



Journal of Environmental Studies

Vol. 48, No. 1, Spring 2022

Journal Homepage: www.Jes.ut.ac.ir
Print ISSN: 1025-8620 Online ISSN 2345-6922

The Relationship Between the Placement of Building Blocks and Wind Flow at the Pedestrian Level

Document Type
Research Paper

Mahsa Samadpour Shahrak¹, Mehrdad Karimimoshaver^{1*}

Received
September 23, 2021

¹ Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Accepted
May 27, 2021

DOI: 10.22059/JES.2022.331141.1008229

Abstract

Assessing human comfort outdoors is one of the key criteria in the design of building. One of the effective factors in creating comfort conditions is wind flow. The purpose of this study is to investigate the effect of urban blocks on wind flow for creating the comfortable condition. The ratio of buildings height to distance (H/W) and the orientation of buildings as the most important factors affecting wind flow were examined. The ratios of 0.5, 1, 1.5, and 2 were selected and orientations of 135° to 200° were examined. A residential complex in Tabriz was selected as a case study and weather information of the last 19 years (2002-2021) of Tabriz was extracted from the Meteorological Organization. Months of the year that were unfavorable in terms of comfort conditions were identified by using the Penwarden standard. Accordingly, January 6, 2021, was selected as one of the coldest days of the year, and to simulate different scenarios, Envi-met (4.4.5) software was used. The results show that the H/W ratios of 0.5 to 1 and the orientations of 200° to 185° and 135° are the most appropriate. In this research two important factors, H/W and their orientation were studied in a linear form. One of the limitations of the research is that only the comfort conditions in the outdoor environment of the buildings have been studied. Therefore, in future research, the arrangement of urban blocks to consume less energy inside buildings can be examined.

Keywords: Outdoor thermal comfort, wind speed, building orientation, H/W ratio

* Corresponding Author:

Email: mkmoshaver@basu.ac.ir

Introduction

Among the various factors of environmental comfort in outdoor space, wind flow has a great impact on the quality of urban spaces. In the 1970s, Lawson et al. reported the death of two elderly women due to sudden, strong winds around buildings. Wise et al. have conducted studies on shops that do not have customers due to wind conditions in the area. Various researches have been done on the shape and form of blocks, their ratio of height to their distance (H/W), orientations, and the effect of these factors on wind speed. However, most of this research has been done in areas with warm climates and cannot be generalized to other regions with different climates, and in most studies, the summer season has been analyzed and studied. A limited number of studies have examined the cold days of the year and cold climate. This research, in line with the research done in this field and with a more comprehensive look at the relationship between H/W ratio and also examining the orientation of buildings with more accurate angles, in the form of linear buildings, examines outdoor thermal comfort. This research has been done around one of the residential blocks in Tabriz, Iran with a dry climate and relatively hot summers and cold winters.

Materials and Methods

The study site is located in a residential area of Tabriz city. Tabriz (38.12°N, 46.24°E) is a metropolis in the Azerbaijan region of Iran and is the capital of East Azerbaijan Province. Tabriz has a population of over 1.7 million (2016). Its climate is dry steppe and enjoys a mild and fine climate in spring, a dry and semi-hot in summer, a humid and rainy in autumn, and snowy cold in winter. The prevailing wind is from east to west. The average annual temperature is 12.6°C (54.7 °F). It's elevation ranges between 1,350 and 1,600 meters (4,430 and 5,250 ft) above sea level.

One of the pioneers who prepared a graph to predict pedestrians' outdoor comfort zone is Penwarden. In 1975, he introduced his graph according to his comprehensive field studies in the UK. This graph that had been used for several years shows the needed periods for sunshine, shade, and wind according to the metabolic rate of the pedestrian with suitable seasonal clothes. For this reason, in this study, the Penwarden index was used to identify months of the year when conditions are unfavorable for pedestrians. Thus, January was identified as the worst month of the year in terms of thermal comfort. Also, February and December do not have favorable conditions. As a result, January 6, 2021, was selected as one of the coldest days of the year, and the effect of building blocks on wind flow in winter was investigated (Fig1).

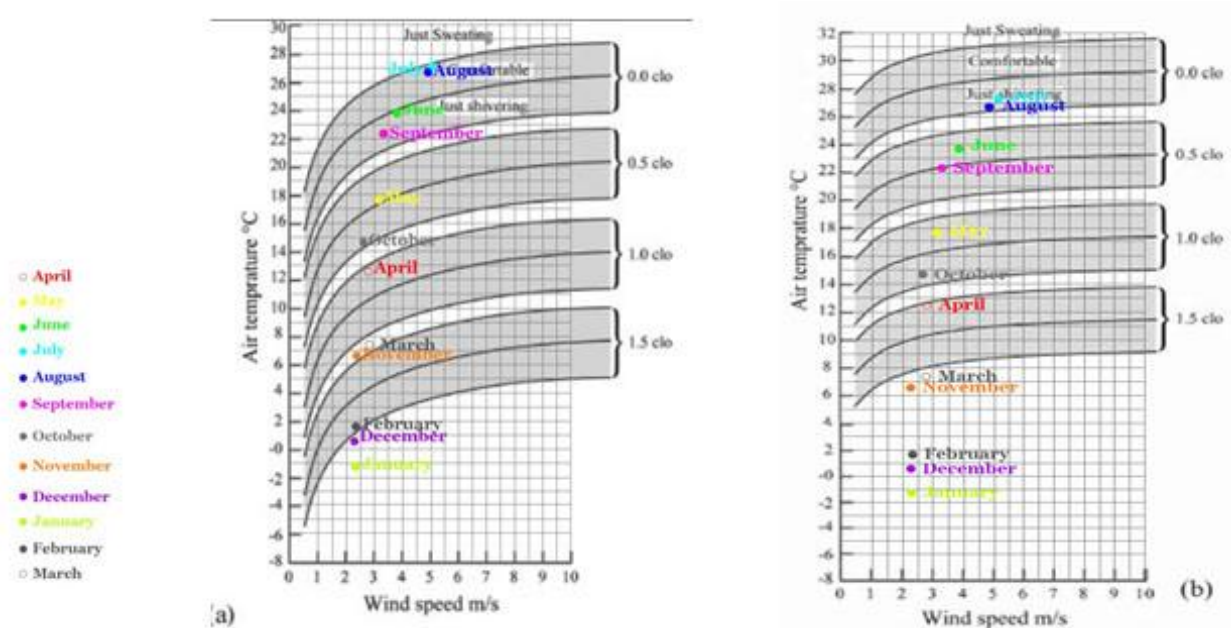


Figure 1: Status of different months of the year in Penward index, right: shadow, left: sunny

ENVI-met software (4.4.5) was used to simulate the surrounding environmental conditions. The information entered in the software can be seen in Table 1.

Table 1: Information and data entered in ENVI-met software

Information entered in ENVI-met	
Geographical Location	46.24°E, 38.12°N
Name of the area	Tabriz, East Azerbaijan Province, Iran
Date	2021.01.06
Model Dimensions	x-Grids=50, y-Grids=50, z-Grids=40
Size of grid cell in meter	dx=4,dy=4,dz=5
Simulation time	9 AM-8 PM, 11 hours
Temperature	Min: -9°C, Max: 0.6°C
Wind speed	2.9m/s
Wind direction	70°(North-East)
Relative humidity	58%
Pavement material: Cement Concrete	Albedo: 0.4, Thermal capacity: $2.08 \text{ [J m}^{-3} \text{ K}^{-1}] \times 10^6$, Thermal Conductivity: $1.63 \text{ [W m}^{-1} \text{ K}^{-1}]$
Building envelope: Cement Walls	Thickness: 15cm, U-value: 2.54 (W/ m ² K)

Discussion of Results:

The comparison between the H/W ratio and wind speed shows that with increasing height above ground level and this ratio, wind speed also increases.

The results show that in winter, with increasing the H/W ratio, the wind speed also increases. The average of wind speed at the ratios H/W=0.5 and H/W=1 is close to each other and increases when this ratio changes to H/W=1.5 and H/W=2. Therefore, H/W=0.5 to 1 ratio is suitable for design in this climate, and increasing this ratio can disrupt outdoor comfort conditions. This study agrees with researches that have examined this ratio in different climates in winter.

Also about the orientation of the blocks, Oke, Jin et al. concluded that in the linear pattern the angle between the wind direction and the axes of the blocks are inversely related to the wind speed. As the angle between the wind direction and the axes of blocks increases, the wind speed decreases. Studies in the subtropical climate of Tunisia's Mediterranean climate in summer, the Brazilian subtropical climate, the temperate climate of the Netherlands in summer, the very cold climate of China considered North-South (NS) orientation as the most appropriate one. Rizk-Hegazy et al. compare the four directions of 70,160,100,10 degrees from the north in the hot and dry climate of Saudi Arabia and consider 160 degrees clockwise from the north as the most suitable option. Also, studies conducted in the hot and dry climate of Algeria, hot and humid climate of Brazil are considered northeast-southwest (NE-SW), Northwest-Southeast (NW-SE) as the best orientation. This study, which examines eight angles, shows that the angles of 200° to 185° and 135° have a lower average wind speed, so it creates favorable conditions at the site, and angles of 175°, 165°, 155°, and 145° have higher average wind speeds and cause unfavorable conditions in the environment.

Conclusions:

The present study evaluates wind speed as the most important factor affecting thermal comfort conditions around residential blocks in a linear manner. Assuming that the height, distance, and orientation of the blocks are the factors that can affect wind speed. In this study, an arid climate with relatively hot summers and cold winters was selected as the study area. By using the Penwarden index, and comparing temperature and wind speed, the months of the year with the worst comfort conditions were identified. January was selected as the month that needs to be studied more closely to improve environmental conditions. Examining the number of changes that occur in the average wind speed in changing the H/W ratio, it can be concluded that with increasing H/W ratio, the average wind speed has an upward trend. And, ratios of H/W=0.5 to 1 can be considered the most appropriate ratio. Concerning the orientation of the buildings, it shows that the average wind speed was the lowest at an

angle of 200° , and with the change of the direction of the buildings clockwise to the north, the average of this index increased and reached the highest value at an angle of 165° then it decreases. Therefore, angles of 200° to 185° and 135° are the most favorable, and angles of 175° to 145° are not suitable. In this research two important factors, H/W and their orientation were studied in a linear form. One of the limitations of the research is that only the comfort conditions in the outdoor environment of the buildings have been studied. Therefore, in future research, the arrangement of urban blocks to consume less energy inside buildings can be examined.

