Archive of SID

JMS
Motaleate Shahri, 2020, 10 (37), 113 –126
doi 10.34785/J011.2021.988
http://Urbstudies.uok.ac.ir

Evaluating the effects of Urban planning Principles on Outdoor Thermal comfort with an emphasis on Wind flow through Large Eddy Simulation

(Case Study: row housing pattern in Isfahan)

Samaneh Heidari - Department of Urban Planning, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
Golnaz Mortezaei[1] - Department of Urban Planning, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

Received: 25 May 2020 Accepted: 5 October 2020

Highlights

- The effect of some urban planning criteria on wind flow has been evaluated through a new method called Large Eddy Simulation.
- Simulation analysis of different scenarios confirmed that among density, lot coverage ratio and altitude, lot coverage ratio is the most influential parameter on the air flow.
- Examining the effect of only density factor on air flow cant lead us to good conclusions about how wind flows.
- Fluctuations in different scenarios indicate that at the beginning and the end of the streets, the wind speed is faster than the middle.

Introduction

Along with the rapid growth of urbanization and the issues of global warming, environmental pollution, the urban heat island, and climate change, thermal comfort has turned into one of the most influential factors in adaptation of the design of climate-related urban open spaces. Today, the high temperature in human-made areas has doubled the need to consider thermal comfort in open urban spaces. Thus, wind flow is regarded as one of the most influential climatic parameters, where the speed and movement of the wind affect human thermal comfort.

Theoretical Framework

The traditional architecture and urban planning applied in the city of Isfahan, Iran makes up a unique local examples of Iranian architecture, which has been forced to provide many climatic solutions due to the hot, dry climatic conditions. In the past half century, however, a new pattern has emerged in building massing models as a result of the changes in the forms of housing space into different types of dense multi-family housing. Due to their extension and pervasiveness in Iran, these terraced housing models can be considered as part of the new urban planning trend in the country. Because of the increase in density and building surface ratios, however, part of the self-purification capacity of the urban environment has vanished, and certain construction models have become common in different climates with unfavorable conditions. As many cities are looking for solutions to apply compression and massing as far as possible, the drawbacks of the previous model have become more prominent, and a need has arisen for solutions to the current situation, in order to reduce the probable adverse consequences in the future. The consequences that may arise from this trend include a lack of thermal comfort in open urban spaces, an increase in heat exchange between indoor and outdoor spaces, and a rise in energy loss as a result. A master plan and an auxiliary force to urban designers and planners, the Booklet for Urban Planning and Building Regulations of the city of Isfahan always seeks to modify this

1 Responsible author: mortezaei.g@gmail.com

www.SID.ir

pattern in the current situation. In the present study, therefore, attempts are made to consider the existing directions in the booklet and examine the role of physical factors in wind flow and its extent in the new fabric of the city.

Methodology

Due to its applied nature, this research uses the descriptive-analytical method and documentary and field techniques for data collection. Moreover, the large eddy simulation (LES) model is used for analysis of the defined scenarios.

Results and Discussion

In order to achieve its purposes, the present study was designed in three phases. Thus, the effective physical indicators were first extracted through examination of the theoretical foundations related to thermal comfort, and their overlap with the directions in the Booklet for Urban Planning and Building Regulations of Isfahan was then studied. In the final step, LES was conducted through definition of the probable scenarios based on terrace housing models of the dominant line in the new fabric of Isfahan. An analysis of the simulation of different scenarios confirmed that an increase in lot coverage ratio, among the extracted indicators, caused a sharp decrease in speed ratio, while an increase in building height led to a decrease in speed ratio, and density exhibited a different effect, which could be interpreted along with the other criteria.

Conclusion

Based on the results, lot coverage ratio is the most effective parameter on air flow in the area, and density is not a suitable criterion for such measurement. Moreover, the effect of a change in lot coverage ratio on wind speed is greater than that of a change in building height. As for passage width, the fluctuations in speed ratio on narrow streets are far more limited than those on wide alleys and streets. Thus, speed is higher at the beginning and end of an alley than at the middle. In scenarios where building height is set between 10.5 and 14 meters, therefore, proper conditions are provided for urban air quality, ventilation, and air pollution.

Keywords: Architecture and Urban Planning Principles, Thermal Comfort, Wind Flow, Large Eddy Simulation (LES), Isfahan Terrace Housing Models.

Citation: Heidari, S., Mortezaei, G. (2020) Evaluating the effects of Urban planning Principles on Outdoor Thermal comfort with an emphasis on Wind flow through Large Eddy Simulation (Case Study: row housing pattern in Isfahan), Motaleate Shahri, 10(37), 113–126. doi: 10.34785/J011.2021.988/Jms.2020.141.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Motaleate Shahri. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

www.SID.ir

Archive of SID

نشریه علمی مطالعات شهری، ۱۰ (۳۷)، ۱۱۳-۱۲۶ / زمستان ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

doi 10.34785/J011.2021.988

ارزیابی تاثیر ضوابط شهرسازی برآسایش حرارتی فضاهای باز با تأکید بر جریان باد از طریق شبیه سازی پیچک‌های بزرگ[1]

نمونه مورد مطالعه: الگوهای مسکونی ردیفی شهر اصفهان

سمانه حیدری - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شهرسازی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

گلناز مرتضایی[2] - استادیار، گروه شهرسازی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

تاریخ دریافت: ۵ خرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۱۴ مهر ۱۳۹۹

چکیده

همزمان با رشد سریع شهرنشینی و مطرح شدن مباحث مربوط به گرمایش زمین، جزایر گرمایی و تغییرات اقلیمی، جریان باد به عنوان یکی از تأثیرگذارترین عوامل در مناسب‌سازی طراحی فضاهای باز شهری مرتبط با آسایش حرارتی مطرح شده، به طوری که سرعت و نحوه حرکت باد برآسایش حرارتی انسان تأثیرگذار است. در نیم‌قرن اخیر، براثر تغییر شکل سازمان فضایی بافت‌های شهری، الگوی جدیدی رواج یافته که با نیازهای اقلیمی شهر اصفهان مطابقت ندارد. با توجه به این که ضوابط شهرسازی و ساختمانی، سهم عمده‌ای در شکل‌دهی به بافت‌های شهری و تنظیم شرایط آسایش حرارتی به همراه دارد، پژوهش حاضر سعی دارد که با در نظر گرفتن محوریت‌های موجود در سند یادشده، میزان تأثیرگذاری ضوابط شهرسازی و ساختمانی(سطح اشغال، ارتفاع، تراکم، تعداد طبقات و عرض گذر) در بافت جدید شهر اصفهان بر جریان باد را مورد ارزیابی قرار دهد. با توجه به ماهیت کاربردی این تحقیق، روش مورداستفاده در آن توصیفی_تحلیلی است و برای یافته اندوزی از روش‌های اسنادی و میدانی بهره جسته است. همچنین به منظور تجزیه‌وتحلیل سناریوهای تعریف شده، از مدل شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ استفاده گردیده است. در راستای دستیابی به اهداف پژوهش، مطالعه حاضر در سه گام متفاوت تعریف شده، به گونه‌ای که نخست با بررسی مبانی نظری مرتبط با آسایش حرارتی، شاخص‌های کالبدی تأثیرگذار استخراج گردیده سپس همپوشانی آنها با محورهای موجود در ضوابط شهرسازی و ساختمانی شهر اصفهان مورد بررسی قرار گرفته است. در گام پایانی نیز با تعریف سناریوهای محتمل براساس الگوهای مسکونی ردیفی غالب بافت جدید شهر اصفهان، شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ صورت پذیرفته است. تحلیل شبیه‌سازی سناریوهای مختلف مؤید این موضوع است که از میان شاخص‌های استخراج شده، سطح اشغال تأثیرگذارترین پارامتر بر روی جریان هوای محدوده است و تراکم معیار مناسبی برای سنجش این موضوع به شمار نمی‌آید. همچنین اثر تغییر سطح اشغال بر سرعت باد بیشتر از اثر تغییر ارتفاع ساختمان‌هاست. در ارتباط با عرض گذر، نوساناتی که سناریوهای مختلف بر نسبت سرعت در حیاط‌ها ایجاد می‌کنند، بسیار محدودتر از نوسانات ایجاد شده در کوچه‌ها و خیابان است. به طوری که در ابتدا و انتهای کوچه‌ها، سرعت بیشتر از بخش‌های میانی است. از این رو در سناریوهایی که ارتفاع ساختمان بین ۱۰٫۵ تا ۱۴ متر تعریف شده، شرایط مطلوبی به منظور تهویه هوای شهری و کاهش آلودگی هوا فراهم است.

واژگان کلیدی: ضوابط شهرسازی و ساختمانی، آسایش حرارتی بیرونی، جریان باد، شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ، الگوهای مسکونی ردیفی شهر اصفهان.

نکات برجسته

- تأثیر برخی از ضوابط شهرسازی بر جریان باد از طریق روش جدیدی که شبیه سازی پیچک های بزرگ نامیده می شود، مورد ارزیابی قرار گرفته است.
- تجزیه و تحلیل شبیه سازی سناریوهای مختلف مؤید این موضوع است که از بین تراکم، سطح اشغال و ارتفاع، سطح اشغال مهمترین پارامتر تاثیرگذار بر جریان هوا می‌باشد.
- بررسی اثر تنها عامل تراکم بر جریان هوای محدوده، نمی تواند معیار مناسبی برای سنجش این موضوع باشد.
- نوسانات در سناریوهای مختلف نشان می‌دهد که در ابتدا و انتهای خیابان‌ها، سرعت باد بیشتر از بخش میانی است.

۱ این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی‌ارشد رشته طراحی شهری با عنوان" راهنمای طراحی اقلیمی الگوهای ردیفی از طریق شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ (LES) با تأکید بر ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری شهر اصفهان" است که به وسیله نویسنده نخست و با راهنمایی نویسنده دوم در دانشگاه آزاد واحد نجف‌آباد دفاع شده است.

۲ نویسنده مسئول مقاله: mortezaei.g@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

همزمان با رشد سریع شهرنشینی و مطرح شدن مباحث مربوط به گرمایش زمین، آلودگی محیط‌زیست، جزایر گرمایی شهرهای بزرگ و تغییرات اقلیمی، آسایش حرارتی به‌عنوان یکی از تأثیرگذارترین عوامل در مناسب‌سازی طراحی فضاهای باز شهری مرتبط با اقلیم مطرح شده است. به بیانی دیگر آسایش حرارتی به عنوان یکی از زیرمجموعه‌های آسایش محیطی بر پایه شرایط اقلیمی است که بحثی پیچیده قلمداد می‌شود (Heidari et al., 2013: 198). پیچیدگی مباحث مرتبط با آسایش حرارتی از یک سو با اقلیم به‌عنوان پدیده‌ای ناپایدار و از سوی دیگر با انسان مرتبط است (Ahmadpour et al., 2016: 59). حال چنانچه به محیط شهری به مثابه اکوسیستم نگریسته شود، برداشتن هر گامی به سوی پایداری زیست‌بوم، ولو خرد مقیاس تأثیری گسترده در سرتاسر سیستم طبیعی محله، شهر، منطقه و حتی کره زمین خواهد داشت (Rezazadeh et al., 2012: 166).

