, Sofia, Emmanuel, Rohinton, Krüger, Eduardo (2018). Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies – The need for standardization. Urban Climate, Volume 10, Part 2, Pages 346-366.

71. ISO. 2005. ISO Standard 7730-2005, Ergonomics of the tHermal Environment. Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria, ISO: Geneva.

72. Nasrollahi, Nazanin, Hatami, Mojtaba & Seyedeh Razieyeh Khastar & Mohammad Taleghani (2017). Numerical evaluation of thermal comfort in traditional courtyards to develop new microclimate design in a hot and dry climate. Sustainable Cities and Society, Volume 35, Pages 449-467.

73. Lee, K.M. (2004). Presence, explicated. Communication Theory, 14, 27-50. https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2004.tb00302.x

[Downloaded from udd.modares.ac.ir on 2024-12-07]

[DOI: 10.48311/UDD.5.3.5]