بررسی تاثیر نحوه قرارگیری بلوک‌های ساختمانی بر جریان باد در سطح عابر پیاده

مهسا صمدپور شهرک^۱، مهرداد کریمی مشاور^{۱*}

۱. گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۴۰۰/۷/۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۰۶

چکیده

ارزیابی آسایش انسان‌ها در فضای باز یکی از کلیدی‌ترین معیارها در طراحی و چینش ساختمان‌ها بحساب می‌آید. یکی از فاکتورهای موثر در ایجاد شرایط آسایش، جریان باد است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی میزان تاثیر نحوه قرارگیری بلوک‌های شهری بر جریان باد، جهت ایجاد آسایش می‌باشد. دو شاخص کلیدی، نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به فاصله‌شان^۱ (H/W) و نیز جهت‌گیری ساختمان‌ها به عنوان مهمترین عوامل تاثیرگذار بر جریان باد مورد بررسی قرار گرفت. در ارتباط با عامل نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به فاصله آنها از همدیگر، نسبت‌های ۰٫۵، ۱٫۵ و ۲ انتخاب شدند و برای جهت‌گیری، جهت‌گیری‌های ۱۳۵° الی ۲۰۰° مورد بررسی قرار گرفتند. مجتمع گلپارک در شهر تبریز به عنوان نمونه مورد مطالعاتی انتخاب و اطلاعات سینوپتیک ۱۹ سال اخیر (۲۰۰۲-۲۰۲۱) شهر تبریز از سازمان هواشناسی کشور استخراج شد. با استفاده از شاخص پنوردن، ماه‌هایی از سال که شرایط نامساعدی را به لحاظ آسایشی در فضای باز دارند، شناسایی شد. براین اساس روز ۱۷ دیماه در سال ۱۳۹۹ به عنوان یکی از سردترین روز سال انتخاب و جهت شبیه‌سازی سناریوهای مختلف از نرم‌افزار انویمت مدل ۴٫۴٫۵ استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، نسبت‌های H/W ۰٫۵ الی ۱ مناسب‌ترین نسبت، همچنین در رابطه با جهت‌گیری بلوک‌ها، جهت‌گیری‌های ۱۸۵° تا ۲۰۰° و جهت‌گیری ۱۳۵° مناسب می‌باشند.

کلید واژه‌ها: آسایش حرارتی در فضای باز، سرعت باد، جهت‌گیری بنا، نسبت H/W

سرآغاز

انجام داده‌اند. Karimimoshaver و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی موضوعات دیگری بغیر از جریان باد اطراف بلوک‌های ساختمانی پرداخته‌اند. تحقیقات متنوعی در زمینه تاثیر بنا و بلوک‌های شهری بر جریان باد، صورت گرفته است. Metje و همکاران (۲۰۰۸)، با بررسی شرایط آسایش عابران پیاده در پنج کشور مختلف، ارتباط قوی بین آسایش عابران و سرعت جریان هوا یافتند. در سرعت جریان هوای بیشتر از ۵ متربرثانیه، بیش از ۶۰ درصد پاسخ‌دهندگان از جریان هوا ناراضی هستند. Müller و همکاران (۲۰۱۴) در نشان دادن اثرات باد در آلمان به این نتیجه رسید که افزایش

افزایش جمعیت، تراکم شهری و به تبع آن افزایش دمای زمین ضرورت توجه به تاثیر طراحی بر آسایش حرارتی در فضای باز را روشن می‌سازد. از میان فاکتورهای مختلف آسایش محیطی در فضای بیرونی، جریان باد، به عنوان یکی از عناصر اقلیمی تاثیر فراوانی در کیفیت فضاهای شهری دارد. Lawson و Penwarden (۱۹۷۵) مرگ دو پیرزن به دلیل وجود باد ناگهانی و قوی اطراف ساختمان‌ها گزارش کرده است. Wise (۱۹۷۱) مطالعاتی در مورد مغازه‌هایی که به دلیل شرایط باد منطقه مورد استقبال مشتری قرار نگرفته اند،

جهت‌گیری شمال غربی، جنوب شرقی سرعت باد کمتری در منطقه ایجاد می‌کند.

همچنین در ایران مقالات متعددی در رابطه با باد اطراف ساختمان‌ها صورت گرفته است. Masnavi و همکاران (۲۰۱۲)، الگوهای مختلف همسایگی در سه نوع مختلف، شبکه‌بندی (محلّه هفت حوض)، پراکنده (محلّه عودلاجان) و مرکزی (محلّه شهرک غرب) در شهر تهران را شناسایی کرده است و به بررسی جریان باد و تهویه طبیعی محله‌ها، در جهت صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها پرداخته‌اند و تراکم و فشردگی همسایگی‌ها را از عوامل مهم در جریان باد معرفی کرده‌اند. Javanroodi و همکاران (۲۰۱۸)، تاثیر مورفولوژی شهری بر افزایش تهویه و در نتیجه کاهش مصرف انرژی در ماه‌های گرم سال در اقلیم گرم و خشک تهران پرداخته است و نشان می‌دهد فرم ساختمان‌ها در بهبود تهویه تا ۱۵٪ می‌تواند تاثیرگذار باشد. با اینحال در این پژوهش‌ها به فضای باز میان بلوک‌های شهری و ایجاد شرایط آسایشی در این محیط توجهی نشده است. Nasrollahi و همکاران (۲۰۱۷) نسبت ارتفاع بنا به فاصله و نیز جهت‌گیری را در اقلیم گرم و خشک در شهر شیراز، در یکی از محلات سنتی مورد بررسی قرار داده است. آنها به این نتیجه رسیده‌اند که بیشتر شدن این نسبت و نیز کشیدگی جنوبی در فصل زمستان موجب بهتر و منظم شدن جریان باد می‌شوند. Eyni و Taban (۲۰۱۹)، تاثیر دو عامل محصوریت و جهت گذر بر جریان باد را در اقلیم گرم و مرطوب دزفول در دو فصل تابستان و زمستان در محلّه سیاه‌پوشان و گذرشاهی مورد بررسی قرار داده است و بیان می‌کند افزایش محصوریت و ساخت ساختمان‌های منظم باعث تهویه بهتر می‌شود. Rozati و Ghanbaran (۲۰۱۴)، براساس شاخص‌های آسایش باد، میزان آسایش حاصل از وزش باد در فضای باز در ماه‌های مختلف سال را بدست آورده‌اند. این تحقیق که در اقلیم گرم و خشک اصفهان مورد بررسی قرار گرفته است، جریان باد در دیمه را عامل مختل شدن شرایط آسایش افراد می‌داند.

سرعت باد در فصل تابستان می‌تواند شاخص دمای معادل فیزیولوژیک را تا ۱۵ درجه سانتیگراد کاهش دهد. Kim و همکاران (۲۰۱۸)، با در نظر گرفتن فاکتور باد در محیط شهری، به بررسی شرایط آسایش عابرین در سنول با زمستان‌های سرد، پرداخته است. آنها از طریق پرسشنامه به این نتیجه رسیده‌اند افراد حتی زمانیکه شاخص خنک‌کنندگی باد ۲ پایین باشد؛ احساس ناراضایتی میکنند. یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار بر شرایط محیطی فضای باز، جهت‌گیری ساختمان‌ها و خیابان‌ها می‌باشد. چراکه تغییر این عامل می‌تواند در دریافت انرژی خورشیدی و بازتاب آن بوسیله ساختمان‌ها و مبلمانهای شهری تاثیرگذار باشد (Hegazy and Qurnfulah, 2020). Achour-Younsi و Kharrat (۲۰۱۶) دو عامل نسبت H/W و نیز جهت‌گیری ساختمان‌ها را از مهم‌ترین عوامل موثر در بهبود شرایط آسایش محیط در یکی از منطقه‌های تونس با آب و هوای نیمه‌گرمسیری اطراف میدانند. Hegazy و Qurnfulah (۲۰۲۰) در اقلیم گرم و خشک جده عربستان، سرعت باد را در چهار جهت مختلف قرارگیری ساختمان‌ها در روزهای گرم و سرد سال بررسی کرده است و به این نتیجه رسیده است که هر چهار جهت به لحاظ سرعت باد در وضعیت مطلوبی قرار دارند. Shui و همکاران (۲۰۱۸)، در یکی از مناطق در چین با اقلیم سرد، به بررسی سرمای باد در هفت نوع چینش بلوک‌های ساختمانی در ارتفاع عابر پیاده پرداخته است و ارتفاع بناها را موثر در سطح آسایش افراد موثر می‌داند. Liu و همکاران (۲۰۱۹)، با بررسی چینشهای مختلف بلوک‌های ساختمانی (خطی، نیمه محصور، باز) در هاربین چین با اقلیم سرد، بلوک‌های نیمه محصور را نسبت به دو فرم دیگر موثر در کاهش سرعت باد می‌داند و به این نتیجه رسیده‌اند که فضا و محیط هرچقدر محصورتر می‌شود، سرعت باد کمتر می‌شود. Lin و همکاران (۲۰۱۹)، به تحلیل عوامل اقلیمی مختلف اطراف مناطق مسکونی سنتی در اقلیم سرد هاربین در چین، پرداخته است و بیان می‌کند

شرایط آسایشی در این محیط، امری ضروری است. از میان عوامل محیطی گوناگون، فاکتور باد به عنوان یکی از فاکتورهای مهم و تاثیرگذار در حضور افراد می باشد و این مسئله در روزهای سرد سال بخصوص فصل زمستان محسوس تر است. لذا در پژوهش حاضر شهر تبریز با اقلیم سرد به عنوان منطقه مطالعاتی و گونه خطی به عنوان نمونه غالب ساخت مجتمع های مسکونی، در این شهر انتخاب شد. دو عامل کالبدی نسبت ارتفاع بلوکها به فاصله آنها از همدگر و جهت گیری آنها به عنوان متغیرهای مستقل، با فرض اینکه تغییر هر کدام از این عاملها می تواند بر سرعت باد منطقه اثرگذار باشد، مورد بررسی قرار گرفت. جهت واکاوی عوامل محیطی در منطقه مورد مطالعه، اطلاعات هواشناسی ۱۹ سال اخیر (۲۰۰۲-۲۰۲۱) استخراج گردید. با توجه به اطلاعات هواشناسی، جهت، سرعت باد غالب مشخص شد و ماههایی از سال که نامساعدترین شرایط محیطی در آنها اتفاق افتاده است، با استفاده از نمودار پنواردن تعیین گردید. براین اساس، روز ۱۷ دیمه به عنوان یکی از سردترین روز سال که جهت باد در آن روز، با جهت باد غالب در منطقه مورد مطالعه همخوانی دارد، انتخاب شد و اطلاعات هوا در روز مشخص شده به نرم افزار انتقال داده شد. نسبت های ارتفاع به فاصله ساختمانها از نسبت ۰,۵ تا ۲ و جهت گیریها از جهت گیری ۱۳۵ درجه تا ۲۰۰ درجه در چهار نقطه سایت مورد بررسی قرار گرفت و میانگین اطلاعات سرعت از ساعت ۹ صبح تا ۸ شب در قالب نمودار و تصاویر استخراج شده از نرم افزار مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

منطقه مورد مطالعه

مشخصات و ویژگی های جغرافیایی و اقلیمی منطقه مورد مطالعه

شهر تبریز (۳۸,۱۲° شمالی، ۴۶,۲۴° شرقی)، کلانشهری در منطقه آذربایجان ایران و مرکز استان آذربایجان شرقی است. براساس داده های آماری در سال ۱۳۹۵ جمعیتی

Karimimoshaver و همکاران (۲۰۲۱ و ۲۰۲۲) در دو تحقیق جداگانه به بررسی اثر نسبت ارتفاع به پهنای بلوک های شهری در جریان باد، آسایش حرارتی و همچنین جزایر حرارتی پرداختند که نتایج نشان دهنده نقش مهمی است که چگونگی قرارگیری بلوک های شهری و همچنین نسبت ارتفاعی بناها به فضاهای باز اطراف دارند.