از نظر فانگر[1] شرایط آسایش حرارتی انسان از عوامل اقلیمی محیطی، دمای هوا، رطوبت نسبی، دمای متوسط تابشی و سرعت باد تأثیر می‌پذیرد (Baqaei et al., 2013: 62). از میان پارامترهای یادشده جریان باد به‌عنوان یکی از تأثیرگذارترین عوامل در مناسب‌سازی طراحی فضاهای باز شهری مرتبط با اقلیم مطرح شده، به‌گونه‌ای که سرعت و نحوه حرکت باد برآسایش حرارتی انسان تأثیرگذار است. با توجه به این که ضوابط شهرسازی و ساختمانی، سهم عمده‌ای در شکل‌دهی به بافت‌های شهری و تنظیم شرایط آسایش حرارتی به همراه دارد، اجرای ضوابط و مقررات مناسب در ساختمان‌ها و سطح شهر می‌تواند سهم عمده‌ای در تنظیم شرایط محیط و جریان باد داشته باشد.

معماری و شهرسازی سنتی اصفهان، یکی از بومی‌ترین مصادیق منحصربه‌فرد معماری ایران است که با توجه به شرایط اقلیمی گرم و خشک، ناگزیر به خلق راهکارهای اقلیمی فراوان شده است. اما در نیم‌قرن اخیر، براثر تغییر شکل سازمان فضایی بافت‌های شهری الگوی جدیدی رواج یافته که با نیازهای اقلیمی این شهر سازگار نیست. به سبب گستردگی و فراگیر شدن این الگو ردیفی در کشور می‌توان از آن به‌عنوان بخشی از سنت جدید شهرسازی در کشور یاد کرد. این در حالی است که ساختمان‌سازی در اقلیم‌های مختلف با شرایط ناسازگار با اقلیم رواج یافته است. اکنون که بسیاری از شهرها در جست‌وجوی راه‌حل‌هایی برای فشردگی و تراکم هر چه بیشتر هستند، نقصان‌های الگوی پیشین برجسته‌تر شده است. در این میان طرح‌های شهرسازی مخصوصاً دفترچه ضوابط و مقررات شهرسازی و ساختمانی به‌عنوان طرحی فرادست می‌تواند دراصلاح هرچه بهتر این الگو نقش داشته باشد.

ازاین رو در پژوهش حاضر سعی بر اینست که با در نظر گرفتن محوریت‌های موجود در دفترچه ضوابط و مقررات شهرسازی و ساختمانی طرح تفصیلی شهر اصفهان، نقش و میزان تأثیر عواملی مانند ارتفاع، تراکم، تعداد طبقات، سطح اشغال و عرض معابر به‌عنوان شاخص‌های کالبدی تأثیرگذار بر جریان باد مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به ضعف و نقصان ابزار و تکنیک‌های به کار گرفته شده در پژوهش‌های داخلی، در تحقیق پیشِ رو برای نخستین بار در حوزه پژوهش‌های داخلی شهرسازی از مدل عددی شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ[2] که مدلی جدید در مطالعات کشورهای پیشرفته در چند سال اخیر است، استفاده می‌گردد.

۲. چارچوب نظری

توجه به تأثیر متقابل اقلیم و معماری با پیشگامی هوارد[3] از سال ۱۸۱۸ در لندن آغاز شد. از دهه ۱۹۶۰ مطالعات درزمینه تأثیر کالبد شهر بر روی تغییرات خرده اقلیم و همچنین آسایش حرارتی و تأثیر آن بر معماری موردتوجه قرار گرفت. در همین راستا، پژوهشگران متعددی در قالب مطالعاتی در زمینه تأثیر متغیرهای مربوط به فرم ساختمان، ابعاد ساختمان، نوع ساختمان، معابر و پوشش گیاهی بر روی خرد اقلیم شهری و آسایش حرارتی به ارائه راه‌حل‌هایی پرداختند. در پژوهشی کلهرودی و همکاران در سال ۲۰۱۵ با عنوان نقش و تأثیر عناصر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری تأثیرگذاری قابل توجه هندسه معبر، به‌ویژه عناصر الحاقی بر نمای ابنیه و سایبان را به اثبات می‌رسانند و یادآور می‌شوند، به‌طورکلی تأثیرگذاری سایه‌اندازی و کاهش میزان تابش دریافتی بیشتر از سایر ابزارهای کاهش تنش حرارتی چون کاربرد سطوح با آلبدوی پایین و با استفاده از حضور آب در فضاست (Ahmadpour et al., 2016: 77). در پژوهشی دیگر علیمردانی با بررسی عوامل تأثیرگذار برآسایش حرارتی در فضای باز شهری، نتایج تحلیلی وجود سازگاری حرارتی و ویژگی‌های نسبتی را در پژوهش خود نشان داده و این گونه می‌نویسد که اگرچه ترجیح حرارتی آنها به دمای خنک و تابش ضعیف خورشید است ولی با محیط حرارتی خود را انطباق می‌دهند (Alimardani, 2017: 1). ملکی و همکارانش تحقیق جامع و کاملی را در خصوص عملکرد حیاط و خصیصه‌های طراحی آن برای بهبود عملکرد گرمایی و آسایش حرارتی انجام دادند و با بررسی نسبت‌های متفاوت طول به عرض در حیاط‌های تمام بسته نشان دادند که با نزدیک‌تر شدن به نسبت طول به عرض، عملکرد حیاط در آسایش حرارتی و همین‌طور پایین‌تر آوردن دمای هوای ریز اقلیم موفق‌تر خواهد بود (Maleki et al., 2017: 369). شاعری و همکاران در مقاله خود باهدف بررسی دما، رطوبت نسبی و سرعت جریان باد در ساختمان‌های سنتی مسکونی بوشهر در پی آن هستند در بناها با معماری بومی چگونه از روش‌های غیرفعال خورشیدی و تهویه طبیعی می‌توان آسایش حرارتی را در فضاهای باز به همراه آورد (Shaeri et al., 2017: 95-103). شاعری و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی راهبردهای طراحی منفعل در یک محله سنتی باهدف پیدا کردن چارچوب طراحی شهری در مجاورت دریا با استفاده از بافت قدیمی مطالعه و با استفاده از شبیه‌سازی دینامیک سیالات محاسباتی[4] در یک بستر سنتی در ایران پرداختند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در فضاهای باز نسبت هوا در ورودی و خروجی‌ها بیشتر از سایر نقاط است و همچنین تجزیه‌وتحلیل مقطعی یادآور این موضوع است که سرعت باد در محله باد رانده شده است که در آن فشار هوای بالا در نزدیکی دریا باعث سرعت باد در محله می‌شود (Shaeri et al., 2018: 31-50).

1 faunger

2 Large Eddy Simulation(LES)

3 Howard

4 Computational Fluid Dynamics(CFD)

www.SID.ir

Archive of SID

در پژوهش دیگری در سال ۲۰۱۸ شکل‌دهی ساختمان‌ها به‌منظور ارتقای تهویه خیابانی و تأثیر هندسه‌های ساختمان‌های مختلف در تهویه شهر موردبررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که نرخ ارز هوایی به هندسه ساختمان بسیار حساس است. به منظور شکل‌دهی بهتر ساختمان‌ها و ارتقای تهویه شهرها راهکارهایی ارائه می‌شود (Maider et al., 2018: 76-94). ونگ و همکارانش به‌منظور بررسی عملکرد تهویه در پارامترهای شهری شاخص‌هایی مانند پوشش زمین، ارتفاع ساختمان‌ها، تراکم شهری، ساختمان‌های نامتقارن و چگالی را با استفاده از مدل شبیه‌سازی LES مورد ارزیابی قراردادند و به وسیله شبیه‌سازی تأثیر آنها بر یکدیگر و بهترین حالت نمونه مشخص نمودند (Wang et al., 2017: 202-227). همچنین در پژوهشی در سال ۲۰۱۷ با عنوان تهویه در هنگ‌کنگ که به وسیله گرونمییر و جمعی از همکاران انجام گرفت، نشان داده شد که تهویه به دلیل اختلاط عمودی افزایش می‌یابد، پس بااین‌وجود تهویه در مجاورت ساختمان‌های معلق در طبقه‌بندی ناپایدار بسیار ضعیف‌تر از طبقه‌بندی خنثی است (Gronemeier et al., 2017: 1-15). در پژوهشی دیگر رامپنی و همکاران با شبیه‌سازی CFD از تهویه هوای آزاد در فضاهای عمومی شهری به این نتیجه رسیدند که برای جهت باد مایل یا عمود بر خیابان اصلی، حضور خیابان اصلی به‌طورکلی باعث بهبود راندمان تهویه می‌شود، چون خیابان اصلی به‌عنوان مخزن هوای پاک عمل می‌کند. بااین حال به‌طورکلی موردی برای جهت باد موازی نیست که در آن نرخ جریان بالاتر از خیابان اصلی، نرخ جریان را از طریق خیابان‌های باریک‌تر موازی کاهش دهد و بر کارآیی تهویه آنها تأثیر منفی گذارد (Ramponi et al., 2015: 152-166). علاوه بر این هو و همکاران در مطالعه‌ای دیگر کاربرد تهویه در سطح خیابان نشان داد که آشفتگی جوی بیشتر منجر به تهویه بهتر در سطح خیابان می‌شود. همچنین استفاده از فاکتور اصطکاک به‌تنهایی برای توصیف مقاومت آیرودینامیکی بر روی نواحی شهری از زبری سطوح مختلف و عمق کافی است (Ho et al., 2015: 345-355). آنچه از پژوهش‌های مطرح شده قابل استنتاج است، این است که اغلب پژوهش‌های خارجی در این حوزه با استفاده از روش‌های شاخص پیش‌بینی میانگین رای[1] ذهنی و عینی، شبیه‌سازی CFD، اطلاعات ذهنی برگرفته از پرسشنامه، استانداردهای ارزیابی تهویه هوا[2]، روش سیستم تهویه عابر پیاده[3] و مدل عددی LES مطالعات انجام پذیرفته‌اند. همچنین اکثر محققان داخلی به‌منظور بررسی آسایش حرارتی در فضای بیرونی از روش‌های راهبردهای تجربی، اندازه‌گیری داده‌های کمی و میدانی آمارهای اقلیمی، اندازه‌گیری کیفی تحلیلی، مانند نظرسنجی پرسشنامه‌ای و مدل اشری و اولگی و به تازگی روش شبیه‌سازی از طریق نرم‌افزار انویمت بهره جسته‌اند.