در نهایت می توان به این مطلب اشاره کرد که تحقیقات مختلف و متنوعی در رابطه با موضوع مورد پژوهش، صورت گرفته است. با اینحال اکثر این تحقیقات در مناطقی با اقلیم گرم و در فصل تابستان صورت گرفته اند و قابل تعمیم به سایر مناطق با اقلیم متفاوت نمی باشند. همچنین برخی دیگر از پژوهشها سرعت و جریان باد را در جهت بهبود مصرف انرژی در داخل ساختمانها بررسی کرده اند و در آنها به بهبود شرایط آسایشی در فضای باز توجهی نشده است. تعداد تحقیقات محدودی وجود دارد که به روزهای سرد سال و اقلیم سرد توجه داشته باشند که در این تحقیقات چیدمانهای مختلف بلوکها با یکدیگر بررسی شده است. در حالیکه در این پژوهش فرم خطی به عنوان فرم غالب ساخته شده در مجتمع های مسکونی انتخاب و علل و عوامل کالبدی موثر بر شرایط محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. این تحقیق نیز در راستای تحقیقات صورت گرفته در این زمینه و با نگاهی جامع تر به ارتباط میان نسبت ارتفاع بنا به فاصله آنها (H/W) و نیز بررسی جهت گیری ساختمانها با زوایای دقیق تر، در گونه ساختمانهای خطی به بررسی آسایش حرارتی در فضای باز اطراف یکی از ساختمانهای مسکونی در شهر تبریز می پردازد.

مواد و روش بررسی

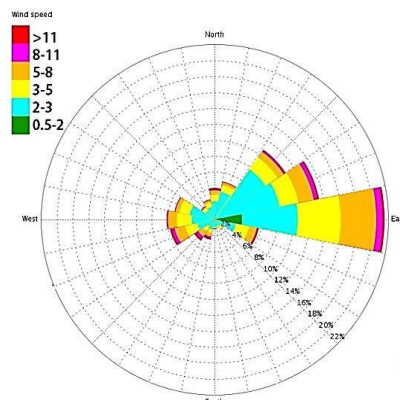
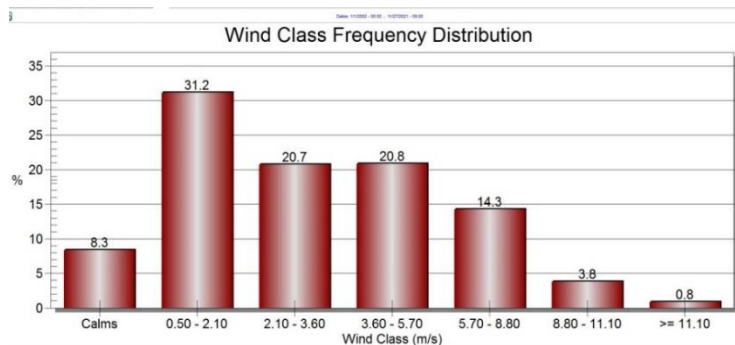
فضای باز میان بلوکهای ساختمان در مجتمع های مسکونی، توان پذیرش نقشهای متنوعی از قبیل قدم زدن، دوچرخه سواری، نشستن و استراحت کردن، بحث و تبادلات اجتماعی را دارد و حضور افراد با بهبود شرایط محیطی بیشتر می شود. لذا توجه به فضای باز و ایجاد

برای سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱ بدست آمد. جدول ۱ اطلاعات وارد شده در نرم افزار را نشان می دهد. با توجه به این نمودار، ۳۱٪ مواقع باد، با سرعت ۰٫۵ تا ۲ متربرثانیه، ۲۰٫۷٪ مواقع، باد با سرعت ۲٫۱ تا ۳٫۶۰ و ۲۰٫۸٪ مواقع، باد با سرعت ۳٫۶۰ تا ۵٫۷۰ متربرثانیه در شهر تبریز وزیده است. در اکثر مواقع سرعت باد ۰٫۵ تا ۵٫۷۰ متربرثانیه بوده است. همچنین ۸٫۳٪ بادهای آرام و ۹۱٫۷٪ بادهای دارای سمت و سرعت می باشند و تنها ۰٫۸٪ باد سرعت بالای ۱۱ متربرثانیه دارد. همچنین شکل ۱ گلباد شهر تبریز در سالهای مذکور را نشان می دهد که بادهای محلی با شدت و ضعف از تمامی جهات به این شهر می وزند. از میان آنها بادهای سمت شرق جهت اصلی جریان هوای شهر را تشکیل می دهند و از بیشترین مقدار وزش سالیانه برخوردار هستند و در حدود ۲۱٪ از کل بادهای را شامل می شوند. در این جهت ۳٪ باد غالب، با سرعت ۰٫۵ تا ۱٫۵ متربرثانیه، در حدود ۸٪، باد غالب با سرعت ۲ تا ۳ متربرثانیه، ۵٪ باد با سرعت ۳٫۵ تا ۵ متربرثانیه، ۵٪ باد با سرعت ۵٫۵ تا ۸ متربرثانیه و ۱٪ باد غالب با سرعت بیشتر از ۸ متربرثانیه می وزد. باد نایب غالب شمال شرقی می باشد که ۱۳٪ مواقع باد از سمت مذکور وزیده است. در این جهت ۸٪ بادهای با سرعت ۲ تا ۳ متربرثانیه، ۳٪ بادهای با سرعت ۳٫۵ تا ۵ متر بر ثانیه، ۲٪ بادهای با سرعت ۵ تا ۸ متربرثانیه می وزند.

حدود ۱,۷۰۰,۰۰۰ داشته و آب و هوای آن استپی خشک با تابستانهای نسبتاً گرم و زمستانهای سرد است. میانگین بارندگی آن بسیار اندک و در حدود ۳۳۰٫۱ میلیمتر در سال است. در این منطقه معدل دمای سالیانه ۱۱ الی ۱۴ و نوسان دمای سالیانه ۳۶ الی ۴۶ درجه سانتیگراد می باشد. در تابستان متوسط دما طی روز ۲۸ الی ۳۵ درجه سانتیگراد می باشد. در زمستان متوسط حداکثر دما طی روز ۵- الی ۱۱- درجه سانتیگراد است. زمستانها حدود ۴۰ درصد و تابستانها حدود ۸۰ درصد مواقع روز، هوا آفتابی می باشد. میانگین دمای تبریز در تیرماه (گرمترین ماه سال) ۲۵٫۴ درجه سانتیگراد و در دی ماه (سردترین ماه سال)، ۲٫۵- درجه سانتیگراد می باشد. رطوبت نسبی هوا در تابستان حداقل ۲۰ تا ۶۰ درصد و در زمستان، ۷۰ تا ۹۰ درصد می باشد (سازمان اطلاعات هواشناسی کشور).

جهت و سرعت باد منطقه مورد مطالعه

نرم افزار WRPLOT، برنامه ای است که توسط گروه نرم افزاری- هواشناسی Lakes Environmental طراحی شده است. از این نرم افزار برای تحلیل های باد استفاده می شود. در این تحقیق نیز برای بدست آوردن نحوه توزیع سرعت باد از این نرم افزار استفاده شد. لذا اطلاعات سینوپ سه ساعته شهر تبریز از سایت هواشناسی کشور استخراج شد و با استفاده از نرم افزار WRPLOT مدل ۸,۰,۲، شکل ۲



شکل ۱: گلباد ۱۹ ساله شهر تبریز (سالهای ۲۰۰۲-۲۰۲۱)، سازمان هواشناسی کشور (سمت راست)

شکل ۲: نمودار نحوه توزیع سرعت باد در سالهای ۲۰۰۲-۲۰۲۱ شهر تبریز، منبع نگارندگان (سمت چپ)

جدول ۱. اطلاعات و داده‌های وارد شده در نرم افزار WRPLOT

Data Fields (2002-2021)	Station ID	Lat	Lon	Station Elevation
اطلاعات ساعت، روز، سال، سرعت و جهت باد	۴۰۷۰۶	۳۸,۱۲N	۴۶,۲۴ E	۱۳۶۱

مجتمع‌های گلپارک واقع در منطقه یک و شرق تبریز با الگوی چیدمان خطی، محدوده انتخابی برای این تحقیق می‌باشد (شکل ۳). از دلایل انتخاب این مجتمع، قالب منظم خطی که الگوی اکثر ساخت بلوک‌های مسکونی در شهر تبریز می‌باشد، است. بلوک‌های مجتمع چهارطبقه و به فاصله حدود ۲۰ متر از همدیگر قرار گرفته‌اند. جنس مصالح کف آسفالت و جنس نمای آنها سیمان رنگی می‌باشد. همچنین بلوک‌ها کشیدگی شمالغربی-جنوبشرقی و شرقی-غربی دارند.



شکل ۳: معرفی محدوده مورد مطالعه، منابع: نقشه شهر تبریز: Farsicad.com، تصویر بنا: نگارندگان

روش شبیه‌سازی شاخص پنواردن

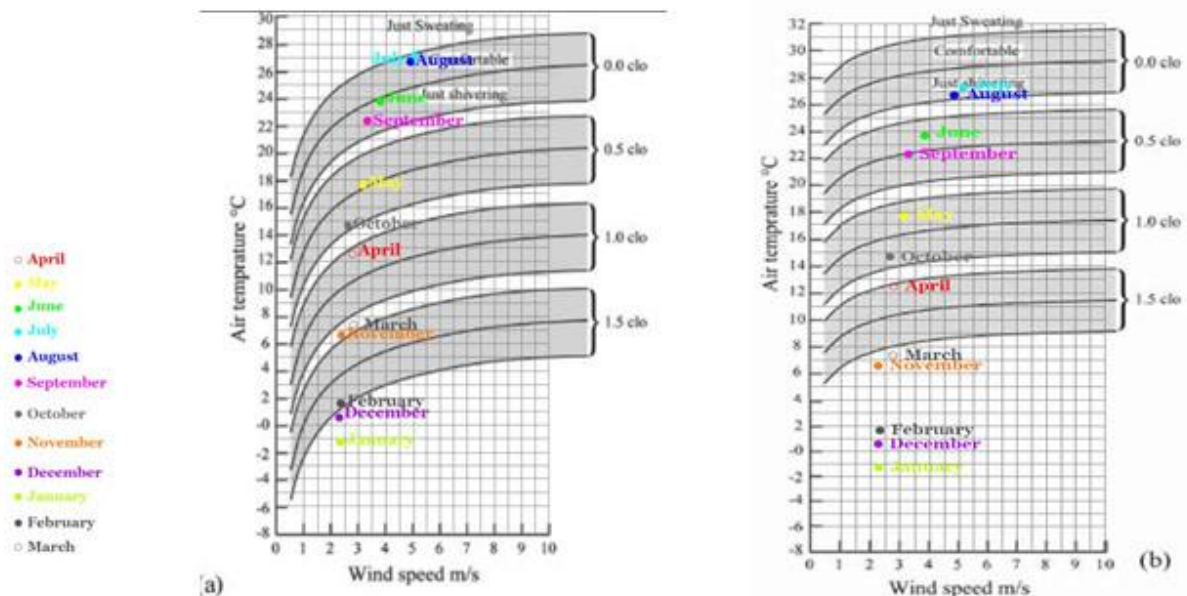
(Penwarden and Wise, 1975). در این نمودار، منحنی وسط در هر بخش نشان‌دهنده شرایطی هست که در آن فرد کاملاً احساس آسایش می‌کند. هرچه از این مرز دورتر می‌شود، شرایط آسایش کمتر می‌شود. لذا به دلیل اینکه در این شاخص اصلی‌ترین عوامل دخیل بر شرایط آسایش انسانی همچون عوامل فیزیولوژیکی، روان‌شناختی لحاظ شده است، در این تحقیق جهت استخراج وضعیت ماه‌های مختلف سال به لحاظ شرایط آسایشی، از این شاخص بهره گرفته شد. بدین منظور اطلاعات سینوپتیک ۱۹ سال اخیر

آسایش حرارتی شرایطی از ادارک است که در آن، محیط پیرامون از لحاظ حرارتی رضایت‌بخش باشد (Ashrae, 1997). کلمه شرایط ذهنی در تالیف اشری دلالت بر آمیختگی شرایط روحی و جسمی در احساسی تحت عنوان آسایش حرارتی است. استاندارد پنواردن، با در نظر گرفتن فاکتورهای مهم و موثر میکرواقلیمی همچون دمای هوا، تابش خورشید و سرعت باد، و عوامل شخصی و انسانی مانند نوع لباس و فعالیتشان، آسایش حرارتی را در محیط در دو حالت سایه و آفتابی نشان می‌دهد

مناسب فصل، شرایط آسایشی برای اشخاص فراهم می‌شود. اما در ماه‌های مارچ، نوامبر، دسامبر، فوریه و ژانویه حتی با پوشیدن لباس زمستانی، شخص در آستانه لرزیدن قرار خواهد گرفت. لذا با مقایسه دو نمودار با همدیگر میتوان به این نتیجه رسید که در ماه ژانویه در هر دو حالت آفتابی و سایه شرایط محیطی بسیار نامساعد بوده، بطوری‌که حتی با در نظر گرفتن پوشش و لباس زمستانی (1.5 clo)، شرایط آسایشی بوجود نمی‌آید. علاوه بر ماه ژانویه، ماه‌های فوریه، دسامبر، نوامبر، مارس نیز در شرایط سایه وضعیت مطلوبی ندارد. در نتیجه میتوان به این نتیجه رسید که در اقلیم شهر تبریز، بیشترین فصلی که شرایط نامطلوب را دارند، فصل پاییز و زمستان، می‌باشند و ماه ژانویه بدترین شرایط آسایشی را دارد. در نتیجه در این تحقیق ۱۷ دی یکی از سردترین روز ماه ژانویه (دی و بهمن)، انتخاب و به بررسی تاثیر قرارگیری ساختمان‌ها بر جریان باد در فصل زمستان پرداخته شد.

۲۰۰۲-۲۰۲۱، در شهر تبریز از سازمان اطلاعات هواشناسی استخراج شد و برای هر ماه در دو حالت سایه و آفتابی، بر روی نمودار مشخص گردید.

همان‌گونه که در شکل ۴ قابل مشاهده است، در شرایط آفتابی، ماه‌های آگوست و جولای در وضعیت مساعدی نیستند، با اینحال در شرایط سایه، وضعیت محیطی مساعدتر شده است. ماه‌های ژوئن و سپتامبر در شرایط سایه و ماه‌های اکتبر و می در شرایط آفتابی و سایه با پوشیدن لباس سبک تابستانی (0.5 clo)، شرایط آسایش ایجاد می‌شود. همچنین در ماه آپریل با پوشیدن لباس مناسب پاییزی-بهاری (1.0 clo)، در محدوده آسایشی قرار خواهد گرفت. ماه‌های مارس، نوامبر با در نظر گرفتن پوشش مناسب فصل میتوانند در محدوده آسایش قرار بگیرند. ماه‌های فوریه، دسامبر و ژانویه پایتتر از محدوده آسایش میباشند. همچنین با تحلیل نمودار در شرایط سایه، میتوان به این نتیجه رسید که در ماه‌های جولای، آگوست، ژوئن، سپتامبر، می، اکتبر و آپریل با در نظر گرفتن پوشش



شکل ۴: نمودار وضعیت ماه‌های مختلف سال در شاخص بنواردن، سمت راست: سایه، سمت چپ: آفتابی، منبع: نگارندگان

آب‌وهوایی محدوده مورد مطالعه، تحلیل داده‌ها، بناها و سایر عوامل اطراف بصورت تک‌بنا و یا مجموعه‌ای از بناها را داشته باشد. نرم‌افزار انویمت، یکی از مناسب‌ترین

نرم‌افزار انتخابی

با توجه به هدف پژوهش، نرم‌افزار انتخابی بایستی قابلیت استفاده از داده‌های موقعیت دقیق جغرافیایی و

هوا p در معادله ناویه استوکس تراکم پذیر حذف شده و از تقریب بوسینسک ۴ استفاده می شود که سبب ایجاد یک منبع اضافه W معادله نیروی حرارتی حرکت عمودی می شود (رابطه ۲).

رابطه ۲

$$\partial u / \partial x + \partial v / \partial y + \partial w / \partial z = 0$$

این رابطه برای حفظ گام های زمانی در مدل نگهداشت جرم می باشد. شرایط انتقال و انتشار در حالت سه بعدی در جمع انیشتین نوشته شده است (ui= u,v,w i=1,2,3), Su, Sv, Sw کم شدن سرعت باد به علت نیروی کششی عناصر محیطی را تعریف می کند.

از محدودیت های نرم افزار میتوان به پروسه طولانی برای شبیه سازی این نرم افزار اشاره کرد. از طرفی مدل ساخته شده در این نرم افزار قابل ویرایش نیست. این مدل در مطالعات مربوط به محاسبه جزیره حرارتی و گرمایش شهری و همچنین آسایش حرارتی به خوبی پاسخگو می باشد و اطلاعات حاصل از آن توسط بسیاری از پژوهشگران مورد تایید و استفاده قرار گرفته است (Wang and Akbari, 2016; Taleghani and Berardi, 2018). بنابر دلایل نام برده شده در این تحقیق نیز از نرم افزار انویمت (مدل ۴,۴,۵) برای شبیه سازی شرایط محیطی اطراف استفاده شد. اطلاعات آب و هوا از سازمان هواشناسی کشور در روز مذکور استخراج شد و این اطلاعات وارد نرم افزار شد. همچنین برای انتخاب روز شبیه سازی در نرم افزار روزی که باد از سمت باد غالب وزیده است، انتخاب شد (جدول ۲).

نتایج

برای مقایسه سرعت باد چهار رسپتور در قسمت های مختلف سایت در نرم افزار انتخاب شد (شکل ۵). این رسپتورها بطریقی مکانیابی شدند که در سایت پراکنده باشند و بتوانند وضعیت کلی سایت را بیان کنند. لذا یک رسپتور در مرکز سایت، دیگری در بین دو ساختمان و دو رسپتور دیگر در بین چهار ساختمان جایگذاری شدند. از

نرم افزارها در میان نرم افزارهای اقلیمی موجود در این زمینه است. این نرم افزار برای شبیه سازی شرایط محیطی اطراف استفاده می شود و نرم افزاری است که جهت شبیه سازی سه بعدی و سنجش شرایط خرد اقلیم شهری و تحلیل فضاهای باز اطراف ساختمان ها، مورد استفاده قرار می گیرد و دارای قابلیتها و نتایج اعتبارسنجی متعدد است و کاملترین مدل در محاسبه آسایش حرارتی انسان بشمار میرود و همچنین به دلیل همبستگی بالای مقادیر حاصل از اندازه گیری میدانی با نتایج حاصل از شبیه سازی در محیط نرم افزاری، دارای روایی و پایایی بوده از دیگر امتیازات آن، توانایی آن در شبیه سازی فعل و انفعالات اصلی جو بر اساس قوانین فیزیکی نظیر قوانین دینامیک سیالات و ترمودینامیک که بر خرد اقلیم تاثیر می گذارند و توانایی شبیه سازی مجموعه ای از عوامل خرد اقلیمی در بازه زمانی ۲۴ ساعت و پیش بینی فرایندی همچون جریان باد، پرتو خورشید، دما و رطوبت، نشان دادن انواع پوششهای گیاهی، جنس زمین، نما و ... است. خروجی این نرم افزار اکثر پارامترهای مورد نیاز برای آسایش حرارتی همچون دمای هوا، متوسط دمای تابشی، سرعت باد و ... را تامین می کند (Taleghani et al., 2015).

این نرم افزار از روابط زیر تبعیت کرده و برای شبیه سازی جریان باد مفهوم اساسی در مورد آشفتگی جریان سه بعدی غیرهیدرواستاتیک تراکم ناپذیر با معادله ناویه استوکس ۳ بررسی شده است (رابطه ۱).