با توجه به این که الگوی بافت شهری متأثر از ضوابط و مقررات طرح‌های جامع و تفصیلی هر کشور است، ضرورت دارد در راستای دستیابی به برقراری آسایش حرارتی بیرونی در بافت‌های شهری با در نظر گرفتن تفاوت‌های محیطی و اقلیمی خاص هر منطقه، ضوابط شهرسازی و ساختمانی در هر کشور به طور ویژه مورد ارزیابی قرار گیرد.

1 Predicted Mean Vote(PMV)
2 Air Ventilation Assessments(AVA)
3 Pedestrian Ventilation System(PVS)

از این رو انجام پژوهش حاضر ازاین جهت حائز اهمیت است که علاوه بر مشخص نمودن نقش و تأثیر برخی از محورهای ضوابط و مقررات شهرسازی و ساختمانی شهر اصفهان بر جریان باد، با نگاهی متفاوت به ضوابط، برای نخستین بار در مطالعات داخلی سعی دارد که از شیوه‌ای نوین به نام مدل عددی شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ بهره جوید.

۲،۱. آسایش حرارتی و جریان باد

مطابق استاندارد اشری آسایش حرارتی هر شخص، شرایط ذهنی است که میزان رضایتمندی او از محیط دمایی را بیان می‌کند اما در حالت کلی آسایش حرارتی، عکس‌العمل بدن به شرایط محیطی در فضاهای داخلی و خارجی است. تعریف دقیق‌تر این شرایط در سه گروه قابل خلاصه شدن است. تعریف روان‌شناختی به بیان مغز از رضایت نسبت به دمای محیط بازمی‌گردد. تعریف حرارتی- فیزیولوژیکی که به‌عکس‌العمل بیولوژیکی بدن و سیستم عصبی به تأثیرات خارجی برگیرنده‌های حرارتی پوست مرتبط است و تعریف سوم که به تعادل میان جریان حرارت به داخل و خارج از بدن بازمی‌گردد (Ahmadpour, 2016: 62). چهار متغیر اساسی که روی پاسخ‌های انسان به شرایط حرارتی محیط اثر مستقیم و قطعی دارند، دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت و جریان هوا هستند. با توجه به این موضوع که داده‌های دمایی و رطوبت، ازجمله شاخص تشخیص حرارتی به‌حساب می‌آیند اما جریان هوا که باعث تبادل حرارتی بین بدن و محیط می‌شود را می‌توان مهم‌ترین عامل بر احساس آسایش حرارتی دانست (Heidari., 2011: 38-39). همچنین باد از پارامترهای بسیار ناپایدار آب و هوایی است که بسته به شرایط آب و هوایی تغییر می‌کند. وزش بادهای مختلف در یک منطقه متأثر از عوامل محلی و شرایط جوی در سطح جهان است. سرعت وزش باد تابعی از منطقه و مکانی است که باد در آن می‌وزد. به عبارتی دیگر درواقع زمین نه‌تنها سرعت وزش باد را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه حتی بر روی کیفیت آن تأثیر می‌گذارد (Najafi et al., 2013: 64). سرعت جریان هوا به دو طریق انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یعنی افزایش سرعت هوا از یک‌سو باعث افزایش اثر همرفت و درنتیجه گرم‌تر شدن بدن و از سوی دیگر باعث افزایش ظرفیت تبخیر در هوا و سردتر شدن پوست می‌شود. در دماهای بالا، یک سرعت بهینه باد وجود دارد که در آن سرعت، بدن تا بیشترین حد ممکن خنک می‌شود بنابراین کاهش سرعت هوا از این حد باعث افزایش دمای پوست و درنتیجه گرم‌تر شدن بدن از طریق همرفت می‌گردد (Manshizadeh et al., 2013: 115).

۲،۲. رابطه بین ضوابط شهرسازی و ساختمانی، پارامترهای اقلیمی و تغییر اقلیمی

ضوابط و مقررات شهرسازی و ساختمانی حاصل دانش و تجربه گروهی مدیران، مسئولان و کارشناسان حوزه‌های مختلف مرتبط با موضوعات توسعه شهری است. اهمیت این دفترچه از آن جهت است که شکل بافت شهری و به تبع آن وضعیت محیط خارجی ساختمان‌ها و شرایط آسایش محیطی کاملاً متأثر از این ضوابط است. به بیانی دیگر رابطه متقابل و تنگاتنگی بین ساختمان‌ها و محیط خارجی آنها وجود دارد. هر بنا وضعیت آب‌وهوایی اطراف خود را تغییر می‌دهد و اقلیم خرد شهر

www.SID.ir

Archive of SID

را تعیین می‌کند. بنابراین هر عنصر انسان ساخت شهری با توجه به تأثیراتی که بر فاکتورهای اقلیمی بر جا می‌گذارد، در اطراف و بالای خود اقلیم مصنوعی خاصی پدید می‌آورد که همواره با آن در ارتباط متقابل قرار می‌گیرد(Bahreini,2011:156). این فاکتورها شامل دمای هوا (دمای خشک و دمای مرطوب) رطوبت نسبی، جریان باد و همچنین تابش خورشید (تابش مستقیم و پراکنده) هستند که دارای بیشترین اهمیت در یک طراحی اقلیمی هستند (Nasrollahi,2013:14). از این رو عدم سازگاری شکل بافت شهری با شرایط اقلیمی حاکم بر شهر می‌تواند معضلات زیست محیطی فراوانی مانند پدیده تغییر اقلیم و جزایر حرارتی را به همراه داشته باشد. امروزه پدیده تغییر اقلیم یکی از بحرانی‌ترین موضوعاتی است که ذهن برنامه‌ریزان و سیاست گذاران را به خود مشغول کرده است .تغییرات اقلیمی ایجاد شده در شهرها سطوح زیادی را در بر می‌گیرد. مهمترین تأثیر تغییر اقلیم بر شهر، بالارفتن دمای درون شهرها و به وجود آمدن جزایر گرمایی اســت(Farshchi,2011:67). بر این اساس کنترل عوامل کالبدی که بر فاکتورهای اقلیمی و شکل‌گیری معضلات زیست محیطی مانند پدیده تغییر اقلیم در شهرها تأثیرگذار است، در حیطه وظایف معماران و شهرسازان در ارتباط با ضوابط و مقررات شهرسازی و ساختمانی طرح‌های توسعه شهری تعریف می‌گردد.

۲،۳. شاخص‌های تأثیرگذار برآسایش حرارتی فضاهای بیرونی

شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری در مقیاس‌های مختلف مانند شکل، ارتفاع و اندازه ساختمان، تراکم ساختمانی و سطح اشغال، قطعه‌بندی، اندازه و شکل بلوک، جهت خیابان‌ها و ساختمان‌ها، سطح فضاهای باز و غیره عواملی هستند که علاوه بر تأثیر در میزان تقاضای انرژی در بافت‌های شهری بر اقلیم خرد شهری و آسایش حرارتی نیز تأثیر می‌گذارند (Montazeri et al., 2018:50). حال با بررسی مطالعات انجام شده در زمینه آسایش حرارتی می‌توان عوامل مختلف زیر را به عنوان برخی از شاخص‌های تأثیرگذار نام برد.

۳. روش پژوهش

با توجه به ماهیت کاربردی این تحقیق، روش مورداستفاده در آن توصیفی-تحلیلی است و برای یافته اندوزی از روش‌های اسنادی و میدانی بهره جسته. همچنین به‌منظور تجزیه‌وتحلیل سناریوهای تعریف شده از مدل شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ(LES) استفاده گردیده است. در راستای دستیابی به اهداف پژوهش، مطالعه حاضر در سه گام متفاوت تعریف شده به گونه‌ای که نخست با بررسی مبانی نظری مرتبط با آسایش حرارتی، شاخص‌های کالبدی تأثیرگذار استخراج گردیده سپس همپوشانی آنها با محورهای موجود در دفترچه ضوابط و مقررات شهرسازی و ساختمانی شهر اصفهان موردبررسی قرار