رابطه ۱

$$\begin{aligned} \partial u / \partial t + u i (\partial u / \partial x i) &= - \partial p' / \partial x + K m (\partial^2 u / \partial x^2 i) + f (v - v g) - S u \\ \partial v / \partial t + u i (\partial v / \partial x i) &= - \partial p' / \partial y + K m (\partial^2 v / \partial x^2 i) + f (u - u g) - S v \\ \partial w / \partial t + u i (\partial w / \partial x i) &= - \partial p' / \partial z + K m (\partial^2 w / \partial x^2 i) + g (\Theta (z) / - \Theta_{ref}(z)) - S w \end{aligned}$$

در رابطه ۱، f (= 104 sec⁻¹)، پارامتر کوریولیس است، p' بیانگر آشفتگی فشار محلی، Θ پتانسیل دمای در سطح Z است. دمای مرجع Θ_{ref} باید در شرایط هواشناسی در مدل یک بعدی موازی با مدل اصلی تهیه شود. چگالی

ساعات ۹am الی ۲۰pm استخراج شد و چهار سناریو نسبت ارتفاع به فاصله ۰٫۵، ۱٫۰، ۱٫۵، ۲٫۰، در فاصله ۲۰ متری و ارتفاعهای ۱۰، ۳۰، ۲۰، ۴۰ متری، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

آنجا که از ساعت ۹ صبح الی ۸ بعدازظهر میزان حضور افراد در فضای باز در زمستان بیشترین است، به بررسی ساعات مذکور در سه ارتفاع ۰٫۵، ۱٫۵ و ۲٫۵ متری از سطح زمین، پرداخته و سرعت باد برای هرکدام از رسیپتورها در

جدول ۲: اطلاعات و داده‌های وارد شده در نرم افزار انویمت

اطلاعات وارد شده در نرم‌افزار انویمت		
موقعیت جغرافیایی		۴۶٫۳۴ °E، ۳۸٫۱۳°N
نام منطقه		Tabriz, East Azerbaijan Province, Iran
تاریخ		۲۰۲۱، ۰۱، ۰۶
اندازه مدل		۴۰، z-Grids=۵۰، y-Grids=۵۰ x-Grids=
اندازه هر سلول به متر		۵، dz=۴، dy=۴ dx=
زمان شبیه سازی		۹ صبح تا ۸ بعد از ظهر، به مدت ۱۱ ساعت
دمای هوا	دمای بیشینه	۰٫۶°C
	دمای کمینه	-۹°C
سرعت باد		۲٫۹ متر بر ثانیه
جهت باد		۷۰ درجه (سمت شمال شرقی)
رطوبت نسبی		٪۵۸
جنس کف: آسفالت		Albedo: 0.4, Thermal capacity: 2.08 [J m ⁻³ K ⁻¹] × 10 ⁶ , Thermal Conductivity: 1.63 [W m ⁻¹ K ⁻¹]
جنس نما: سیمانی		Thickness: 15cm, U-value: 2.54 (W/ m ² K)

۰٫۵، ۱٫۵، ۲ متری از سطح زمین را نشان می‌دهند، مشابه هم بوده و از ساعت ۹ صبح الی ۱۱ صبح روند نزولی داشته و از ساعت ۱۱ صبح تا ۸ شب روند صعودی پیدا کرده است. با اینحال با افزایش ارتفاع از سطح زمین سرعت باد نیز افزایش می‌یابد. همچنین در ساعات مذکور همانند سایر ساعات مورد مطالعه با افزایش نسبت H/W، سرعت باد افزایش می‌یابد. کمترین میانگین سرعت باد در ساعت ۱۱ صبح در ارتفاع ۰٫۵ متری از سطح زمین در نسبت H/W=0.5 (۱٫۵۳ متر بر ثانیه) و بیشترین میانگین در ساعت ۸ شب در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین در نسبت H/W=2 (۲٫۲۵ متر بر ثانیه) قابل مشاهده است. میانگین سرعت باد در نسبت‌های H/W=0.5 و H/W=1، نزدیک بهم بوده و زمانیکه این نسبت به H/W=1.5 و H/W=2 تغییر می‌کند، بیشتر می‌شود. شکل ۸، نحوه توزیع سرعت باد در ساعت ۸ عصر، زمانی که سرعت باد بیشترین مقدار است در ارتفاع ۱٫۵ متری از سطح زمین را نشان می‌دهد که

در رابطه با انتخاب زوایای مرتبط با جهت‌گیری بنا، Kasmaei (۲۰۰۳)، بهترین و استانداردترین جهت ساختمان در اقلیم‌های مختلف در ایران را مورد بررسی قرار داده است و مناسب‌ترین جهت قرارگیری ساختمان‌ها را ۱۳۵ درجه الی ۲۰۰ درجه ساعتگرد از شمال (جهت شمال شرقی-جنوب غربی، شمال غربی- جنوب شرقی) برای اقلیم تبریز می‌داند. لذا زوایای نواحی ۱۳۵ درجه الی ۲۰۰ درجه ساعتگرد از شمال، در هشت زاویه مختلف، با اختلاف زوایای ده درجه نسبت بهم انتخاب شد و مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵).

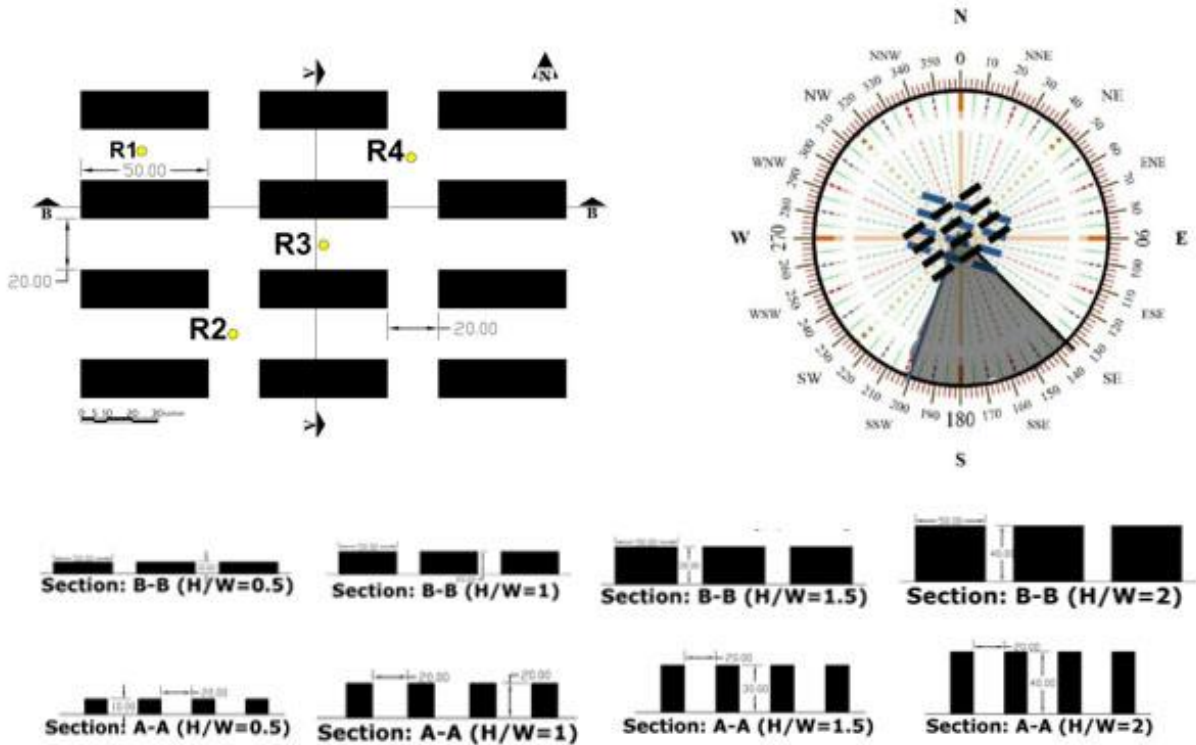
سرعت باد

مقایسه میان نسبت H/W و سرعت باد

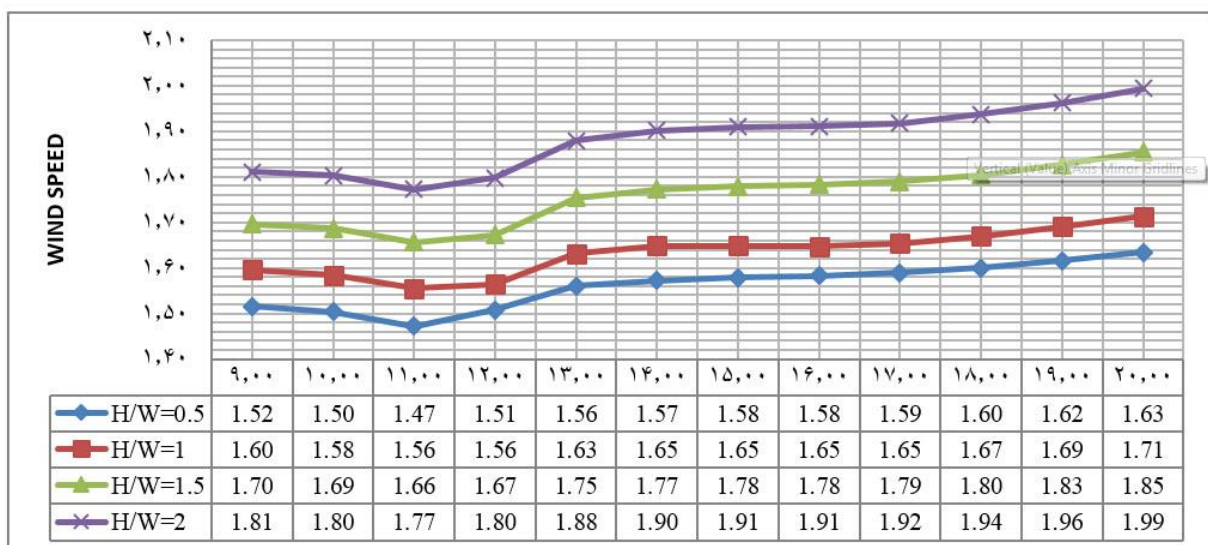
شکل‌های ۶ و ۷ نشان می‌دهند، با افزایش نسبت H/W، در تمامی ساعات روز سرعت باد افزایش می‌یابد. دو نمودار استخراج شده که میانگین سرعت باد در ارتفاع‌های

دارند. سرعت باد در سمت شرقی منطقه بیشترین مقدار می‌باشد و در سمت غربی و میانه‌های سایت شرایط بهتری دارند.