جدول شماره۱: شاخص‌های تأثیرگذار برآسایش حرارتی از دیدگاه صاحب‌نظران مختلف

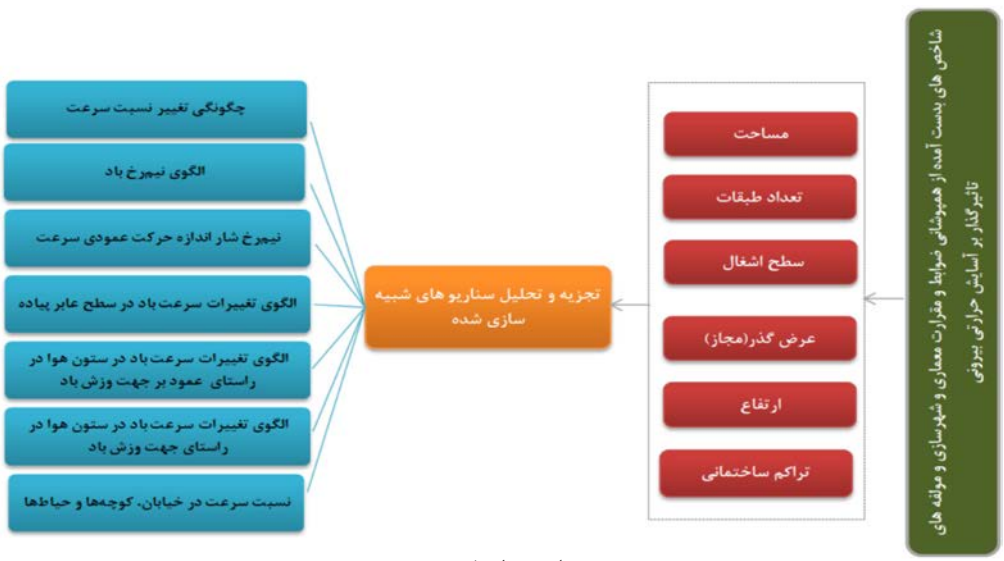
نظریه‌پرداز	سال	شاخص‌ها
شاعری و همکاران	۲۰۱۸	دما، رطوبت نسبی و سرعت جریان باد ، نوع بافت، نوع معابر، عرض معابر، توده گذاری، رنگ مصالح، نوع معماری، نوع مصالح
ملکی و همکاران	۲۰۱۷	انواع طرح هندسی پلاک‌ها
منتظری و همکاران	۲۰۱۸	مؤلفه‌های فرم شهری، مساحت قطعه، مصالح، تراکم ساختمانی، عرض و طول معابر، محصوریت، نوع و تراکم پوشش گیاهی، جهت‌گیری بلوک‌ها
علیمردانی	۲۰۱۶	عوامل روان‌شناختی و حرارتی -فیزیولوژیکی
بهزادفر و همکارش	۲۰۱۰	ضریب دید به آسمان در فضای باز شهری
کلهرودی و همکاران	۲۰۱۵	عرض‌گذر، ارتفاع و میزان پوشش گیاهی
محمودی و همکاران	۲۰۱۱	دمای معادل فیزیولوژیکی، ضریب دید آسمان، میزان سایه، فاصله تا ساختمان
حیدری	۲۰۱۳	سایه‌اندازی
رفیعیان و همکاران	۲۰۱۱	فرم و تراکم ساختمان‌ها به همراه مؤلفه‌های مختلف فرم
کرمی راد و همکاران	۲۰۱۷	پوشش گیاهی
حیدری و همکارش	۲۰۱۱	عوامل فیزیولوژیکی (دامنه‌ی سطوح آسایش حرارتی در فضای باز برای ساکنین)
مقصودی و کردجمشیدی	۲۰۱۲	جانمایی بلوک‌ها ازنظر عبور جریان هوا، شکل ساختمان، محصوریت، نوع سایت پلان، جهت‌گیری ساختمان، فرم پلان، جهت‌گیری نما
منشی‌زاده	۲۰۱۲	باد، رطوبت نسبی، آفتاب، ارتفاع ساختمان‌ها
رضازاده و آقاجان بیگلو	۲۰۱۱	توده گذاری در قطعات مسکونی
مایدر	۲۰۱۸	شکل‌دهی عوامل بیرونی ساختمان‌ها
ونگ و همکاران	۲۰۱۷	شاخص‌هایی نظیر پوشش زمین، ارتفاع ساختمان‌ها، تراکم شهری و چگالی
گرونمییر و همکاران	۲۰۱۷	ارتفاع و مساحت پلاک‌ها
رامپنی و همکاران	۲۰۱۵	شکل معابر، عرض معابر
نظریان	۲۰۱۵	سطوح و بدنه‌های ساختمان به‌عنوان توده
ونگ	۲۰۱۷	محیط‌های شهری باز و نیمه‌باز
میرزایی	۲۰۱۰	سرعت، دما و نرخ مبادله هوا در سطوح پیاده‌رو
لتزل	۲۰۰۸	انواع خیابان با عرض و عمق متفاوت
در راستای ارزیابی تأثیرات ضوابط شهرسازی و ساختمانی بر جریان باد، از میان شاخص‌های اشاره شده در پژوهش‌های ماقبل، عواملی همچون تراکم، ارتفاع، تعداد طبقات، مساحت، عرض مجاز گذر و سطح اشغال که با دفترچه ضوابط و مقرارت شهرسازی و ساختمانی همپوشانی دارند، گزینش شده‌اند.		

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته است. از میان دسته‌بندی‌های ارائه شده در این دفترچه عواملی همچون تراکم، ارتفاع، تعداد طبقات، مساحت، عرض مجاز گذر، سطح اشغال با حوزه شهرسازی و بحث آسایش حرارتی همپوشانی دارد. در گام پایانی نیز با تعریف سناریوهای محتمل براساس الگوهای مسکونی ردیفی غالب بافت جدید شهر اصفهان و ضوابط شهرسازی و ساختمانی ، شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ صورت پذیرفته است. شبیه‌سازی پیچک‌های بزرگ، جریان‌های آشفته شامل گردابه‌های درهم‌پیچیده و در اندازه‌های مختلف است. برای حل دقیق یک میدان جریان آشفته با استفاده مستقیم از معادلات بقا به طوری که جزئی‌ترین پدیده‌ها نیز مدنظر قرارگرفته باشند، لازم است از شبکه محاسباتی استفاده نماییم که اندازه المان‌های آن کوچک‌تر از کوچک‌ترین گردابه‌های موجود در جریان باشد(Mohamadi et al., 2016:56). برای شبیه‌سازی ویژگی‌های جریان و آشفتگی در محدوده خیابان‌ها و محله‌ها اعتبار یافته‌اند و به طور گسترده‌ای در مطالعات جریان‌های خیابانی شهری در سال‌های اخیر مورد استفاده قرارگرفته است (Wang, 2017:204).

شبیه‌سازی صورت گرفته در مطالعه حاضر با نسخه شماره 4 مدل عددی پالم انجام شده است. این مدل بر مبنای LES پایه‌گذاری شده و جهت مطالعه جریان‌ها در جو و اقیانوس به کار می‌رود. در این پژوهش، ابعاد افقی این مدل‌سازی در طول و عرض افق به ترتیب 360 متر در 360 متر، ارتفاع شبیه‌سازی‌شده 80 متر و تفکیک مکانی شبکه در هر سه جهت برابر با 1/ 25 متر است؛ درحالی‌که محورهای x و y به ترتیب در راستای شمال غربی و جنوب غربی گسترش پیداکرده‌اند. داده‌های اقلیمی از ایستگاه اصفهان (ازن سنجی اصفهان) تهیه شده و از الگوی روزانه این داده‌ها برای مدل‌سازی استفاده گردیده است. اگرچه استفاده از داده‌های بیان شده بسیار رایج است، اما آنچه در اینجا بیشتر حائز اهمیت است، چگونگی پاسخ توپوگرافی شهری و جانمایی ساختمان‌ها به نوسانات داده‌های اقلیمی است.



تصویر شماره۱: مدل مفهومی پژوهش

۳،۱. محدوده مورد مطالعه

جامعه پژوهش الگوهای غالب بافت مسکونی مناطق پانزده‌گانه شهر اصفهان است. به‌منظور تدوین سناریوهای پژوهش نخست ویژگی‌های ریخت شناختی الگوهای غالب و نوساز از طریق تصاویر هوایی شناسایی شد، سپس مساحت غالب پلاک‌ها در این مناطق از طریق آمارنامه نفوس و مسکن ۱۳۹۵ استخراج گردید. در پایان نیز ضوابط تصویب شده مانند ارتفاع، تراکم، سطح اشغال و عرض گذر مجاز برای این نوع قطعات با مراجعه به دفترچه ضوابط ساختمانی و شهرسازی طرح تفصیلی تعیین شد. درنهایت با تطبیق یافته‌های آماری و شاخص‌های مستخرج شده از دفترچه قوانین و مقررات ساختمانی و شهرسازی طرح تفصیلی سناریوهای پژوهش در شش گروه دسته‌بندی گردید(جدول شماره۲).

۳،۲. اعتبارسنجی مدل

در بررسی‌های علمی به منظور اعتبارسنجی مدل دو روش معمول است. شبیه سازی یک فضای واحد با استفاده از دو مدل متفاوت و در صورت یکسان بودن داده‌ها، نتایج نهایی معتبرند. روش دوم، مطالعه میدانی یک فضا و مقایسه اطلاعات اقلیمی آن با خروجی مدل که در صورت عدم مغایرت، صحت نتایج اثبات می‌شود. دراین پژوهش برای تأیید کدهای مدل موازی LES به نام (PALM) از دستورالعمل‌های CFDپیشنهاد شده به وسیله یک گروه کاری از مؤسسه معماری ژاپن به نام (AIJ) استفاده شده است. قابل توجه است که به منظور اعتبارسنجی از اطلاعات سناریوهای شبیه‌سازی (جدول شماره ۲، سناریو E60A) در قسمت قبل استفاده شده است. اعتبارسنجی با مقایسه نتایج محاسبه شده PALM و AIJ از نظر پروفیل‌های باد در اطراف ساختمان (دو متر بالاتر از سطح زمین) و سرعت باد در نقاط نزدیک سطح زمین انجام شده است. تصویر a پروفایل‌های سرعت را در فاصله دو متری از ساختمان به سمت بادگیر(خطوط قرمز) و پیاده‌رو (خطوط سبز) مقایسه می‌کند. خطوط شکسته داده‌های مرجع را نشان می‌دهند. در حالی که خطوط ممتد حاکی از نتایج پیش بینی شده به وسیله PALM است. گرداب بام قوی‌تر و نوسانات سرعت در مقایسه با داده‌های AIJ را می‌توان مشاهده کرد اما مقایسه بین این دو

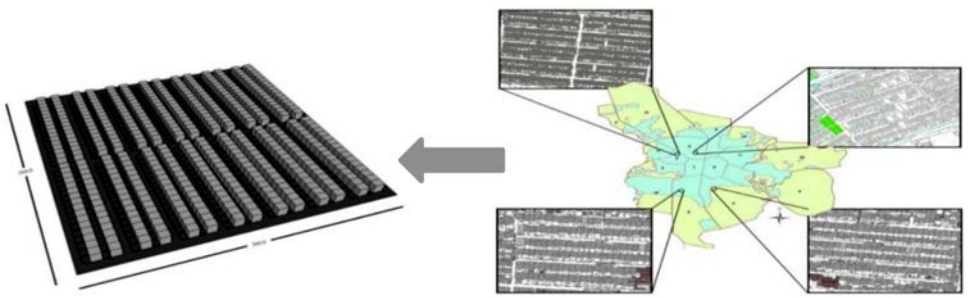
www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره۲: تعریف سناریوها

سناریو	مساحت	ارتفاع	تعداد طبقات	سطح اشغال	تراکم	عرض مجاز گذر	P	Af	A	N	L	D	W	W′
							مساحت اشغال شده پلاک	تراکم ناحیه جلویی بدنه‌ی ساخت	مساحت طبقات	تعداد نقاط موجود در شبکه شبیه‌سازی	سطح بدنه ساختمان در راستای X	سطح بدنه ساختمان در راستای Y	عرض معابر افقی	عرض معابر عمودی
E60A	۲۰۰	۱۰/۵	۲ طبقه روی پیلوت	۶۰	۱۲۰	۱۲-۱۰	۰/۶	۰/۵۲	۲۴۰	۹۲۴	۱۰۵	۱۲۶	۱۰	۱۲
E60B	۲۰۰	۱۴	۳ طبقه روی پیلوت	۶۰	۱۸۰	۱۲-۱۰	۰/۶	۰/۷	۳۶۰	۹۲۴	۱۴۰	۱۶۸	۱۰	۱۲
E60C	۲۰۰	۱۷	۴ طبقه روی پیلوت	۶۰	۲۴۰	۱۲-۱۰	۰/۶	۰/۸۵	۴۸۰	۹۲۴	۱۷۰	۲۰۴	۱۰	۱۲
E70A	۲۰۰	۱۰/۵	۲ طبقه روی پیلوت	۷۰	۱۴۰	۱۲-۱۰	۰/۷	۰/۵۲	۲۸۰	۹۲۴	۱۰۵	۱۴۷	۱۰	۱۲
E70B	۲۰۰	۱۴	۳ طبقه روی پیلوت	۷۰	۲۱۰	۱۲-۱۰	۰/۷	۰/۷	۴۲۰	۹۲۴	۱۴۰	۱۹۶	۱۰	۱۲
E70C	۲۰۰	۱۷	۴ طبقه روی پیلوت	۷۰	۲۸۰	۱۲-۱۰	۰/۷	۰/۸۵	۵۶۰	۹۲۴	۱۷۰	۲۳۸	۱۰	۱۲

ماخذ: برگرفته از دفترچه ضوابط شهرسازی و ساختمانی- آمارنامه نفوس و مسکن ۱۳۹۵



تصویر شماره۲: نمونه‌ای از الگوی غالب بافت‌های مسکونی جدید در مناطق مختلف شهر اصفهان به همراه نمونه‌ای از سناریوهای تدوین شده

نشان می‌دهد که PALM می‌تواند ویژگی‌های مشخصات باد در اطراف ساختمان را ضبط کند. از آنجا که چنین مطالعاتی بر سطح عابر پیاده تمرکز دارد، عملکرد محاسباتی PALM در تولید، مثل سرعت نزدیک به سطح ممکن است از اهمیت بیشتری برخوردار باشد. تصویر b یک نقشه پراکندگی از سرعت محاسبه شده PALM و داده‌های تجربی AIJ در همه نقاط آزمون است. مقایسه در تصویر b اطمینان قابل توجهی برای استفاده از PALM برای این مطالعه می‌دهد، زیرا همه نقاط نزدیک به خط مورب واقع شده‌اند و رگرسیون خطی با R2 برابر ۰/۸۹ به دست آمده است.

۴. بحث و یافته‌ها

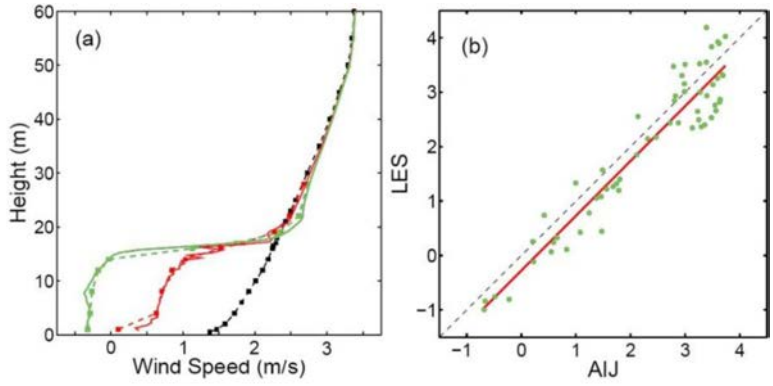
۴/۱. الگوی نیم‌رخ باد

در تصویر شماره٤ نیم‌رخ مؤلفه‌های x و y باد در کل ستون هوای شبیه‌سازی شده، بخش بالایی ستون هوا و حوالی تراز عابر پیاده نشان داده شده است. مقایسه بخش d با بخش a تصویر این نتیجه را ارائه می‌دهد که اندازه مؤلفه y سرعت (v) نسبت به مؤلفه x (u) بسیار بزرگ‌تر است. نمودارهای مربوط به ارتفاعات مختلف ساختمان‌ها با رنگ‌های مختلف و حالت‌های سطح اشغال با خطوط ممتد و خط‌چین نشان داده شده است.

بخش‌های c و f تصویر٤ نمایه مؤلفه‌های افقی سرعت در نزدیکی سطح زمین را نشان می‌دهند. در این تصویرها به خوبی دیده می‌شود که اثر تغییر سطح اشغال بر سرعت بیشتر از اثر تغییر ارتفاع ساختمان‌هاست. زیرا خطوط ممتد با رنگ‌های مختلف در کنار یکدیگر قرار گرفته اما خطوط خط‌چین با فاصله بیشتری نسبت به این خطوط دیده می‌شوند. همان‌گونه که در بخش c این تصویر نشان داده شده، افزایش سطح اشغال (تراکم‌تر شدن ساختمان‌ها) موجب کاهش سرعت در تمامی ترازهای نزدیک به سطح زمین (ارتفاع‌های بین یک تا سه متر) شده است. البته به خوبی در این نمایه دیده می‌شود که افزایش ارتفاع نیز (هرچند به میزان کمتر) به طور مشابه، باعث کاهش سرعت می‌شود. با این وجود، یک استثنا وجود دارد؛ زیرا در صورت فرض سطح اشغال برابر با ۷۰ درصد و افزایش ارتفاع ساختمان از ۱۰/۵ متر به ۱٤ متر، سرعت به‌جای کاهش افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

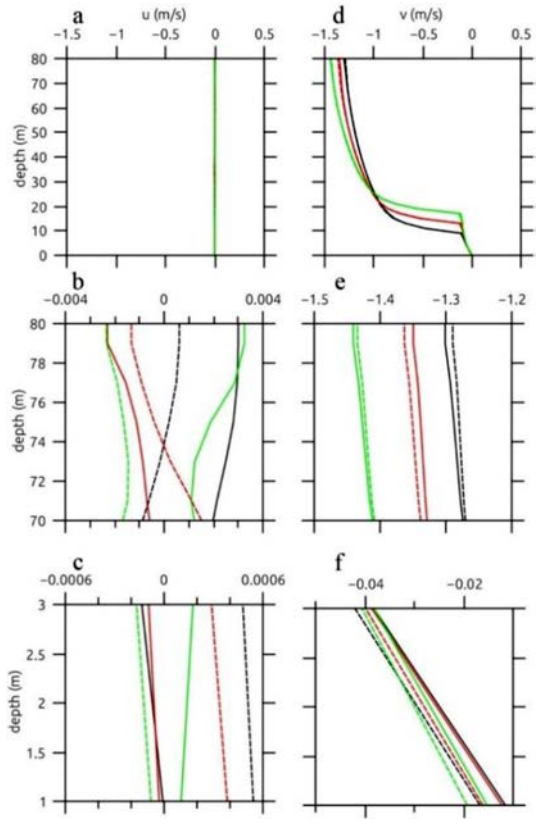
Archive of SID



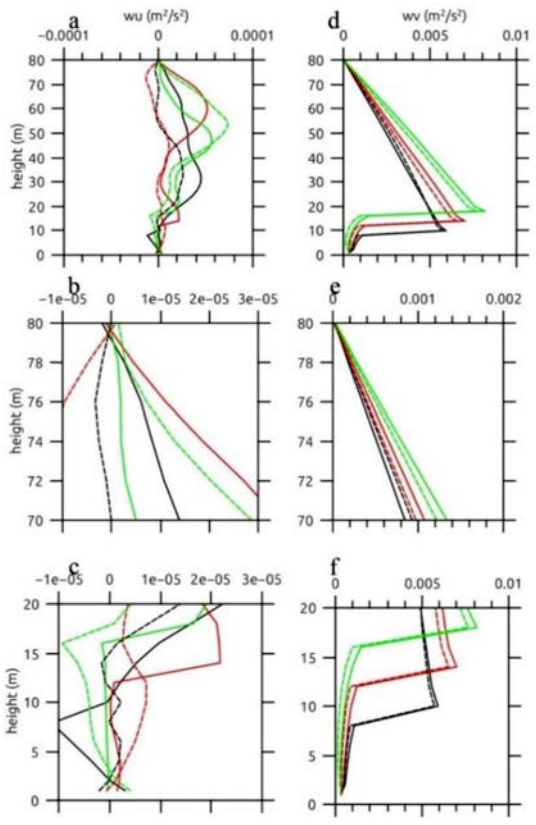
تصویر شماره۳: اعتبارسنجی

۴،۲. نیم‌رخ شار اندازه حرکت عمودی سرعت

در تصویر شماره۵ نیم‌رخ شار اندازه حرکت عمودی مؤلفه‌های افقی سرعت نشان داده شده است. از آنجایی که در کلیه ترازها، شار اندازه حرکت عمودی مؤلفه y سرعت مثبت و بزرگی مؤلفه y سرعت منفی است، این نتیجه حاصل می‌شود که شار اندازه حرکت اشاره شده در کلیه ترازها به سمت پایین است. بررسی کلی بخش d تصویر ۵ این نتیجه را ارائه می‌کند که هر دو مؤلفه سطح اشغال و ارتفاع ساختمان بر شار اندازه حرکت عمودی v تأثیر می‌گذارند. اما اثر ارتفاع ساختمان بر این شار بیشتر است. به صورت کلی در ترازهای بالاتر از ارتفاع ساختمان‌ها، افزایش سطح اشغال موجب کاهش شار اندازه حرکت سرعت ولی افزایش ارتفاع ساختمان‌ها باعث افزایش این شار می‌شود. البته استثنایی در اینجا دیده می‌شود(بخش‌های d و e تصویر شماره ۵). با افزایش فاصله از سطح زمین، ارتفاع ساختمان‌ها در هر سناریو اثر خود را نشان می‌دهد و برخلاف ترازهای بالایی جو، در اینجا هرچه ارتفاع ساختمان‌ها بیشتر شود، شار اندازه حرکت عمودی سرعت کمتر می‌شود. بااین وجود در ترازهای برابر با ارتفاع ساختمان‌ها در هر سناریو به صورت کاملاً مشهودی، شار اندازه حرکت عمودی سرعت به یک باره افزایش می‌یابد و الگوی بیان شده در ترازهای بالایی را دگرگون می‌سازد.