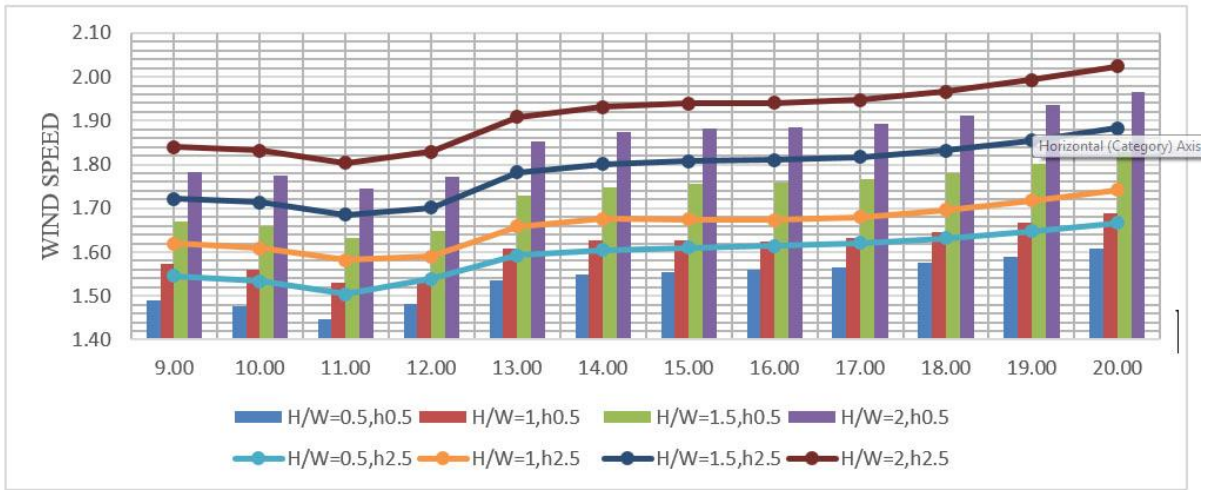
با افزایش نسبت H/W، سرعت باد بیشینه نیز افزایش میابد. با اینحال نسبت‌های ۰,۵ و ۱ در میانه‌های سایت شرایط مشابهی دارند و در هر دو نسبت سرعت باد در میان بلوک‌ها شرایط بهتری را در مقایسه با دو نسبت دیگر



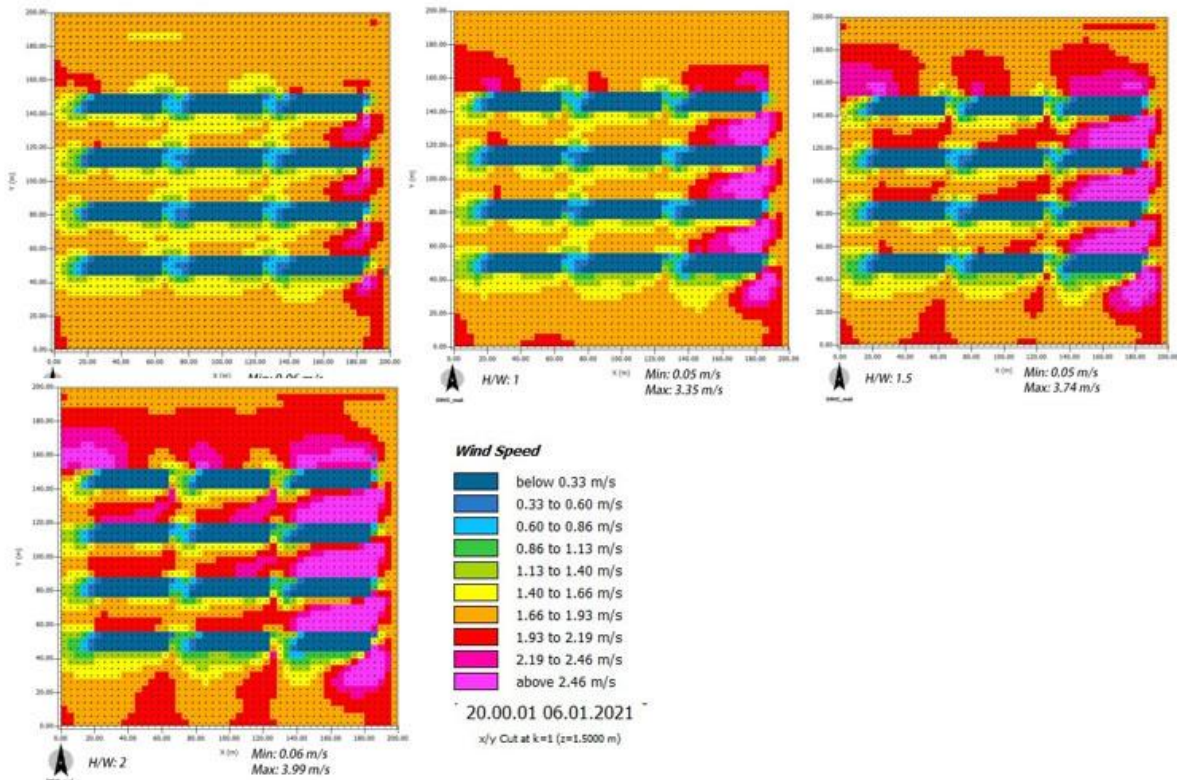
شکل ۵: مکان و جایگذاری نقاط انتخابی در سایت، مشخصات و جهت‌گیری مختلف در نظر گرفته شده، منبع: نگارندگان



شکل ۶: نمودار میانگین سرعت باد در چهار رسیپتور مذکور در ارتفاع ۱,۵ متری از سطح زمین، منبع: نگارندگان



شکل ۷: نمودار میانگین سرعت باد در چهار رسیپتور مذکور در ارتفاع ۰٫۵ و ۲٫۵ متری از سطح زمین، منبع: نگارندگان



شکل ۸: نحوه توزیع سرعت باد در نسبت‌های مختلف H/W، در ساعت ۸ عصر در ارتفاع ۱٫۵ متری از سطح زمین، منبع: نگارندگان

با بیشتر شدن سرعت باد شرایط محیطی بیرونی به دلیل سرمای هوا بدتر می‌شود و شرایط آسایش مختل می‌گردد. لذا نسبت‌های $H/W=0.5, 1$ مناسب طراحی در این اقلیم می‌باشند و افزایش این نسبت می‌تواند شرایط آسایش در فضای باز را مختل کند. این پژوهش با پژوهش‌هایی که در اقلیم‌های مختلف این نسبت را در فصل زمستان بررسی

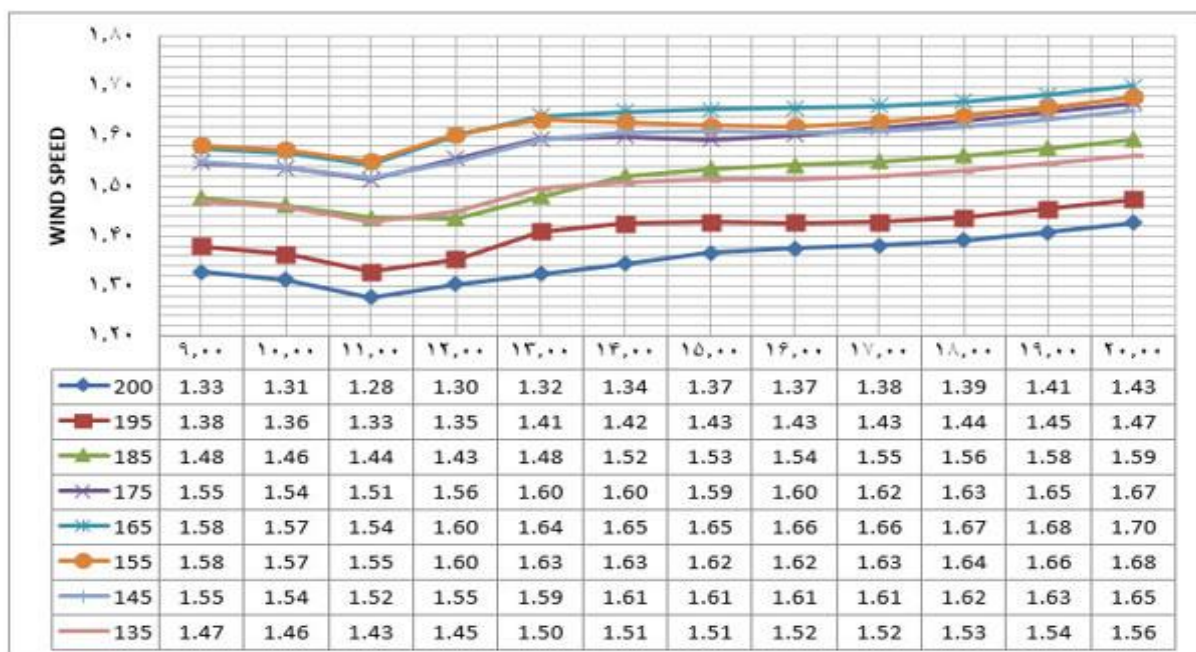
نتایج تحقیق نشان می‌دهد، در فصل زمستان با افزایش نسبت ارتفاع ساختمان‌ها به فاصله میان آنها، در تمامی ساعات، سرعت وزش باد نیز افزایش می‌یابد. بطوری‌که، میانگین سرعت باد در ارتفاع‌های محاسبه شده از سطح زمین، در نسبت ارتفاع به فاصله ساختمان‌ها ۰٫۵ به همان نسبت در ۲ در حدود ۰٫۵ متربرثانیه کمتر می‌باشد. در نتیجه

می‌رسند، سرعت باد روند نزولی پیدا می‌کند. به عنوان مثال در ساعت چهار بعد از ظهر و در ارتفاع ۱٫۵ متری از سطح زمین در جهت گیری 200° سرعت باد برابر با $1,37$ متربرثانیه می‌باشد و رفته رفته با تغییر پادساعتگرد بلوکها سرعت باد روند افزایشی پیدا می‌کند و در زاویه 165° به سرعت $1,66$ متربرثانیه می‌رسد و دوباره با چرخش بلوکها سرعت باد کاهش میابد و در زاویه 135° به عدد $1,52$ متربرثانیه میرسد. زوایای 175° و 145° در هر سه ارتفاع بررسی شده از سطح زمین، شرایط تقریباً مشابهی دارند، بطوری‌که در اکثر ساعات سرعت باد یکسان بوده و در ساعت ۳ و ۸ بعد از ظهر بیشترین اختلاف میان این دو زاویه مشاهده می‌شود و این مقدار اختلاف برابر با $0,02$ متربرثانیه می‌باشد. همچنین جهت‌گیری‌های 155° و 165° در ساعات اولیه روز (۹ صبح الی ۱ بعد از ظهر)، جهت‌گیری‌های 185° و 135° وضعیت مشابهی را به لحاظ تغییر سرعت باد در محیط ایجاد می‌کنند. در هر سه ارتفاع بررسی شده از سطح زمین و در تمامی جهت‌گیری‌های بلوک‌های ساختمانی، سرعت باد تا ساعت ۱۱ صبح روند

کرده‌اند مانند پژوهش صورت گرفته در اقلیم گرم و خشک موروکو (Johansson et al., 2006)، معتدل ایتالیا (Martinelli and Matzarakis, 2017) اتفاق نظر دارد. با اینحال پژوهش‌های متعددی وجود دارد که این نسبت را در اقلیم‌های متفاوت بررسی کرده‌اند و از آنجا که در این پژوهشها در پی یافتن راه حلی در فصول گرم بوده‌اند، افزایش عامل H/W را مناسب منطقه می‌دانند. پژوهش‌های همچون اقلیم گرم و مرطوب (عینی و تابان ۱۳۹۸، Jamei Nasrollahi et and Rajagopalan, 2017)، گرم و خشک (Nasrollahi et al., 2017)، و ... که افزایش نسبت H/W مناسب برای شرایط محیطی در فضای باز می‌دانند.

تاثیر زوایای مختلف بر میانگین سرعت باد

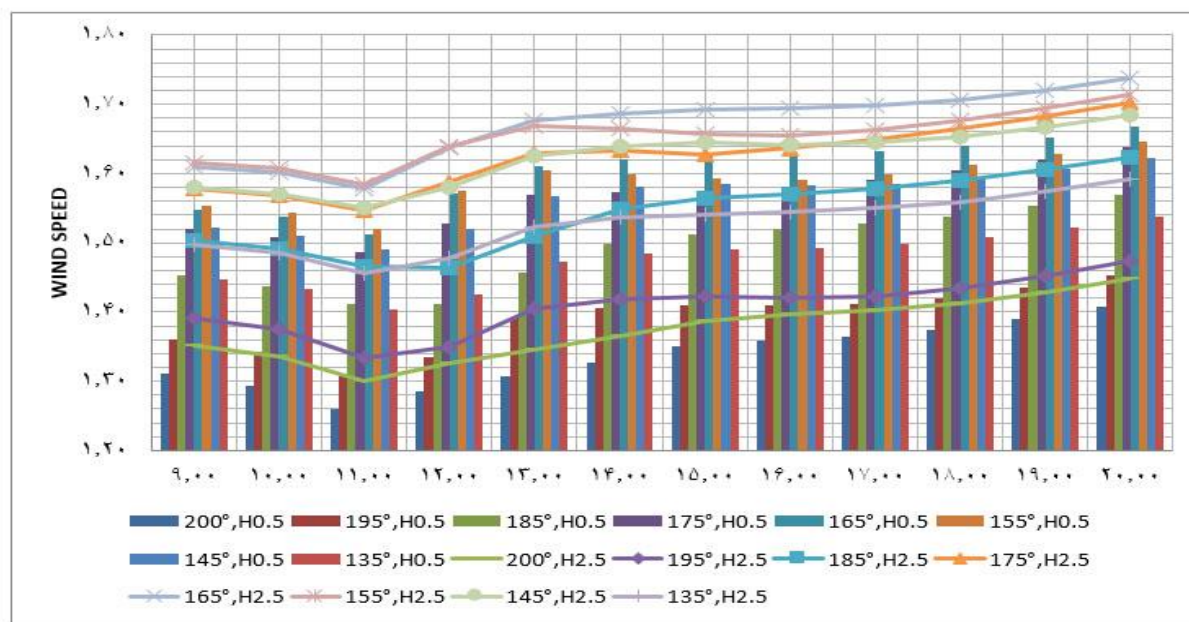
شکلهای ۹ و ۱۰ نشان می‌دهند، کمترین میانگین سرعت باد در زاویه 200° و 195° بوقوع پیوسته است. همچنین زوایای 135° و 185° نیز نسبت به سایر زوایا، سرعت باد کمتری دارند. در حالت کلی، با چرخش پادساعتگرد بلوک‌های ساختمانی از زاویه 200° به سایر زوایا سرعت باد افزایش میابد و زمانیکه بلوکها به زاویه 165°



شکل ۹: نمودار میانگین سرعت باد در چهار رسیپتور مذکور در زوایای 135° الی 200° درجه از ساعت ۹ صبح الی ۸ بعد از ظهر در ارتفاع ۱٫۵ متری از سطح زمین، منبع: نگارندگان

مشابهى را دارند و شرايط مطلوبى را در سايت ايجاد کرده‌اند. سرعت باد در جهت گيرى 165° نسبت ساير جهت گيرى‌ها بيشترين مى‌باشد. در تمامى جهت گيرى‌ها، سرعت باد در سمت شرقى بيشترين مقدار است و در ميانه‌هاى سايت و سمت غربى سرعت باد کاهش يافته است (شکل ۱۱).

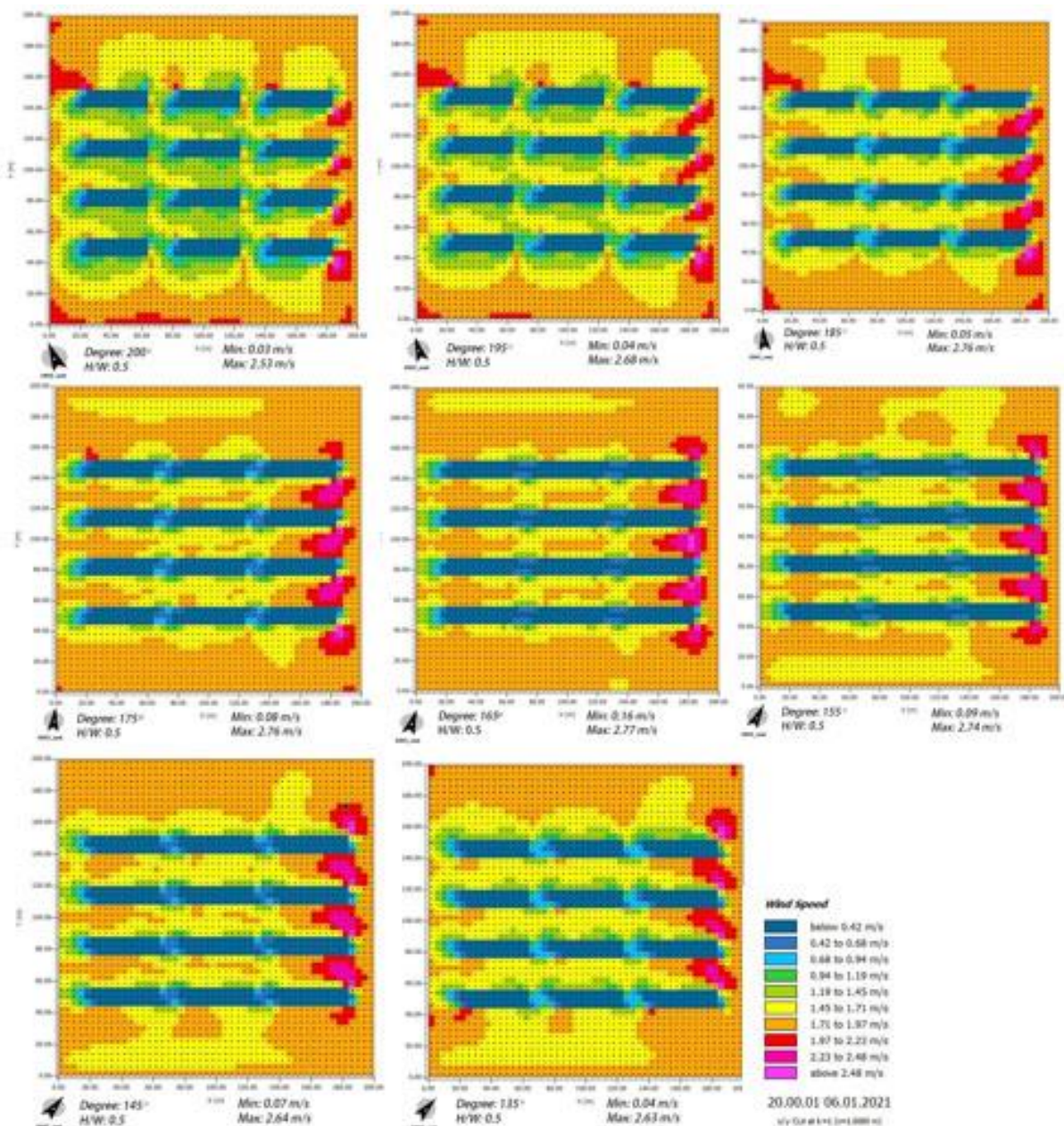
نزولى داشته و دوباره روند صعودى پيدا مى‌کند و در ساعت ۸ شب به بيشترين مقدار ميرسد. تصاوير استخراج شده از نرم‌افزار در ساعت ۸ شب و در ارتفاع ۱٫۵ متری از سطح زمين نيز نشان مى‌دهد، زواياى 200° و 195° شرايط مشابهى در سايت ايجاد کرده و در ميانه‌هاى سايت سرعت باد کمترى دارند. همچنين زواياى 185° و 135° شرايط



شکل ۱۰: نمودار میانگین سرعت باد در چهار رسيپتور مذکور در زواياى 135° الی 200° درجه از ساعت ۹ صبح الی ۸ بعد از ظهر در ارتفاع ۰٫۵ و ۲٫۵ متری از سطح زمين، منبع: نگارندگان

گرفته است (Achour- Younsi and Kharrat, 2016, Martins et al., 2012, Nasrollahi et al., 2017, Taleghani et al., 2015, Hegazy and Qurnfulah, 2020) پژوهش‌هاى صورت گرفته در اقليم نيمه گرمسيرى آب و هواى مديترانه تونس در تابستان (Achour-Younsi and Kharrat, 2016)، نيمه خشک گرمسيرى برزيل (Martins et al., 2012)، آب و هواى معتدل هلند در تابستان (Taleghani et al., 2015)، آب و هواى بسيار سرد چين (Liu et al., 2019) و ... جهت شمالى- جنوبى (N-S) را مناسب‌ترين جهت گيرى ميدانند. Hegazy و Qurnfulah (2020) چهار جهت 10° ، 100° ، 160° ، 70° درجه ساعتگرد از شمال را در صورت ميدانى در اقليم گرم و خشک عربستان مقايسه کرده و 160° درجه ساعتگرد از شمال را مناسب‌ترين گزینه مى‌داند. همچنين پژوهش‌هاى صورت گرفته در آب

تحقيقات متعددى در اين زمينه صورت گرفته است، Jin, Oke و همکاران به اين نتيجه رسيده‌اند که در الگوى خطى زاويه جهت باد و آکس بلوک‌ها با سرعت باد رابطه عکس دارند. بطورى که هرچه قدر زاويه ميان جهت وزش باد و آکس بلوک‌ها بيشتر مى‌شود، سرعت باد کاهش مى‌يابد (Oke, 1988, Jin et al, 2017). در اين تحقيق نيز با توجه به اينکه جهت باد از سمت شمال شرق مى‌وزد بهترين زوايا، زوايايى مى‌باشند که آکس بلوک‌ها با جهت وزش باد کمترين زاويه را دارند. در رابطه با جهت گيرى بنا، چهار جهت اصلى شرقى- غربى (E-W)، شمالى- جنوبى (N-S)، شمال شرقى- جنوب غربى (NE-SW)، شمال غربى- جنوب شرقى (NW-SE) و يا زوايا و جهت گيرى‌هاى مختلف مورد بررسى قرار



شکل ۱۱: نحوه توزیع سرعت باد در زوایای مختلف، در ساعت ۸ عصر در ارتفاع ۱,۵ متری از سطح زمین، منبع: نگارندگان

مساعدی را در سایت ایجاد کرده و زوایای 145° ، 155° ، 165° و 175° میانگین سرعت باد بیشتری دارند و سبب بوجود آمدن شرایط نامطلوب در محیط می‌شوند.