شماره٤: نیم‌رخ باد



تصویر شماره۵: نیم‌رخ شار اندازه حرکت سرعت باد

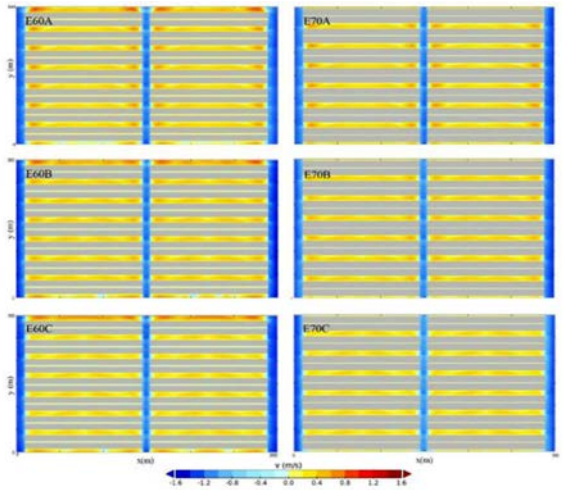
(رنگ مشکی: ارتفاع ۱۰/۵، رنگ قرمز: ارتفاع ۱٤، رنگ سبز: ارتفاع ۱۷، خطوط ممتد سطح اشغال٦۰ درصد و خطوط خط چین سطح اشغال ۷۰ درصد)

www.SID.ir

Archive of SID

۴،۳. الگوی تغییرات سرعت باد در سطح عابر پیاده

تغییرات سرعت میانگین باد در سطح عابر پیاده (ارتفاع برابر با دو متر) در شش سناریوی تعریف شده این تحقیق، در بخش‌های مختلف تصویر شماره 6 قابل مشاهده است. نتایج مدل‌سازی نشان می‌دهد که مقادیر سرعت و اندازه سرعت در این خیابان نسبت به نقاط مجاور بزرگ‌تر است. همچنین در ابتدا و انتهای هر کوچه سرعت بیشتری نسبت به بخش‌های میانی آنها قابل مشاهده است. به طوری که افزایش سرعت مشاهده شده با افزایش ارتفاع ساختمان‌ها در هر دو حالت تعریف شده سطح اشغال کاهش می‌یابد. ضمناً با مقایسه سرعت در خیابان اصلی و کوچه‌ها، این نتیجه حاصل می‌گردد که افزایش سطح اشغال نیز منجر به کاهش سرعت در تراز عابر پیاده می‌شود. بنابراین با توجه به کاهش



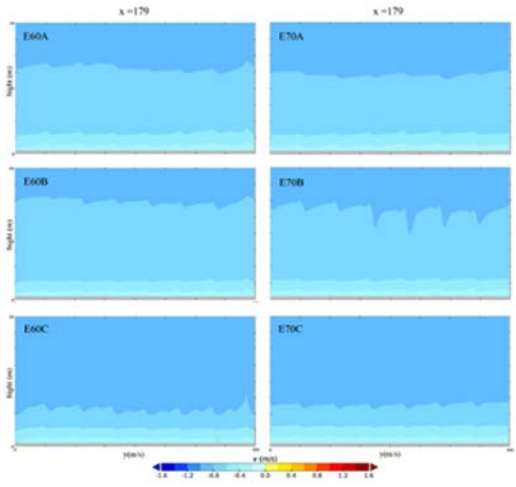
تصویر شماره 6: تغییرات سرعت باد در سطح عابر پیاده

تصویرهای شماره 8 و 9 الگوی رفتار سرعت باد به ترتیب در دو سمت راست و چپ محدوده شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهد. مقایسه این دو تصویر تأیید می‌کند که جز در برخی موارد محدود، این دو تصویر بسیار به یکدیگر شبیه هستند. در نزدیکی سطح زمین (ارتفاع کمتر از 20 متر) افزایش ارتفاع ساختمان در سناریوهای مختلف منجر به کاهش گرادیان سرعت باد می‌شود. سرعت باد در کوچه‌ها و حیاط‌ها رفتار متفاوتی از خود نشان می‌دهد. سرعت باد در نیمه پایینی کوچه‌ها، مقادیر مثبت به خود می‌گیرد و در حیاط‌ها (اگرچه چند مورد استثنایی دیده می‌شود) این مقادیر مثبت سرعت باد تا ارتفاع بالاتری نسبت به کوچه‌ها ادامه پیدا می‌کند. ضمناً مشاهده می‌شود که در تراز برابر با ارتفاع ساختمان‌ها، سرعت باد در بالای کوچه‌ها و حیاط‌ها کمتر از سرعت در بالای ساختمان‌ها است. بنابراین رکود هوا در پشت بام ساختمان‌ها و همچنین شتاب حرکت باد در نزدیکی گوشه‌های ساختمان‌ها باعث قیفی شکل شدن جریان باد در فضاهای بین آنها شده که این حالت باعث می‌شود در سناریوها با ارتفاع بالاتر از 14 متر شرایط نامطلوبی از نظر تهویه هوای شهری و کاهش آلودگی‌ها به وجود آید.

سرعت جریان باد در فضای بین دو بلوک و همچنین شتاب حرکت باد در گوشه‌های ساختمان‌ها دو سناریو E70C و E60C شرایط مطلوبتری را برای عابران فراهم می‌سازند.

۴،۴. الگوی تغییرات سرعت باد در ستون هوا در راستای جهت وزش باد

مطابق تصویر شماره 7، در هوای بالای خیابان، افزایش ارتفاع ساختمان‌ها (به‌ویژه افزایش از 14 به 17 متر) موجب افزایش گرادیان سرعت در نزدیکی سطح زمین می‌شود. در حالی که به جز نوسانات محدود مشاهده شده در سناریوی E70B، افزایش سطح اشغال به 70 درصد، تغییر قابل ملاحظه‌ای در رفتار سرعت در ستون هوا ایجاد نمی‌کند.



تصویر شماره ۷: سرعت باد در ستون هوا (نماینده‌ای از توپوگرافی خیابان (x=۱۷۹))

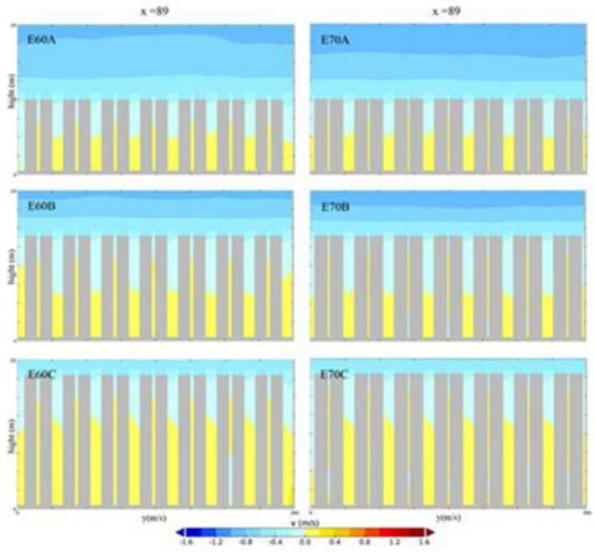
۴،۵. الگوی تغییرات سرعت باد در ستون هوا در راستای عمود برجهت وزش باد

تصاویر شماره 10 تا 14 سطح مقطع عمودی (xz) سرعت را در عرض‌های مختلف (y) در ترازهای پایین‌تر از 20 متر نشان می‌دهند. نمودارهای نشان داده مقدار y قرینه، شبیه یکدیگرند (تصاویر شماره 10 و 11 به ترتیب با 13 و 14). نتایج حاصل از مدل‌سازی حاکی از آن است که افزایش ارتفاع ساختمان‌ها، افزایش گرادیان و چینه‌بندی باد را به همراه خواهد داشت. اگرچه سرعت در تراز 20 متری در هر سه مربوط به بلوک ساختمانی، حیاط و کوچه برابر است اما در حضور بلوک‌های ساختمانی، تعداد لایه‌های هم سرعت در نزدیکی سطح زمین ک‌متر از دو حالت دیگر می‌گردد.

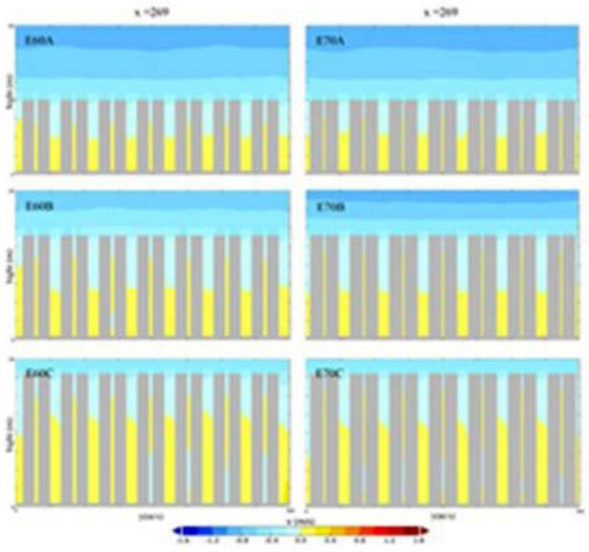
در کوچه‌ها و حیاط‌ها به دلیل عرض کم، خط اثر بلوک‌های ساختمانی دیده می‌شود که این موضوع در حیاط‌ها مشهودتر است. سرعت باد در نقاط یادشده از سطح زمین تا ارتفاع ۲۰ متری، دارای مقدار مثبت اما بسیار کمتر از سایر ترازهاست. به طوری که متوسط سرعت باد در تراز عابر پیاده در کوچه‌ها، به خصوص در سناریوهای E60A و E70A کمی بیشتر از حیاط‌هاست. درضمن مشاهده می‌شود که افزایش ارتفاع ساختمان‌ها در حیاط‌ها باعث افزایش نوسان خط سرعت صفر و در کوچه‌ها باعث افزایش ارتفاع هوای دارای سرعت مثبت می‌شود.

www.SID.ir

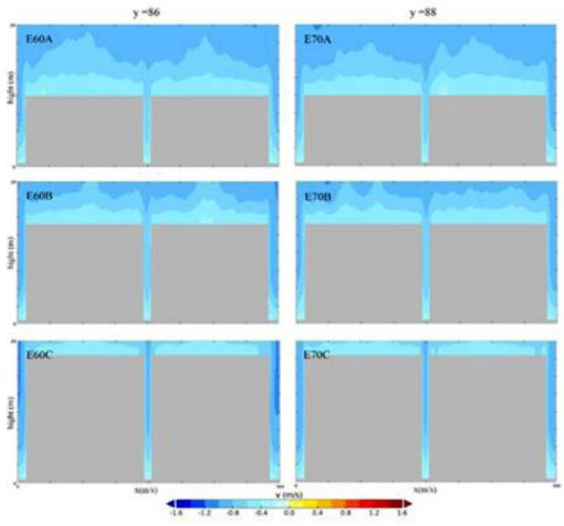
Archive of SID



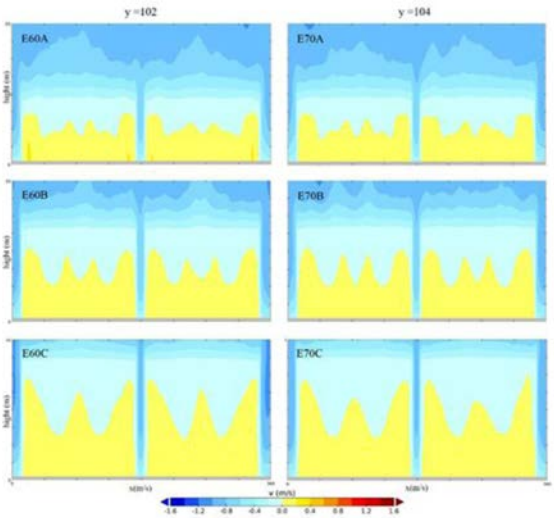
تصویر شماره۸: نماینده‌ای از توپوگرافی ساخت (X=۹۸)