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر در پی ارزیابی سرعت باد به عنوان یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر شرایط آسایش حرارتی در اطراف بلوک‌های مسکونی در گونه خطی می‌باشد. با فرض

و هوای سرد چین (Lin et al., 2019) جهت شمال‌غربی- جنوب‌شرقی (NW-SE) مناسب می‌دانند. Nasrollahi و همکاران (۲۰۱۷) جهت جنوبی در اقلیم گرم و خشک شیراز را مناسب طراحی در فصل‌های تابستان و زمستان می‌دانند. در تحقیق حاضر، که به بررسی هشت زاویه با اختلاف زوایای 10° درجه، در جهت‌گیری‌های مذکور پرداخته شده است، نشان می‌دهد، زوایای 200° ، 195° ، 145° ، 135° میانگین سرعت باد کمتری داشته لذا شرایط

دانست. همچنین در رابطه با جهت‌گیری بلوک‌ها نشان می‌دهد، میانگین سرعت باد در جهت‌گیری‌های 135° ، 200° ، 195° و 185° به نسبت سایر جهت‌گیری‌ها کمتر بوده و در جهت‌گیری 165° بیشترین مقدار می‌باشد. لذا جهت‌گیری‌های 200° تا 185° و جهت‌گیری 135° مناسب‌ترین جهت‌گیری برای طراحی بلوک‌ها در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. در این تحقیق به بررسی کالبد کلی بنا در دو عامل ارتفاع و فاصله ساختمان‌ها و جهت‌گیری آنها در گونه خطی پرداخته شد. از جمله محدودیت‌های تحقیق می‌توان به این مطلب اشاره کرد که صرفاً شرایط آسایش در محیط بیرونی و محیط پیرامونی ساختمان‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. لذا در تحقیقات بعدی می‌توان به بررسی آسایش میان ساختمان‌ها و نحوه قرارگیری آنها در جهت مصرف کمتر انرژی در داخل ساختمان‌ها پرداخته شود.

یادداشتها

- 1 Height to Width
- 2 WCET (Wind Chill Equivalent Temperature)
- 3 Navier–Stokes
- 4 Boussinesq–Approximation

اینکه ارتفاع، فاصله و جهت‌گیری بلوک‌ها از جمله مهمترین عواملی هستند که میتوانند سرعت باد را تحت تاثیر قرار دهند. در این تحقیق اقلیم خشک با تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان‌های سرد، به عنوان منطقه مورد پژوهش انتخاب شد تا بتوان به پاسخی بهینه برای این اقلیم دست یافت. با استفاده از شاخص پنواردن، و مقایسه دما و سرعت باد، ماه‌هایی از سال که بدترین شرایط آسایشی را دارند، شناسایی شد. فصل زمستان و دی ماه، به عنوان فصل و ماهی که نیاز به بررسی دقیق‌تر در جهت بهبود شرایط محیطی می‌باشد، انتخاب شد. با بررسی میزان تغییراتی که در میانگین سرعت باد، در ارتفاعهای 0.5 ، 1.5 ، 2.5 متری از سطح زمین، در تغییر نسبت H/W ایجاد می‌شود، می‌توان به این نتیجه رسید که در فصل زمستان، با افزایش نسبت H/W، در اکثر ساعات روز میانگین سرعت باد، روند صعودی دارند. روند صعودی شاخص بررسی شده در تغییر نسبتها سیر یکسانی نداشته و با تغییر نسبت از 0.5 به 1 کمترین مقدار می‌باشد. لذا میتوان نسبت‌های ارتفاع به فاصله بلوک‌ها در نسبت‌های 0.5 تا 1 را مناسب‌ترین نسبت

فهرست منابع

- Achour-Younsi, S., & Kharrat, F. (2016). Outdoor thermal comfort: impact of the geometry of an urban street canyon in a Mediterranean subtropical climate—case study Tunis, Tunisia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 216, 689-700.
- Ashrae, A.H.-F., 1997. American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers. Inc. Atlanta.
- Eyni, A., & Taban, M. (2019). Evaluation of the effect of physical structure on the wind flow pattern in urban environments (case study: Siyah-Poshan and Gozare Shahi neighborhoods in Ghaleh district of Dezful). *Environmental Sciences*, 17(2), 155-172.
- Hegazy, I. R., & Qurnfulah, E. M. (2020). Thermal comfort of urban spaces using simulation tools exploring street orientation influence of on the outdoor thermal comfort: a case study of Jeddah, Saudi Arabia. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 15(4), 594-606.
- Jamei, E., & Rajagopalan, P. (2017). Urban development and pedestrian thermal comfort in Melbourne. *Solar Energy*, 144, 681-698.
- Javanroodi, K., Mahdavinejad, M., & Nik, V. M. (2018). Impacts of urban morphology on reducing cooling load and increasing ventilation potential in hot-arid climate. *Applied energy*, 231, 714-746.
- Jin, H., Liu, Z., Jin, Y., Kang, J., & Liu, J. (2017). The effects of residential area building layout on outdoor wind environment at the pedestrian level in severe cold regions of China. *Sustainability*, 9(12), 2310.

- Johansson, E. (2006). Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco. *Building and environment*, 41(10), 1326-1338.
- Karimimoshaver, M., Hajivaliei, H., Shokri, M., Khalesro, S., Aram, F., & Shamshirband, S. (2020). A model for locating tall buildings through a visual analysis approach. *Applied Sciences*, 10(17), 6072.
- Karimimoshaver, M., & Shahrak, M. (2022). The effect of height and orientation of buildings on thermal comfort. *Sustainable Cities And Society*, 79, 103720. doi: 10.1016/j.scs.2022.103720
- Karimimoshaver, M., Khalvandi, R., & Khalvandi, M. (2021). The effect of urban morphology on heat accumulation in urban street canyons and mitigation approach. *Sustainable Cities And Society*, 73, 103127. doi: 10.1016/j.scs.2021.103127
- Kasmaei, M. (2003), *Climate and architecture*, Khak
- Kim, H., Lee, K., & Kim, T. (2018). Investigation of pedestrian comfort with wind chill during winter. *Sustainability*, 10(1), 274.
- Lawson, T. V., & Penwarden, A. D. (1975). The effects of wind on people in the vicinity of buildings. 4th Int. In *Conf. Wind Effects on Buildings and Structures, Heathrow*.
- Lin, Y., Jin, Y., & Jin, H. (2019). Field study on the microclimate of public spaces in traditional residential areas in a severe cold region of China. *International journal of environmental research and public health*, 16(16), 2986.
- Liu, Z., Jin, Y., & Jin, H. (2019). The effects of different space forms in residential areas on outdoor thermal comfort in severe cold regions of China. *International journal of environmental research and public health*, 16(20), 3960.
- Martinelli, L., & Matzarakis, A. (2017). Influence of height/width proportions on the thermal comfort of courtyard typology for Italian climate zones. *Sustainable Cities and Society*, 29, 97-106.
- Martins, T. A. T. H. I. A. N. E., Adolphe, L., & Krause, C. L. Á. U. D. I. A. (2012, November). Microclimate effects of urban geometry on outdoor thermal comfort in the Brazilian tropical semi-arid climate. In *Conference opportunities, limits e needs towards and environmentally responsible architecture*.
- Masnavi, M. R., Laghai, H. A., & Ghobadi, N. (2012). Eco design and the optimization of passive cooling ventilation for energy saving in the buildings: a framework for prediction of wind environment and natural ventilation in different neighborhood patterns. In *Design for innovative value towards a sustainable society* (pp. 177-182). Springer, Dordrecht.
- Metje, N., Sterling, M., & Baker, C. J. (2008). Pedestrian comfort using clothing values and body temperatures. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96(4), 412-435.
- Müller, N., Kuttler, W., & Barlag, A. B. (2014). Counteracting urban climate change: adaptation measures and their effect on thermal comfort. *Theoretical and applied climatology*, 115(1), 243-257.
- Nasrollahi, N., Hatami, M., Khastar, S. R., & Taleghani, M. (2017). Numerical evaluation of thermal comfort in traditional courtyards to develop new microclimate design in a hot and dry climate. *Sustainable Cities and Society*, 35, 449-467.
- Oke, T. R. (1988). Street design and urban canopy layer climate. *Energy and buildings*, 11(1-3), 103-113.
- Penwarden, A. D., & Wise, A. F. E. (1975). *Wind environment around buildings*. HM Stationery Office.
- Rozati, S. H., & Ghanbaran, A. (2014). Comfort Evaluation in Urban Open Spaces Based on Wind Comfort Criteria, Case Study: Isfahan. *Environmental Sciences*, 12(4).

- Shui, T., Liu, J., Yuan, Q., Qu, Y., Jin, H., Cao, J., & Chen, X. (2018). Assessment of pedestrian-level wind conditions in severe cold regions of China. *Building and environment*, 135, 53-67.
- Taleghani, M., & Berardi, U. (2018). The effect of pavement characteristics on pedestrians' thermal comfort in Toronto. *Urban climate*, 24, 449-459.
- Taleghani, M., Kleerekoper, L., Tenpierik, M., & Van Den Dobbelsteen, A. (2015). Outdoor thermal comfort within five different urban forms in the Netherlands. *Building and environment*, 83, 65-78.
- Wang, Y., & Akbari, H. (2016). The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal. *Sustainable Cities and Society*, 27, 122-128.
- Wise, A. F. E. (1971). Effects due to groups of buildings. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 269(1199), 469-485.