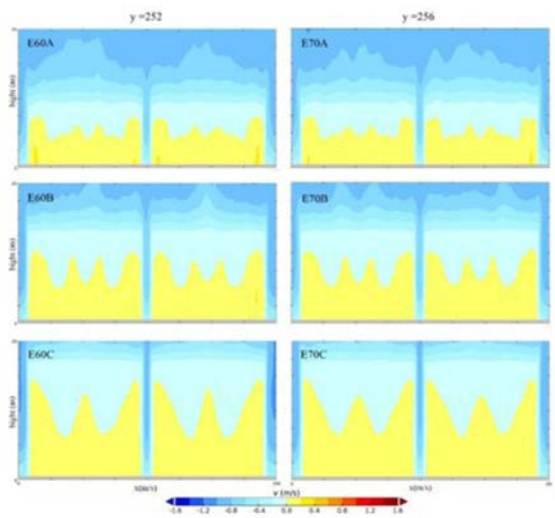
تصویر شماره۹: نماینده‌ای از توپوگرافی ساخت (X = ۲۶۹)



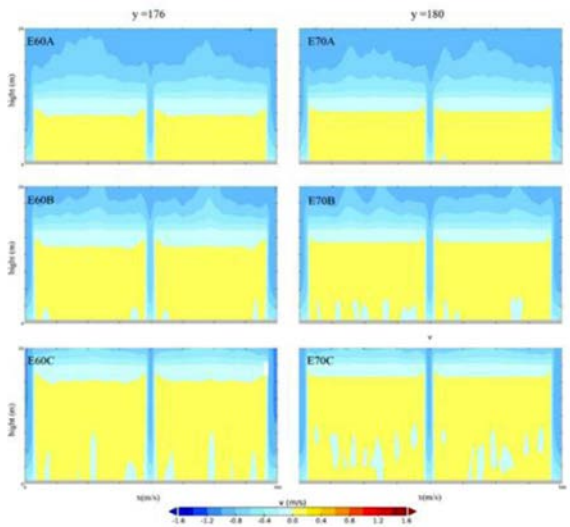
تصویر شماره۱۰: نماینده‌ای از توپوگرافی ساخت



تصویر شماره۱۱: نماینده‌ای از توپوگرافی کوچه



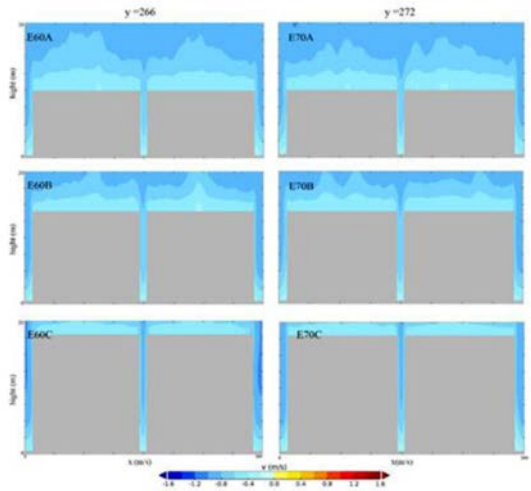
تصویر شماره ۱۲: نماینده‌ای از توپوگرافی کوچه



تصویر شماره۱۳: نماینده‌ای از توپوگرافی حیاط

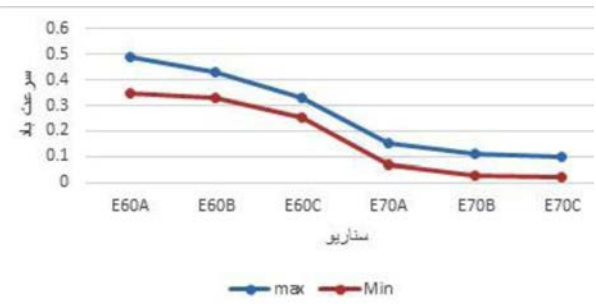
www.SID.ir

Archive of SID



تصویر شماره ۱۴: نماینده‌ای از توپوگرافی ساخت

٤،٦. تحلیل تأثیرات ضوابط شهرسازی و ساختمانی بر جریان باد در سناریوهای تعریف شده

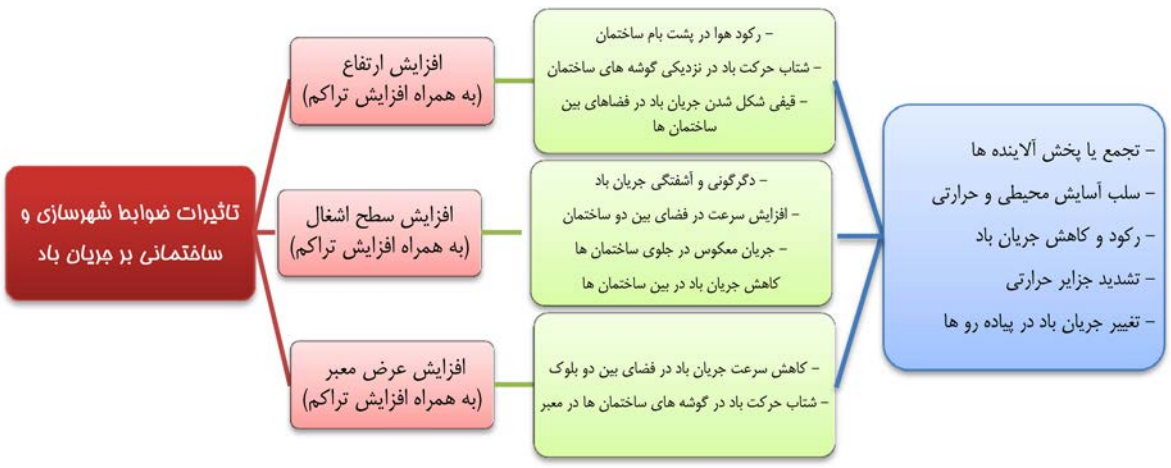


تصویر شماره۵۱: بیشینه و کمینه سرعت باد در سناریوهای مختلف

براساس نتایج حاصل از مدل‌سازی می‌توان اینگونه جمع‌بندی نمود که قرارگیری ساختمان‌ها به صورت ردیفی با ارتفاع یکسان در کنار یکدیگر اثر باد منطقه‌ای در پشت ساختمان ها راکاهش می دهد. در این حالت عمده ساختمان‌ها در سایه باد قرار می‌گیرند و همچنین با توجه به مقدار بیشینه و کمینه سرعت باد در هر سناریو در تصویر شماره ۱۵ به خوبی می‌توان مشاهده کرد که تراکم ساختمانی حتی در مناطق با تراکم۶۰ درصد اثر چندانی بر جریان باد نخواهد داشت، چراکه جریان باد مسدود شده است. در مجموع، این نوع اثرکه می‌توان به‌گونه‌ای آن را اثر ونتوری نامید، در مواقعی اتفاق می‌افتد که ساختمان‌ها حدود ۱۴متر (E60C و E60B وE70B و E70C) یا بیشتر ارتفاع داشته باشند. بنابراین فاصله بین ساختمان‌ها باید در حدی باشدکه مناطق آیرودینامیکی هر ساختمان به صورت منفرد عمل کند و در این مناطق تداخلی ایجاد نگردد.

ساختمان‌های به هم متصل و فشرده، نقش تونلی را ایفا می‌کنند که ضمن هدایت باد در مسیری مشخص در پاره‌ای از موارد افزایش سرعت باد را نیز در پی دارد ولی اگر ساختمان‌هایی که در دو طرف معابر قرار گرفته‌اند، به هم چسبیده و پیوسته نباشند و در فاصله‌هایی از هم جدا شوند، باعث میگردد که باد از مسیرخارج شده و ساختمان‌ها را دور بزند. دور زدن جریان هوا اطراف ساختمان‌ها، باعث به وجود آمدن گرد باد در سطح شهر می‌گردد. در این شرایط معابری که در دو طرف ساختمان قرار دارند، در معرض شدید وزش باد قرار می‌گیرند و نمی‌توانند آلودگی‌ها را تهویه نمایند.

بنابراین قرارگیری این ساختمان‌ها به صورت ردیفی در ساختار شهر می‌تواند اثر منفی بر جریان باد در خیابان‌ها و پیاده‌روها داشته باشد. پس با توجه به نوع چیدمان پلاک‌ها به صورت ردیفی می‌توان اینگونه سناریوها را دسته‌بندی نمود که تراکم متفاوت به دلیل نوع چیدمان پلاک‌ها تأثیر بسزایی بر جریان باد نمی‌گذارد پس ارتفاع‌های بالا (۱۷متر) اگرچه می‌تواند برای تأمین آسایش حرارتی مفید باشد و شرایط مطلوبی را در معابر برای شهروندان ایفا کند(E70C و E60C) ولی برای تهویه هوا و کاهش آلودگی هوا به دلیل عدم جریان مناسب باد و ایجاد گردبادهایی نامناسب بوده و سناریوهای دیگر(E60A وE60B وE70A وE70B) بتواند بهتر عمل کند. گفتنی است که ارتفاع ساختمان‌ها در این چهار سناریو مابین ۱۰،۵ تا ۱۴ متر است.



تصویر شماره ۱۶: تأثیرات ضوابط شهرسازی و ساختمانی بر جریان باد

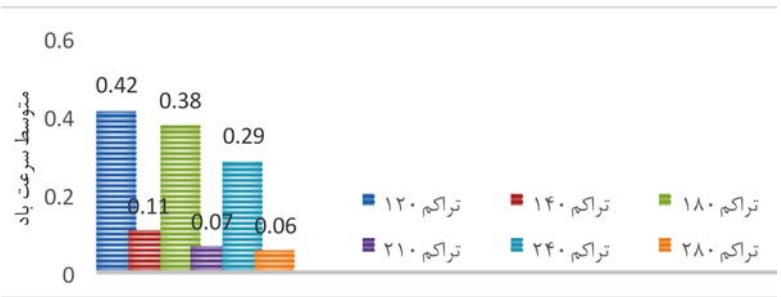
www.SID.ir

Archive of SID

به منظور تعیین و اولویت‌سنجی شاخص‌های تأثیرگذار بر جریان باد، از متوسط سرعت باد استفاده شده و نتیجه برای هر یک از سناریوهای شش‌گانه ارائه گردیده است. تصاویر مختلف17، 18 و 19 به ترتیب اثر ارتفاع، سطح اشغال و تراکم را بر متوسط سرعت باد نشان می‌دهند. بر این اساس با افزایش سطح اشغال، نسبت سرعت به شدت کاهش می‌یابد. همچنین در اکثر سناریوها، افزایش ارتفاع ساختمان منجر به کاهش نسبت سرعت می‌شود (یک استثنا دراین بین دیده می‌شود، مقایسه سناریوی E70B با E70C نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع ساختمان به ترتیب از 14 به 17 متر، برخلاف انتظار، نسبت سرعت (در سناریوی E70C) افزایش می‌یابد. ودر نهایت این که تغییر تراکم به‌تنهایی نمی‌تواند تغییر نسبت سرعت را تفسیر نماید، بنابراین این شاخص، عامل مناسبی برای سنجش جریان باد به‌حساب نمی‌آید.

تصویر شماره ۱۷: رابطه نسبت سرعت با ارتفاع (تعداد طبقات)

تصویر شماره ۱۸: رابطه نسبت سرعت با سطح اشغال



تصویر شماره ۱۹: رابطه نسبت سرعت با تراکم

۵. نتیجه‌گیری

توده‌های ساختمانی از اجزای جدایی ناپذیر اکوسیستم شهری و مؤلفه‌های تأثیرگذار بر آسایش حرارتی به شمار می‌آیند. بنابراین نحوه آرایش توده‌ها، ارتفاع، تراکم، سطح اشغال و دیگر ویژگی آنها در قالب ضوابط شهرسازی و ساختمانی می تواند سهم عمده ای در تنظیم شرایط محیط و جریان باد داشته باشد. در همین راستا در پژوهش پیشِ رو، تأثیر ضوابط شهرسازی و ساختمانی بر جریان باد ارزیابی گردیده و نتایج پژوهش در قالب سه بخش(سرعت باد، نسبت سرعت و گردابان باد) ارائه می‌شود.

یافته‌های پژوهش حاکی از آنست که افزایش سطح اشغال در همه سناریوهای شش‌گانه تعریف شده، موجب کاهش شدید نسبت سرعت (نسبت سرعت در تراز عابر پیاده به سرعت در بالای لایه مرزی) و در اکثر سناریوها، افزایش ارتفاع ساختمان (افزایش تعدادطبقات) منجر به کاهش نسبت سرعت می‌شود. این نکته نیز مشخص گردید که تغییر تراکم گزینه مناسبی برای تفسیر تغییر نسبت سرعت نیست.

همچنین نتایج حاصل از مدل‌سازی حاکی از آنست که هر دو عامل سطح اشغال و ارتفاع ساختمان‌ها در سناریوهای مختلف می‌توانند بر رفتار باد در ترازهای مختلف تأثیرگذار باشند؛ به گونه ای که افزایش سطح اشغال موجب افزایش سرعت باد در بخش بالایی ستون هوا می‌شود؛ در صورتی که ارتفاع ساختمان‌ها ۱۴ متر نباشد. بااین‌وجود افزایش سطح اشغال در نزدیکی سطح زمین رفتار متفاوتی از خود نشان می‌دهد و موجب کاهش سرعت باد (ارتفاع‌های بین ۱ تا ۳ متر) می‌گردد. افزایش ارتفاع ساختمان‌ها در ترازهای بالای هوا موجب کاهش سرعت باد می‌شود اما در نزدیکی سطح زمین، ارتفاع ساختمان‌ها صرفاً در صورتی که سطح اشغال برابر با ۶۰ درصد باشد، موجب کاهش این پارامتر می‌گردد. بنابراین اثر تغییر سطح اشغال بر سرعت باد بیشتر از اثر تغییر ارتفاع ساختمان‌هاست.

اما در ارتباط با بررسی فضاهای باز(شبکه معابر) این گونه به نظر می‌رسد

www.SID.ir

Archive of SID

که ۱) افزایش ارتفاع ساختمان‌ها از ۱۰/۵ متر به ۱۴ متر باعث کاهش جریان باد در خیابان می‌شود، ۲) نوساناتی که سناریوهای مختلف بر نسبت سرعت در حیاط‌ها ایجاد می‌کنند، بسیار محدودتر از نوسانات ایجاد شده در کوچه‌ها و خیابان است و ۳) در ابتدا و انتهای کوچه‌ها، سرعت بیشتر از بخش‌های میانی است، به طوری که افزایش سرعت مشاهده شده با افزایش ارتفاع ساختمان‌ها، تعداد طبقات و افزایش سطح اشغال در هر دو حالت تعریف شده، کاهش می‌یابد.

علاوه بر این موضوع، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در نزدیکی سطح زمین (ارتفاع کمتر از ۲۰ متر) افزایش ارتفاع ساختمان‌ها (به‌ویژه افزایش از ۱۴ به ۱۷ متر) موجب افزایش گرادیان سرعت می‌شود اما در مورد ارتفاعات بالاتر این اثر کاملاً برعکس است؛ به طوری که افزایش ارتفاع ساختمان باعث کاهش گرادیان سرعت باد می‌شود. به طوری که در نواحی بسیار نزدیک به سطح زمین، میزان تغییرات بسیار ناچیز خواهد بود.

از این رو مطابق آنچه گفته شد، به نظر می‌رسد که در سناریوهای E60A و E60B و E70A و E70B به دلیل سرعت و جهت مناسب جریان باد شرایط مطلوبی به منظور تهویه هوای شهری و کاهش آلودگی هوا فراهم باشد، در صورتی که سناریوهای E60C و E70C می‌توانند تأمین کننده دمای محدوده آسایش حرارتی برای عابران پیاده باشند.

براساس نتایج حاصل از پژوهش‌های مایدر(۲۰۱۸)، ونگ (۲۰۱۷)، گرونمیر(۲۰۱۷) و رامپنی(۲۰۱۵) سطح اشغال از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر جریان باد به شمار می‌آید، به گونه‌ای که الگوی بهینه را براساس میزان سطح اشغال تعیین می‌نماید اما با توجه به الگوی ریخت شناسی متفاوت شهر اصفهان، همچنین ضوابط شهرسازی و ساختمانی حاکم، امکان استفاده از نتایج پژوهش‌های خارجی ماقبل به منظور اصلاح ضوابط وجود ندارد. ازاین رو نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند نقطه آغازین ارزیابی این ضوابط از منظر آسایش حرارتی و پارامترهای اقلیمی باشد.

Reference

- Ahmadpour Kalhoroodi, N., Pourjafar, M, Mahdavi-Nejad, M., Posfian, S. (2015). The role and influence of design elements on the thermal comfort quality of urban open spaces. memari va shahrsazi, 18, 59-79. [In Persian]
- Alimardani, M. (2016). Study of the factors affecting thermal comfort in urban open space in Behbahan semi-arid climate. 3rd International Conference on Research in Engineering, Science and Technology. [In Persian]
- Bahreini, H. (2011). Urban Design Process. University of Tehran. [In Persian]
- Baqaei, P., Ansari, M, Bemian, M., Fayyaz, R. (2015). The range of thermal comfort in the traditional outdoor residential space of Yazd. Hoviat-e shahr, 23, 59-72. [In Persian]
- Farshchi, R. (2011). Architecture in the Age of Climate Change sofe, 48, 65-78. [In Persian]
- Gronemeier, T., Siegfried, R., Ng, E. (2017). Effects of Unstable Stratification on Ventilation in Hong Kong. Atmosphere, 8- 168.
- Heidari, S., Ghaffari Jabbari, Sh. (2011). Thermal comfort zone in cold and dry climates of Iran.Honar-haye ziba, 44, 37-42. [In Persian]
- Heidari, S., Monam, A. (2013). Evaluation of the characteristics of outdoor thermal comfort. joghrafia va tose nahiye-ei, 20, 37-42. [In Persian]
- Ho, Y., Chun-Ho, L., Man Sing, W. (2015). Preliminary study of the parameterisation of street-level ventilation in idealised two-dimensional simulations. Building and Environment Building and Environment, 89, 345-355.
- Maider, L., Elie, B. (2018). Shaping buildings to promote street ventilation: A large-eddy simulation study. Urban Climate, 26, 76-94.
- Maleki, M., Mohammadkari, B., Maaref, M. (2017). Investigating the performance of the yard and its design features to improve the thermal performance and thermal comfort in weather conditions in Tehran. Mohandesi mechanic-e Modares, 4, 369-380. [In Persian]
- Manshizadeh, R., Hosseini, E, Ajagh, A., Shabani, H. (2012). Thermal comfort and the effect of building height on the microclimate of urban spaces. Barnamerizi mohiti, 20, 109-126. [In Persian]
- Mohammadi, B., Halabian, A. (2015). Analysis of climatic comfort in Sanandaj city using physiological equivalent temperature index. First International Conference on Tourism Management and Sustainable Development. [In Persian]
- Montazeri, M., Jahanshahloo, L., Majedi, H. (2018). The effect of urban physical form components on the thermal comfort of urban open spaces Joghrafia va motaleat-e mohiti, 22, 49-66. [In Persian]
- Najafi, M., Najafi, N. (2012). Investigation of thermal comfort using PPD and PMV methods. Haft Hesar, 1, 61-70. [In Persian]
- Nasrollahi, F. (2013). Green office buildings: low energy demand through architectural energy Efficiency. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin.
- Ramponi, R., Blocken, B., B. de Coo, L., Janssen, W. (2015). CFD simulation of outdoor ventilation of generic urban configurations with different urban

www.SID.ir

Archive of SID

densities and equal and unequal street widths. Building and Environment, 92, 152-166.

- Rezazadeh, R., Aghajan Biglou, E. (2011). Suggested Pattern for Mass Massing in Residential Parts, Comparative Study of Two Mass Modeling Models in Residential Block Criteria with Thermal Combustion Criteria. memari va shahrsazi, 7, 165-184. [In Persian]
- Safaeipour, M., Azizi, K., Borna, R. (2012). Study of the effect of climatic elements of temperature and humidity on the architecture of residential texture of Baghmalek city. Andishe joghrafiayi, 12, 109-126. [In Persian]
- Shaeri, J., Yaghoubi, M., Aliabadi, M., Vakilinejad, R. (2017). Investigation of temperature, relative humidity and wind speed in traditional residential buildings in Bushehr in the hot season. Honar-haye ziba, 4, 93-105. [In Persian]
- Shaeri, J., Aflaki., A, , Yaghoubi, M., Janalizadeh. (2018). Investigation of passive design strategies in a traditional urban neighborhood: A case study. Urban Climate, 26, 31-50.
- Tahbaz, M. (2013). Climatic Knowledge Climatic Design. Tehran: Shahid Beheshti University. [in Persian]
- Wang, W., Ng, E., Yuan, C., Raasch. (2017). Large-eddy simulations of ventilation for thermal comfort — A parametric study of generic urban configurations with perpendicular approaching winds. Urban Climate, 20, 202–227.

نحوه ارجاع به مقاله:
حیدری، سمانه؛ مرتضایی، گلناز، (۱۳۹۹)، ارزیابی تاثیر ضوابط شهرسازی برآسایش حرارتی فضاهای باز با تأکید بر جریان باد از طریق شبیه سازی پیچک‌های بزرگ (نمونه مورد مطالعه: الگوهای مسکونی ردیفی شهر اصفهان)، مطالعات شهری،
10 (37)، 113-126. doi: 10.34785/J011.2021.988/Jms.2021.142
http://www.urbstudies.uok.ac.ir/article_61437.html

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Motaleate Shahri. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir