GES	Journal of Geography and Environmental Studies, 13 (49), Spring 2024 https://sanad.iau.ir/journal/ges ISSN: 2008-7845 Doi: 10.71740/ges.2024.979231

Research Paper

Received: 24 December 2023

Revised: 31 January 2024

Accepted: 10 March 2024

Analysis and Evaluation of Thermal Comfort from the Perspective of Wind in Open Spaces of Rasht

Seyed Saeid Mousavi[1], Parviz Rezaei[2], Bahman Ramezani[3]

1. PhD Student in Climatology, Department of Geography, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

2. Associate Professor, Department of Geography, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. (Corresponding Author)

Email: rezaei@iaurasht.ac.ir

3. Professor, Department of Geography, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

Abstract

People spend a significant part of their time in the outdoor environment. Desirable open spaces encourage people to spend their time for various activities and traffic in these places. It is very important to pay attention to quality criteria in the planning and design of these spaces. Wind flow plays an important role in the quality and stability of urban open spaces, as well as an important and influential factor on heat exchange, humidity, particle transfer and ventilation of the urban environment to establish thermal comfort. The purpose of this research is to analyze and evaluate the effect of climate on human comfort and physiological comfort in urban open spaces. The research is of applied type, which was done with descriptive-analytical method. The data used include the average minimum, maximum and monthly cloud cover, sunshine hours, temperature and wind speed in the statistical period of 40 years(1979-2019). The main analysis tools include Penn Warden, Badad and Baker indices and Excel, Arcgis and Autocad software. The area studied in this research is the city of Rasht in Gilan province. The findings show that favorable winds blow from the northeast and unfavorable winds are more from the west and northwest directions. Cold discomfort is seen only in January and February. The amount of calories lost daily and hourly is the highest in February and the lowest in July. The amount of calories received from sunlight is the lowest in December and the highest in Jul. The days of the four months of July, August, June and September need not only shade but also natural air flow to establish thermal comfort, and the hot period of the year occurs between 11 am and 5 pm in the two months of July and August. In order for the wind to enter Rasht in the summer season, the communication network must be in the north and south direction so that these currents can cause blinding, soften the air and reduce the humidity above the city. But these winds have faced a problem by hitting large and high-altitude structures that have been created in the northern part of the city without proper planning.

Keywords: Climate, Outdoor, Wind, Comfort.

Citation: Mousavi, S.S.; Rezaei, P.; Ramezani, B. (2024), Analysis and Evaluation of Thermal Comfort from the Perspective of Wind in Open Spaces of Rasht, Journal of Geography and Environmental Studies, 13 (49), 86-102. Doi: 10.71740/ges.2024.979231

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – acsses 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.

Doi: 10.71740/ges.2024.979231

مقاله پژوهشی

تحلیل و ارزیابی آسایش حرارتی در فضاهای باز شهر رشت

سیّد سعید موسوی[۱]، پرویز رضایی[۲]، بهمن رمضانی[۳]

۱. دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲. دانشیار، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۳. استاد، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

چکیده

فضاهای باز موفق و مطلوب، مردم را تشویق به گذراندن وقت خود جهت انواع فعالیتهای فرهنگی، ورزشی، تجاری و تردد در این مکانها می‌نمایند. لذا توجه به معیارهای کیفی در برنامه‌ریزی و طراحی این فضاها اهمیت زیادی دارد. جریان باد نقش مهمی در کیفیت و پایداری فضاهای باز شهری و همچنین عاملی مهم و تأثیرگذار روی تبادل گرما، رطوبت، انتقال ذرّات و تهویه محیط شهری جهت برقراری آسایش حرارتی است. هدف این پژوهش، تحلیل و ارزیابی اثر اقلیم بر شرایط آسایش و راحتی فیزیولوژیک انسان در فضاهای باز شهری است. پژوهش از نوع کاربردی است که با روش توصیفی-تحلیلی انجام شده است. داده‌های مورد استفاده شامل متوسط حداقل، حداکثر و ماهانه پوشش ابر، ساعت آفتابی، دما و سرعت باد در دوره آماری ۴۰ ساله (۱۹۷۹-۲۰۱۹) است. ابزارهای اصلی تحلیل نیز شامل شاخصهای پن واردن، برودت باد و بیکر و نرم‌افزارهای Excel، Arcgis و Autocad است. محدوده مورد مطالعه در این تحقیق شهر رشت در استان گیلان است. یافته‌ها نشان می‌دهد که وزش بادهای مطلوب از سمت شمال‌شرقی و بادهای نامطلوب بیشتر از جهت‌های غرب و شمال‌غربی است و روند روبه‌رشد افزایش تغییرات آن از میانگین سالانه به خصوص در دهه اخیر مشهود و قابل توجه است. عدم آسایش سرمایی فقط در دو ماه ژانویه و فوریه دیده می‌شود. مقدار کالری از دست رفته روزانه و ساعتی در ماه فوریه دارای بیشترین مقدار و در ماه جولای دارای کمترین مقدار است. همچنین مقدار کالری رسیده از تابش آفتاب نیز در ماه دسامبر کمترین و در ماه جولای بیشترین مقدار است. روزهای چهار ماه جولای، آگوست، ژوئن و سپتامبر نه تنها به سایه بلکه به جریان هوای طبیعی جهت برقراری آسایش حرارتی نیاز دارند و دوره گرم سال بین ساعات ۱۱صبح تا ۱۷ عصر دو ماه جولای و آگوست بوقوع می‌پیوندد. با توجه به جهت وزش باد در فصل تابستان، شبکه ارتباطی شهر رشت برای ورود این جریانها به شهر باید به صورت شمالی و جنوبی باشد تا بتواند با ورود این جریانها باعث ایجاد کوران، تلطیف هوا و کاهش رطوبت بالای شهر شود. اما این بادها با برخورد به ساخت و سازهای وسیع و با ارتفاع زیاد که بدون برنامه‌ریزی مناسب در قسمت شمالی شهر ایجاد شده‌اند دچار مشکل شده و از ورود مناسب آن به داخل شهر جلوگیری می‌شود.

کلمات کلیدی: اقلیم، فضای باز، باد، آسایش.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱۰/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰

نویسنده مسئول: پرویز رضایی، دانشیار، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. rezaei@iaurasht.ac.ir

مقدمه

در فرهنگ لاروس شهرسازی به معنی علم آمایش یا ترتیب دادن کالبد شهرهاست (حکمت‌نیا و قنبری، ۱۳۸۸: ۲۷). و برنامه‌ریزی شهری عبارت است از تأمین رفاه شهرنشینان، از طریق ایجاد محیطی بهتر، مساعدتر، مؤثرتر و دلپذیرتر (شیعه، ۱۳۹۸: ۱۰۱). به‌عبارت دیگر امری که به موجب آن ساختمانها و محیط‌های گوناگون پیرامون آن ایجاد می‌شود تا به نیازهای مختلف شهرنشینان و گذران اوقات فراغت آنان پاسخ دهد (حسین‌زاده‌دلیر، ۱۳۹۳: ۵۲). لذا برنامه‌ریزی شهری یک علم میان‌رشته‌ای محسوب می‌شود که جهت اجرای مطلوب آن باید از تخصصهای گوناگون به‌خصوص اقلیم‌شناسان شهری بهره جست (Adams, 1995). اصولاً استقرار و پیدایش یک شهر بیش از هر چیز تابع شرایط محیطی و موقعیت جغرافیایی است، زیرا عوارض و پدیده‌های طبیعی در مکان‌گزینی، پراکندگی، حوزه نفوذ، توسعه فیزیکی شهر و امثال آن اثر قاطعی دارند و گاه به عنوان یک عامل مثبت و زمانی به صورت یک عامل منفی و بازدارنده عمل می‌کنند (علیزاده‌دهبنه، ۱۳۹۵: ۲).

مبانی نظری پژوهش

مختصات پدیده باد همواره در آمایش سرزمین به ویژه در بحث مکان‌یابی و استقرار سکونتگاهها، صنایع، فضای سبز و سایر مؤلفه‌های سرزمین، می‌تواند به عنوان عامل تأثیرگذار ایفای نقش نماید (نیک‌اندیش و اکبری قمصری، ۱۳۹۷: ۱۲۵). در روزهای گرم تابستان وجود باد در فضاهای شهری سبب احساس خنکی انسان و درنتیجه ارتقاء آسایش خواهد شد، در صورتی که وزش بادی کوچک در روزهای سرد زمستان سبب احساس سردی محیط و درنتیجه عدم آسایش می‌شود. از این رو به منظور بررسی آسایش حرارتی ناشی از وزش باد، دمای محیط نیز باید به عنوان پارامتری مستقل در نظرگرفته شود. عدم وجود آسایش حرارتی در محیط‌های روباز می‌تواند سبب بروز اختلالات و بیماریها، تأثیر منفی بر عملکرد و حتی می‌تواند سبب مرگ و میر گردد (فلاح قالهری، ۱۳۹۸: ۳۶). برای ارزیابی میزان آسایش انسان در فضاهای باز، شاخصها و مدلهای مختلفی توسط پژوهشگران به کار گرفته شده است. در بیشتر ارزیابی‌ها سعی شده تا بااستفاده از داده‌های دما، رطوبت، باد و یا ترکیبی از آنها میزان آسایش برآورد گردد (Kántor & Unger, 2011). این شاخصها، داده‌های اقلیمی را به شکلی ارائه می‌کنند که نشان‌دهنده واکنش افراد به شرایط اقلیمی است و در طبقه‌بندی عددی، درجاتی را در یک طیف در بر می‌گیرند. همچنین تفسیر تأثیرات پیچیده عناصرجوی را از آسایش انسان آسان‌تر می‌کنند (Nassiri and et al, 2017). حرکت هوا با سرعت یک متربرثانیه و با رطوبت نسبی ۳۰ تا ۶۰ درصد می‌تواند ۲ درجه‌سانتیگراد اضافه حرارت نسبت به حد قابل قبول محیط را پذیرفتنی نماید. به عبارتی وقتی رطوبت نسبی هوا ۷۵ درصد یا بیشتر باشد، شرایط حرارتی هوای مورد نظر از منطقه آسایش خارج می‌شود، ولی اگر در چنین حالتی هوا جریان داشته باشد، این شرایط می‌تواند در منطقه آسایش قرار بگیرد (کسمایی، ۱۳۹۵: ۱۸). همچنین اثر برودتی بادی که با سرعت ۵۰ کیلومتر برساعت در دمای یک درجه سانتیگراد زیر صفر بوزد، همتراز با شش برابر سرمای هوایی با دمای ۱۲ درجه زیرصفر است (شیخ بیگلو و محمدی، ۱۳۸۹: ۶۶). با توجه به فاصله کم شهر رشت به مناطق شهری و روستایی مجاور و نیز تأثیرگذاری آن بر دیگر مناطق شهری و روستایی استان به جهت الگوی مرکزیت، همچنین فرم شهری آشفته آن، نیازمند مطالعه و توجه ویژه به مقوله آب و هوا در توسعه پایدار و بالاخص آسایش حرارتی است. چرا که مشکلاتی نظیر تمرکز جمعیتی بالا، سیل عظیم مهاجرت به این شهر به جهت کار، بحرانهای اقلیمی، درمان و سایر عوامل، عدم آسایش روحی و جسمی را به دنبال داشته است. همچنین باتوجه به قابلیتهای گردشگری فراوان این شهر، در این تحقیق سعی شده است شرایط محدودکننده عناصراقلیمی و تأثیر آن بر آسایش حرارتی در فضاهای باز از دیدگاه آماری مورد بررسی قرار گیرد.

پیشینه پژوهش

مطالعات آسایش حرارتی انسان از سال ۱۹۱۰در انواع محیط‌های داخلی و فضای باز شروع شده است (یاگلو و همکاران، ۱۹۳۵). از جمله تحقیقات خارجی گاو و همکاران (۲۰۱۲) اثرات تراکم بافت بر روی باد در نواحی شهری را با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری در۶ منطقه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحلیل عاملی نشان داد که الگوی معماری و ویژگیهای هواشناسی عوامل کلیدی هستند. یانگ و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله دیگری برای ۱۳ فضای باز شهری در سنگاپور نتیجه گرفتند که دمای خنثی در این فضاها ۲۸/۷ درجه‌سانتیگراد و محدودهٔ دمای قابل قبول۲۶/۳ تا ۳۱/۷ درجه‌سانتیگراد است. راجاگوپالان و همکاران (۲۰۱۴) با هدف بررسی هندسه متفاوت نواحی شهری بر روی جریان باد در شهر مائور مالزی به این نتیجه رسیدند که توسعه بی‌نظم مناطق شهری و پیکر بندی هندسه باعث کاهش تهویه نواحی شهری شده است. نیو و همکاران(۲۰۱۵) در پژوهشی به موانع حضور شهروندان در فضای باز نواحی نیمه حارّه به خصوص در تابستان پرداخته و تأثیر پارامترهای حرارتی را بر عابر پیاده در دو روز از فصل تابستان مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها با استفاده از اندازه‌گیری دمای معادل فیزیولوژیکی به تشریح تفاوت بین پارامترهای دمای تابشی و سرعت باد پرداخته‌اند. پنگ و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با هدف استفاده و توسعه مدل هندسی و ریاضی باد و آسایش حرارتی، به بررسی اثرات ۶ استراتژی تجدیدپذیر با مقیاس کوچک در یکی از محلات شهر ووهان چین پرداختند. جوزف و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعات خود درباره نقشه‌برداری اقلیمی شهری با استفاده از مُدلهای پیش‌بینی دمای محیط و آسایش حرارتی در فضای باز، به ارزیابی دمای محیط و میزان آسایش حرارتی در کشور سنگاپور پرداختند. نتیجهٔ آن، یک برنامهٔ مدلسازی سه بعدی برای تجزیه‌وتحلیل طرحهای شهری است. طالقانی (۲۰۱۸) در پژوهشی تحت عنوان" آسایش حرارتی در فضای باز با استراتژیهای متفاوت کاهش دما "، به بررسی پوشش گیاهی و مواد بسیار بازتابنده به عنوان رایج‌ترین راهکار برای بهبود شرایط حرارتی در شهرها پرداخت. تائو و همکاران (۲۰۲۳) با تحلیل مقایسه‌ای شاخص‌های آسایش حرارتی فضای باز در کشور چین و سایر کشورها دریافتند که پنج شاخص پرکاربرد در این زمینه عبارتند از PET و UTCI و THI و PMV و SET. نینگ و همکاران (۲۰۲۳) با بررسی آسایش حرارتی در فضاهای باز کالج اوراسیا با استفاده از مشاهدات میدانی بر پایه ادراک نورخوشید نتیجه گرفتند که با تغییر ادراک نور خورشید از ضعیف به قوی دمای مطلوب از ۲۱/۲ به ۱۷/۷ درجه‌سانتیگراد تغییر می‌کند. از جمله تحقیقات داخلی نیز نجفی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای آسایش حرارتی بازار وکیل‌شیراز را با استفاده از شاخصهای PMV و PET مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد که آسایش حرارتی در زمستان از نظر تنش فیزیولوژیک، بدون تنش سرما بوده و کمتراز ۱۵درصد کاربران ناراضی هستند. روزاتی و قنبران (۱۳۹۳) آسایش حرارتی فضاهای باز شهر اصفهان را با استفاده از شاخصهای آسایش باد مورد ارزیابی قرار دادند و نتایج نشان داد که جریان باد تنها در دی ماه می‌تواند آسایش افراد در فضاهای باز شهری را مختل نماید. درویشی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از داده‌های روزانه دما و باد برای شهرهای آلاشت، پل‌سفید و قائمشهر، شاخص سوزباد را بررسی کردند. نتیجه اینکه نوسانات اثر باد بر برودت هوا در سه منطقه شبیه یکدیگر می‌باشد اما در سال۱۳۸۲ بیشترین اثر و در سال ۱۳۸۸کمترین میزان را دارد. کریمی‌نیا و همکاران (۱۳۹۶) رابطهٔ خصوصیات فضاهای باز شهری را با شرایط آسایش حرارتی بازدیدکنندگان از میدان نقش جهان اصفهان مورد بررسی قرار دادند. خصوصیات این فضاها شامل فرم، هندسه و جهت‌گیری فضا، حضور آب و نوع پوشش گیاهی است. احمدپورکلهرودی و همکاران (۱۳۹۶) پژوهشی را با هدف بررسی میزان تأثیرگذاری عناصر الحاقی پُرکاربرد و مؤثر بر کیفیت آسایش حرارتی همچون سایبان، سطوح آب انجام دادند. حسنی‌لیچایی و همکاران (۱۴۰۱) نیز با بررسی آسایش حرارتی در فضاهای نیمه‌باز شهر رشت دریافتند که این فضاها می‌تواند در بازه ۱۷/۷۵ تا ۲۹/۲۵درجه‌سانتیگراد (۲۰ درصد از فصل سرد) آسایش حرارتی را برای افراد فراهم کنند. جعفریان و همکاران (۱۴۰۲) تأثیر سایه‌بان غشایی را بر آسایش حرارتی فضای باز در شهر سمنان با شبیه‌سازی توسط نرم‌افزارهای انوی‌مت و انسیس انجام داده و نتیجه اینکه این نوع سایه‌بان در تابستان تا ۴/۷ درجه‌سانتیگراد اختلاف درجه حرارت ایجاد می‌کند. طالب‌صفا و همکاران (۱۴۰۲) نیز با ارزیابی تأثیر سایه بر

آسایش حرارتی دانشجویان در فضاهای باز دانشگاه صنعتی شاهرود در فصل گرم با استفاده از پرسشنامه و روش PET نتیجه گرفتند که ارتباط معناداری بین موقعیت و آسایش حرارتی وجود دارد و به ترتیب سایه حاصل از پوشش گیاهی، سایه پارکینگ و سایه ساختمان بیشترین رضایت کاربران را به‌همراه دارد. با مروری بر پژوهشهای انجام شده، برخی از متغیرهای فرم شهری مؤثر برآسایش حرارتی در فضاهای باز عبارتند از تراکم و جهت‌گیری ساختمانها، تناسبات عرض به ارتفاع معابر، جهت‌گیری معابر، تراکم پوشش گیاهی و فاصله مابین بلوکهای ساختمانی (منتظری و همکاران، ۱۳۹۷: ۵۶).

مواد و روش تحقیق

پژوهش از نوع کاربردی است که با روش توصیفی-تحلیلی انجام شده است. جهت انجام پژوهش از آمار مربوط به ایستگاههای هواشناسی سینوپتیک فرودگاه و کشاورزی رشت استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده شامل حداقل، حداکثر و ماهانه پوشش ابر، ساعت آفتابی، دما و سرعت باد در طول دوره آماری ۴۰ ساله (۱۹۷۹-۲۰۱۹) است. روش تحقیق در این پژوهش مبتنی بر استفاده از روابط ریاضی و مدلهای زیست‌اقلیمی است و ابزارهای اصلی تحلیل شامل شاخصهای پن واردن، برودت باد و بیکر، و نرم‌افزارهای Excel، Arcgis و Autocad است و در نهایت پس از بررسی آسایش انسان در فضاهای باز شهری، نتایج حاصل از شاخص‌ها همراه با راهکارهایی ارائه شده است.

شاخص پن واردن : پن واردن رابطه آسایش را با دو گروه از عوامل جوّی و انسانی (گرمای متابولیستی حاصل از قدم زدن و پوشاک) مطالعه کرده است. این معیار شرایط آسایش گرمایی برای انسان با پوشش مناسب فصل را در سایه و آفتاب نشان می‌دهد (لشکری و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۱۱). در تدوین این معیار سرعت تندباد (جست) به جای سرعت متوسط باد ملاک عمل قرار گرفته، زیرا مردم به سرعت تندباد بیش از سرعت باد مولد آن عکس‌العمل نشان می‌دهند و منظور، جریان توفنده‌ای است که در آغاز باد احساس می‌شود و از عبور باد در نزدیکی سطح زمین و درون بافت بوجود می‌آید. اگر در عمل سرعت جست در دست نباشد باید با استفاده از سرعت متوسط باد آن را محاسبه و در نمودار شکل (۱) وارد کرد ولی برای سهولت کار سرعت جست باد در ارتفاع دومتری زمین (حد قامت عابر پیاده) برای محیط‌های شهری دو برابر سرعت متوسط آن منظور می‌شود (رازجویان، ۱۳۹۴: ۷۱). البته سرعت ۱۰ متربرثانیه برای جست (۵ متربرثانیه برای سرعت متوسط باد) حداکثر سرعت قابل تحمل عابرپیاده است. لازم به یادآوری است که رطوبت نسبی برای معیار راحتی بافت بین ۲۰ تا ۹۰ درصد در نظرگرفته می‌شود و از تأثیر تغییرات آن در محدوده منطقه آسایش صرف‌نظر می‌گردد، زیرا طبق تحقیقات اصولاً تأثیر رطوبت نسبی در احساس آسایش نسبت به سایر عوامل طبیعی اندک است و همانگونه که از مطالعات فنگر برمی‌آید در دمای پایین محیط و در شرایطی که انسان به لباس کلفت مجهز و به فعالیت سنگین مشغول باشد، کمتر هم می‌شود (رازجویان، ۱۳۹۳: ۳۷).

شاخص برودت باد (سوزباد): در کتاب‌های اقلیم‌شناسی به شکل یکی از روابط زیر بیان می‌شود:

$$K_e = (10.5 + 10\sqrt{V} - V)(33 - T) \quad (۱)$$

T = دما (درجه‌سانتیگراد)، V = سرعت باد (متربرثانیه)

$$K_e = (12.12 + 11.6V - 1016V)(33 - T) \quad (۲)$$

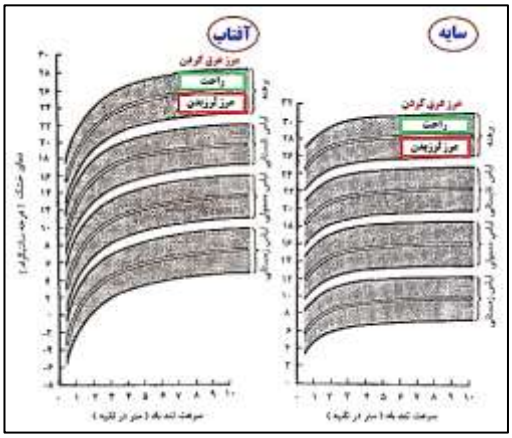
K_e = گرمای گرفته‌شده ازیک مترمربع پوست بدن در عرض یک ساعت (Kcal)، ۳۳= دمای پوست بدن (درجه‌سانتیگراد)

در رابطه (۱) K_e برحسب وات‌برمترمربع است (بیجندی و عزتیان، ۱۳۹۷: ۳). این شاخص بر مبنای تأثیر باد بر بدن برهنه استوار است، لذا تعمیم آن به احساس انسان پوشیده با لباس، خالی از اشکال نیست، لذا اصلاحاتی در این زمینه با توجه به شکل(۲) صورت می‌گیرد (رازجویان،۱۳۹۳: ۳۱).

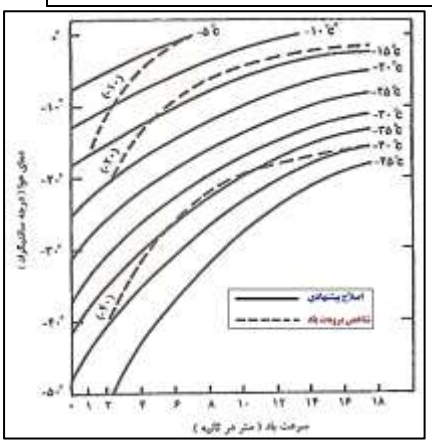
جدول (۱): طبقه‌بندی نوع احساس انسان به ازای مقدار K_e

K_e	احساس انسان	نمودار شاخص برودت باد و نوع احساس در مقابل آن
۵۰	داغ	
۱۰۰	گرم	
۲۰۰	مطبوع	
۴۰۰	خنک	
۶۰۰	بسیار خنک	
۸۰۰	سرد	
۱۰۰۰	بسیار سرد	
۱۲۰۰	سرمای آزاردهنده	
۱۴۰۰	قسمت برهنه بدن یخ می‌زند	
۲۰۰۰	قسمت برهنه بدن ظرف ۶ ثانیه یخ می‌زند	
۲۵۰۰	غیرقابل تحمل	

مأخذ : رازجویان، ۱۳۹۳: ۳



شکل (۱): معیار آسایش پن واردن در سایه و آفتاب



شکل (۲): اختلاف بین شاخص برودت باد و اصلاح پیشنهادی آن

مأخذ: رازجویان، ۱۳۹۳: ۳۷

این شاخص برای وضعیت غیرآفتابی است و برای استفاده در روزهای آفتابی، نگارنده محاسباتی را جهت تعیین مقدار کالری از دست رفته در یک ساعت انجام داده است. برای استفاده از شاخص برودت باد اصلاح‌شده نیز به دو عامل تعداد روزهای هر ماه میلادی و طول کل روزهای هرماه برای شهر رشت به شرح جدول(۲) نیاز است.

جدول (۲): طول کل و تعداد روزهای هر ماه در عرض جغرافیایی شهر رشت(نگارنده)

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اُکتبر	نوامبر	دسامبر
طول کل روزها	۳۱۱/۹	۲۹۵/۶	۳۶۵/۷	۳۸۶/۵۵	۴۳۱/۱۷	۴۳۰/۵۴	۴۴۳/۹۵	۴۲۵/۷	۳۶۶/۵۴	۳۵۰/۰۵	۳۰۸/۹	۳۰۳/۶
تعداد روزها	۳۱	۲۸	۳۱	۳۰	۳۱	۳۰	۳۱	۳۱	۳۰	۳۱	۳۰	۳۱

شاخص بیکر(CP) : جهت ارزیابی دامنه تحریکات بیوکلیمای انسانی از این شاخص استفاده می‌گردد و با توجه به اینکه معیار فوق، تلفیقی از کمیّت‌های دما و جریان باد است، لذا این روش از بقیه موارد جامع‌تر و مناسب‌تر است. بیکر جهت محاسبه این شاخص از رابطه زیراستفاده نموده است:

$$CP = (0.26 + 0.347V^{0.632})(36.5 - t) \quad (۳)$$

V = سرعت باد(متربرثانیه)، t = دمای معادل روزانه(درجه‌سانتیگراد)، CP = قدرت سردکنندگی محیط(میکروکالری-برسانتیمترمربع‌درثانیه)

جدول (۳): درجات قدرت سردکنندگی محیط و آستانه‌های بیوکلیمایی آن

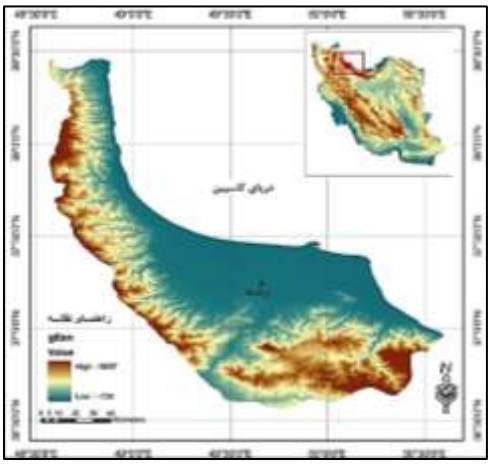
مأخذ: هدایتی‌راد و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۸

CP	۰ تا ۴	۵ تا ۹	۱۰ تا ۱۹	۲۰ تا ۲۹	۳۰ تا ۳۹	۴۰ تا ۴۹	۵۰ تا ۵۹
شرایط محیطی	داغ، گرم، شرجی و نامطبوع	گرم قابل تحمل	ملایم و مطبوع	خنک	سرد و کمی فشاردهنده	خیلی سرد	سرد و نامطبوع
شرایط بیوکلیمایی	فشار بیوکلیمایی	محدوده آسایش	محدوده آسایش	تحریک ملایم	تحریک متوسط تا شدید	به طور متوسط فشار دهنده	شدیداً فشار دهنده

چنانچه۵ >CP باشد، فشار بیوکلیمایی وجود خواهد داشت که به دلیل درجه حرارت زیاد شرایط نامطبوع ایجاد می‌کند و اگر۲۰ < CP به دلیل برودت محیط، شرایط عدم آسایش به وجود می‌آید(احمدی، ۱۳۹۱: ۷۸).

منطقه مورد مطالعه

شهر رشت مرکز استان گیلان دارای پهنه‌ای با طول جغرافیایی شرقی ۴۹/۷۲۹۱۶۸ و غربی ۴۹/۷۲۲۳۶۳ و همچنین عرض جغرافیایی شمالی ۳۷/۳۹۰۱۱۵ و جنوبی ۳۷/۰۳۹۰۵۳ درجه در شمال کشور و جنوب دریای خزر است که از شمال به شهرستان بندرانزلی و بخش خمام و از غرب به شهرستان‌های صومعه‌سرا و شفت و از شرق به بخش کوچصفهان و سنگر و از جنوب به شهرستان رودبار منتهی می‌شود. برآورد جمعیت این شهر در سال۱۳۹۵ برابر ۷۴۸۷۱۱ نفر می‌باشد. مساحت این شهر ۱۸۰ کیلومترمربع است و تنها ۲۵ کیلومتر با دریا فاصله دارد. رشت فشرده‌ترین شهر ایران به لحاظ نسبت جمعیت به وسعت است و از لحاظ نسبت جمعیت در روز و شب نیز رتبه نخست کشور را دارد(سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان، ۱۳۹۵).



شکل (۳): موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

رودخانهٔ زرجوب از جهت شرق و شمال شرقی و گوهررود از جانب جنوب و غرب، شهر رشت را در میان گرفته است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲: ۶۱). اقلیم مورد مطالعه معتدل و مرطوب است که دارای بارش فراوان، رطوبت نسبی زیاد، اختلاف درجه حرارت کم بین شب و روز می‌باشد (رحیمی‌دانش، ۲۰۱۹: ۵).

یافته‌های تحقیق

یافته‌های اقلیمی:

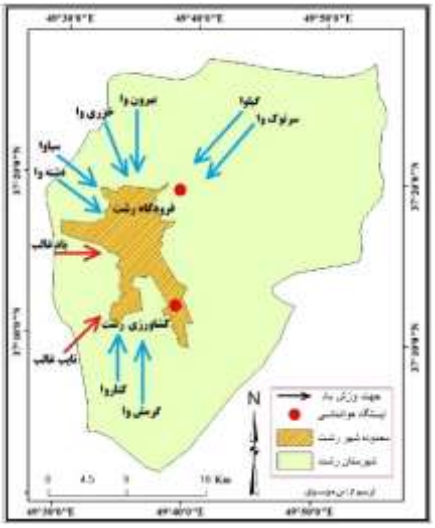
میزان پوشش ابر و ساعات آفتابی در شهر رشت: حدود ۱۶۷ روز در سال بطور کامل یا تقریباً کامل پوشیده از ابر است و میانگین ساعات آفتابی سالانه حدود ۱۶۶۷ ساعت و اغلب روزهای سال بارانی (حدود۱۴۱روز در سال) و مجموع روزهای ابری و بارانی نیز حدود ۳۰۸ روز از سال است (سازمان هواشناسی کشور).

بادهای گیلان و تأثیر آن بر شهر رشت: بادهای گیلان را باید تحت دو عنوان عمومی (نتیجه جریانات کلی هوای مجاور زمین) و محلی (در اثر اختلافات گرما و فشار هوا در مسافتهای نسبتاً کم) مورد بررسی قرار داد (اصلاح‌عربانی، ۱۳۸۷). بطورکلی بادهای محلی در گیلان به دو دسته تقسیم می‌شوند، بخشی نام مبداء خود را می‌گیرند مانند سیاوا (باد از کوه برخاسته)، دریاوا (باد از دریا برخاسته)، خزری‌وا، دشت‌وا، گیل‌وا، کوتیم‌وا، کناروا. بخشی دیگر به صفت شناخته می‌شوند مانند خشک‌وا، گرم وا یا گرم‌باد (گرمش)، بیرون‌وا، سرتوک‌وا، سیاوا (شکل۴).

جدول (۴): خلاصه مشخصات بادهای محلی مؤثر بر شهر رشت

نام باد	جهت وزش	زمان وزش	مشخصات و تأثیر باد
گیل‌وا	از شمال شرق با زاویه ۴۵درجه	اغلب بعدازظهر روزهای آفتابی بهار و تابستان	خنک، مرطوب و مفید(موجب لطافت هوا)
بیرون‌وا	شمال تالاب و عمود بر ساحل	بهار و تابستان و پاییز	باد مطلوب
خزری‌وا	شمال غرب متمایل به شمال	فصل سرد	سرد و مرطوب و مفید
دشت‌وا	شمال غرب متمایل به غرب	بعدازظهر بهار و تابستان و پاییز	سرد و مرطوب و مفید
سرتوک‌وا	شمال‌شرقی	زمستان	سرد و مرطوب و مفید
سیاوا	شمال‌غربی	پاییز و زمستان	خنک و مرطوب
کناروا	جنوب یا جنوب‌شرقی	پاییز و زمستان	خشک و خنک

مأخذ : اصلاح‌عربانی، ۱۳۸۷ و نگارنده



شکل (۴): جهت وزش بادهای مختلف بر شهر رشت (منبع : نگارنده)

بادهای گیلان عموماً در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت جریان پیداکرده و از سمت شمال‌شرقی و دریا به ساحل بوزش درمی‌آیند و در درّه منجیل به نهایت وزش خود می‌رسند(سرتیپ‌پور، ۱۳۶۶).

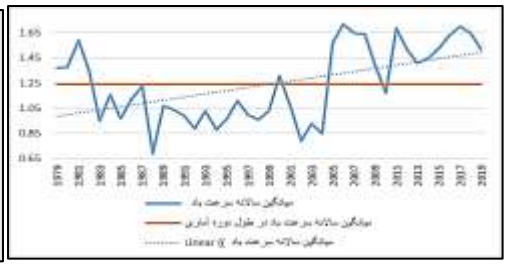
جدول (۵): خلاصه آمار وزش باد ایستگاه سینوپتیک شهر رشت

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اُکتبر	نوامبر	دسامبر
سرعت متوسط باد غالب (متربرثانیه)	۶/۵۳	۶/۶۳	۶/۲۴	۵/۷۹	۵/۵۸	۵/۸۳	۵/۷۰	۵/۵۶	۵/۷۱	۶/۲۵	۶/۶۶	۷/۰۴
زاویه(درجه)	۲۷۱/۶۱	۲۷۵	۲۱۶/۹۶	۱۹۵/۵۲	۹۳/۲۱	۵۱/۴۳	۱۰۷/۶۸	۱۴۹/۴۶	۱۸۳/۲۱	۲۵۲/۳۲	۲۶۸/۳۹	۲۵۷/۱۴
درصد	۱۴/۹۱	۱۴/۲۸	۱۰/۵۷	۱۰/۱۵	۱۰/۸۵	۱۲/۲۹	۱۱/۱۴	۱۰/۲۵	۱۱/۰۲	۱۱/۹۴	۱۳/۶۸	۱۵/۱۴

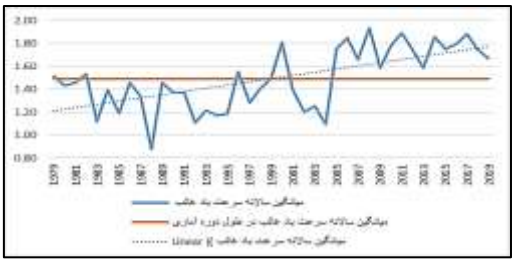
باد گرمش در پاییز و زمستان از سمت جنوب و جنوب‌غربی بطرف جلگه‌های خزر جریان می‌یابد و با گرم‌شدن ناگهانی هوا همراه است و از۶ تا ۸ نوبتی که در سال به وقوع می‌پیوند ۵ تا ۶ نوبت آن در زمستان و یکی دو بار در بهار یا پاییز دیده می‌شود(محمودی و پورموسی، ۱۳۸۹: ۱۵۰). باد غالب از غرب به شرق همچنین از جنوب‌غربی به شمال‌شرقی می‌وزد. وزش بادهای مطلوب نیز از جهت شمال‌شرقی و بادهای نامطلوب بیشتر از جهات غرب و شمال‌غربی صورت می‌گیرد. متوسط سالانه سرعت باد در همین مدت ۱/۱۴ متربرثانیه است.

توزیع سالانه عنصر باد در طول دوره آماری(۱۹۷۹-۲۰۱۹) :

دامنه تغییرات سرعت باد سالانه ۱/۰۳ متربرثانیه است و حدود ۵۰ درصد از سالها سرعتی بالاتر از میانگین سالانه دارند. تغییرات سرعت باد بصورت صعودی با شیب حدود ۱۸ درصد است و افزایش تغییرات آن از میانگین سالانه در دهه اخیر با نوسانات زیاد قابل توجه است (شکل ۵).



شکل (۵): تغییرات سالانه سرعت باد در شهر رشت



شکل (۶): تغییرات سالانه سرعت باد غالب در شهر رشت

دامنه تغییرات سرعت باد غالب سالانه نیز ۱/۰۵ متربرثانیه است و سرعت باد غالب در ۵۰ درصد از سالها بالاتر از میانگین سالانه آن است. تغییرات سرعت باد غالب بصورت صعودی با شیب حدود ۱۸ درصد است و سیر روبه‌رشد تغییرات آن از میانگین سالانه به‌خصوص در دهه اخیر با نوسانات کم مشهود و قابل توجه است (شکل ۶).

یافته‌های شاخص های آسایشی:

نتایج شاخص بیکر : در تابستان مقدار CP تا رقم ۶/۵ اُفت نموده که مُعرف شرایط نسبی آسایش است. با نزدیک‌شدن به فصل پاییز کمی بر میزان سردکنندگی محیط افزوده شده ولی هنوز در محدوده آسایش بیوکلیمایی قرار دارد. در ماههای مارس تا می و نیز اُکتبر تا دسامبر شرایط محیطی بصورت ملایم و مطبوع است. عدم آسایش سرمایی در ماههای ژانویه و فوریه کاملاً مشهود بوده و ماههای ژوئن تا سپتامبر جزء ماههای گرم قابل تحمل است.

جدول (۶): میزان قدرت سردکنندگی محیط (شاخص بیکر) برای شهر رشت

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اُکتبر	نوامبر	دسامبر
CP	۲۰/۳۹	۲۰/۶۵	۱۷/۵۷	۱۴/۳۵	۱۰/۷۵	۸/۱۶	۶/۵۰	۶/۷۶	۸/۵۰	۱۱/۶۱	۱۵/۶۸	۱۸/۴۹
شرایط بیوکلیمای انسانی	عدم آسایش	عدم آسایش	ملایم و مطبوع	ملایم و مطبوع	ملایم و مطبوع	گرم قابل تحمل	گرم قابل تحمل	گرم قابل تحمل	گرم قابل تحمل	ملایم و مطبوع	ملایم و مطبوع	ملایم و مطبوع

نتایج شاخص برودت باد: مقدار کالری ازدست‌رفته روزانه و ساعتی در ماه فوریه بیشترین و در ماه جولای کمترین مقدار است. مقدار کالری رسیده از تابش آفتاب نیز در ماه دسامبر کمترین و در جولای بیشترین مقدار است.

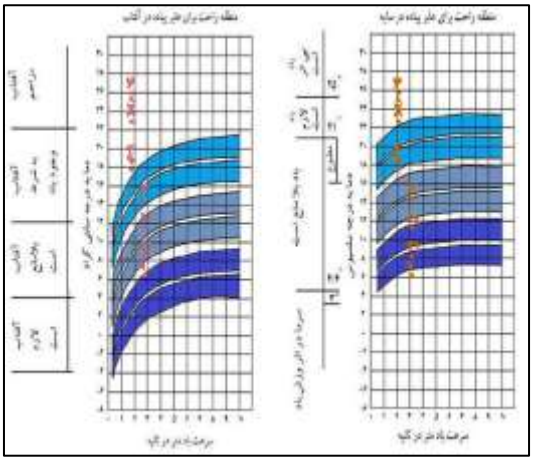
جدول (۷): میزان شاخص برودت باد و نوع احساس انسان برای ماههای سال در شهر رشت

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اُکتبر	نوامبر	دسامبر
Ke(Kcal/h)	۵۵۳/۸۶	۵۵۷/۴۵	۴۸۷/۲۷	۳۸۰/۶۹	۲۷۸/۵۵	۱۹۳/۶۱	۱۴۴/۵۷	۱۵۱/۹۸	۲۱۰/۲۰	۳۰۷/۷۹	۴۲۵/۸۶	۵۰۱/۴۲
نوع احساس انسان	خنک	بسیار خنک	خنک	مطبوع نزدیک به خنک	مطبوع	تقریباً مطبوع	گرم	گرم	مطبوع	مطبوع	خنک	خنک

جدول (۸): تعیین وضعیت گرمایی شهر رشت در ماههای مختلف سال بر اساس شاخص برودت باد اصلاح شده

ماهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اُکتبر	نوامبر	دسامبر
معدل ساعات آفتابی واقعی (hr,m,s)	۳:۰۴:۰۴۲	۳:۱۷:۰۷	۳:۰۲:۰۷	۴:۰۶:۰۲۴	۵:۳۰:۰۳۲	۷:۰۲:۰۴	۷:۰۲:۰۱۰	۵:۰۷:۰۵۵	۴:۳۱:۰۲۶	۳:۰۴۵:۰۴۰	۳:۰۴:۰۵۸	۲:۰۴۹:۰۴۹
درصد ساعات آفتابی روزانه	۶۲/۳۰	۳۱/۱۸	۲۵/۷۶	۳۱/۸۹	۳۹/۶۱	۴۸/۹۹	۴۹/۱۶	۴۲/۲۴	۳۶/۹۹	۳۳/۳۰	۲۹/۹۰	۲۸/۹۱
مقدار کالری از دست رفته در طول روزغیرآفتابی (Kcal)	-۵۵۷۱/۸۳	-۵۸۸۱/۱۰	-۵۷۴۹/۷۹	-۴۹۰۷/۰۹	-۳۸۷۴/۶۳	-۲۷۷۸/۳۰	-۲۰۷۰/۲۴	-۲۰۸۶/۶۹	-۲۵۶۸/۶۴	-۳۴۷۴/۹۵	-۴۳۸۶/۳۶	-۴۹۰۸/۹۰
مقدار کالری حاصل از تابش آفتاب (Kcal)	۶۱۶	۶۵۸	۶۰۸	۸۲۲	۱۱۰۲	۱۴۰۶	۱۴۰۸	۱۱۶۰	۹۰۴	۷۵۲	۶۱۶	۵۶۶
مقدار کالری از دست رفته در عرض روز (Kcal)	-۴۹۵۵/۸۳	-۵۲۲۳/۱۰	-۵۱۴۱/۷۹	-۴۰۸۵/۰۹	-۲۷۷۲/۶۳	-۱۳۷۲/۳۰	-۶۶۲/۲۴	-۹۲۶/۶۹	-۱۶۶۴/۶۴	-۲۷۲۲/۹۵	-۳۷۷۰/۳۶	-۴۳۴۲/۹۰
مقدار کالری از دست رفته در ساعت($kcal/m^2/h$)	۴۲۹/۶۳	۴۹۵/۰۸	۴۳۵/۷۴	۳۱۶/۹۲	۱۹۹/۳۳	۹۵/۶۳	۴۳/۴۵	۶۷/۴۹	۱۳۶/۲۲	۲۴۱/۱۸	۳۶۶/۰۵	۴۴۳/۶۱

نتایج شاخص پن واردن: اگر در تابستان چنین استنباط شود که هوای رشت به شرط وجود سایه و جریان باد راحت احساس خواهد شد، لذا طراحی بافت می‌بایست اجازه بدهد که معابر، در عرض تابستان پُرسایه و بادگیر باشند.



شکل (۷): نمودار آسایشی پن واردن در سایه و آفتاب برای شهر رشت

الف) برای فصل تابستان، درآفتاب: هوای صبح زود به شرط وزش بادی سریعتر از ۱/۹۰متربرثانیه مطبوع و در سایر مواقع گرم بوده و همراه با عرق‌کردن است. در سایه: هوای صبحها اغلب مطبوع و سایر مواقع روز هوا گرم است. ب) برای فصل بهار، در آفتاب: هوای صبح زود به شرط وزش باد سریعتر از۲ متربرثانیه مطبوع و در سایر مواقع گرم است. در سایه: هوای صبحها خوب بوده و در سایر اوقات روز هوا گرم است. ج) برای فصل پاییز، در آفتاب: هوای صبحگاهان سرد است و در سایر مواقع مطبوع است. در سایه: فقط در مواقع نیمروز هوا تقریباً مطبوع بوده و در سایر مواقع هوا سرد است. د) برای فصل زمستان، در آفتاب: هوای صبحگاهان سرد است به جز در مواقعی که جریان هوا کندتر از حد پایین سرعت در لحظه دمای کمینه باشد و در سایر مواقع مطبوع است. در سایه: در مواقع نیمروز هوا خوب بوده و در سایر مواقع هوا سرد است.

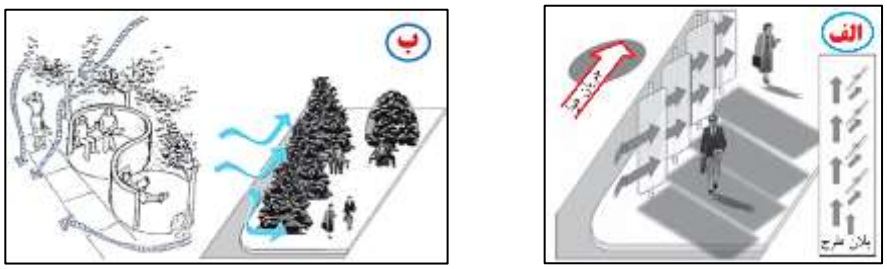
یافته‌های معماری اقلیمی در فضاهای باز:

شهر رشت دارای نقشه نامنظم و آشفته است. به عبارت دیگر تکوین شهر بطور اتفاقی انجام گرفته و خیابانها و کوچه‌های آن با پیچ‌وخم‌هایی به هم جوش خورده‌اند. شکل‌گیری معماری بومی آن نیز بر مبنای مدولهایی از مربع است که به‌صورت خطی در امتداد شرق- غرب و عمود بر جریان باد توسعه یافته است که نمونه‌ای از معماری برونگرا است. تراکم زیاد و فشردگی بیش از حد میان ساختمانها نیز دیده می‌شود. شهر رشت دارای۴ خیابان اصلی از مرکز شهر به سمت شرق، غرب، شمال‌شرقی و جنوب- شرقی است. در قسمت شمالی شهر معبر مستقیم شمالی-جنوبی وجود ندارد. بادهای غالب شمالی در فصل تابستان، به بلوار گیلان در شمال شهر برخورد می‌کنند و با توجه به ساخت‌وسازهای با ارتفاع زیاد در این منطقه، دچار مشکل شده و از ورود مناسب آن به داخل شهر جلوگیری می‌شود و فقط می‌توانند از طریق مسیرهای فرعی به شمال شهر وارد شوند. جریان شمالی نیز که از سمت شمال‌شرقی وارد شهر می‌گردد از جاده انزلی وارد شهر شده و پس از عبور از مرکز شهر به سمت جنوب شهر خارج می‌شود. این جریان هوا با توجه به حرکت باد در کوچه‌ها و خیابانهای فرعی، منطقه شرقی شهر را تحت پوشش خود قرار داده و باعث کاهش رطوبت و تلطیف هوا در این منطقه می‌شود. اما جریان هوا در منطقه غربی با برخورد به مسیرهای شرقی- غربی امکان ورود به شهر را نداشته و این منطقه از وضعیت نامناسب‌تری برخوردار می‌باشد (شکل۸).

شکل (۸): پراکنش جریان بادهای مطلوب و نامطلوب در سطح معابر شهر رشت (نگارنده)

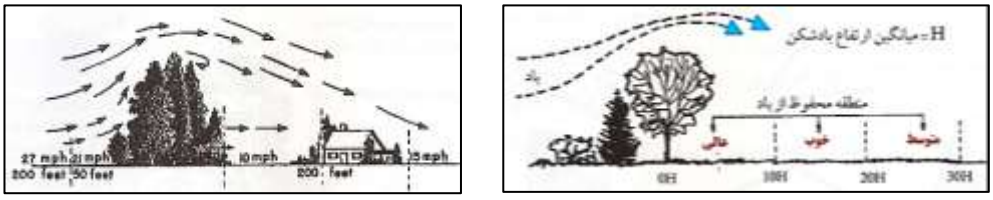
بادهای غربی (باد غالب) نیز در تابستان باعث تلطیف هوا و در زمستان باعث تشدید سرما می‌شود. بنابراین بادهای شمالی به عنوان بادهای مناسب و بادهای غربی به عنوان بادهای نامناسب محسوب می‌شوند. لذا منطقه غربی شهر نیازمند خیابانهای شمالی-جنوبی برای ورود بادهای مناسب به داخل شهر است تا با ایجاد جریان هوا باعث تلطیف هوا شود. همچنین باید با ایجاد بادبندهای طبیعی از ورود بادهای غالب در طول زمستان برای قسمت غربی شهر جلوگیری نمود. جهت برقراری آسایش‌حرارتی در فضاهای باز شهر، علاوه بر ایجاد سایه به تهویه طبیعی هوا و عناصری چون بادشکن‌ها، الگوی گذرها و فرم‌های ساختمانی می‌بایست توجه شود.

نقش بادشکن‌ها: بادشکن‌های گیاهی یا سازه‌ای در فضاهای باز شهر رشت برای مقابله با باد گرمش و نیز هدایت باد مطلوب به محل‌های مورد نظر جهت برقراری آسایش حرارتی برای عابرین بسیار مناسب است (تصویر۹).



شکل (۹): مناسب‌سازی فضاهای باز شهر رشت به کمک بادشکن‌های گیاهی و سازه‌ای (طاهباز و جلیلیان، ۱۳۹۰: ۱۸)

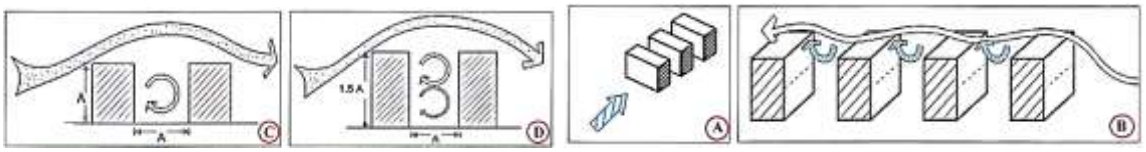
زیرا در سمت بادپناه، مسافتی به اندازه ۵ برابر ارتفاع بادشکن دارای بالاترین درجه کاهش باد خواهد بود و در مسافتهای مساوی با ۲۰ برابر ارتفاع بادشکن حفاظ بسیار ناچیز بدست می‌آید (تصویر۱۰).



شکل (۱۰): نسبت مستقیم ارتفاع گیاهان بادشکن‌های با طول منطقه محفوظ از باد(رستم‌خانی و لقایی، ۱۳۸۳: ۳)

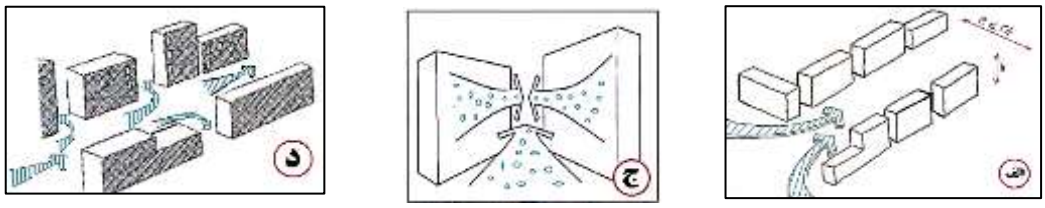
با کاهش ۲۵ درصدی فضای سبز در کل شهر، دمای هوا در تابستان۳/۳ تا۵/۶ درجه‌سانتیگراد افزایش می‌یابد زیرا یک درخت به تنهایی به اندازه۱۰ کولر هوا را مطبوع و خنک می‌کند(رحیمی‌ساردو، ۱۳۹۹: ۲۴۳). اما شهر رشت با برخورداری از ۱۶۰ هکتار فضای سبز شهری، کمترین سرانه فضای سبز شهری کشور را با۴/۲ متر به ازای هر نفر به خود اختصاص داده است، حتی کمتر از اصفهان با۲۶ مترمربع و یزد با ۱۸/۵ مترمربع(اسماعیلی، ۱۳۹۹: ۲).

الگوی ستونی و گذرهای عمود بر جهت باد: با توجه به الگوی غالب عمود بر جریان باد در شهر رشت، این گذرها باد را از بالای خود عبور داده و همواره گذر تهویه می‌شود اما شدت باد احساس نمی‌شود و این گذرها بصورت پناهی در مقابل غبار هستند. این تداخل باعث چرخش خفیفی در گذر شده که مانع از فرود باد فوقانی در گذر می‌شود (تصاویر B و A.۱۱). ارتفاع جداره‌ها نیز باعث تعداد چرخش بیشتر می‌شود و بر پناه‌بودن گذر می‌افزاید. مثلاً در نسبت۱به۱ ارتفاع به عرض(تصویرC.۱۱) یک چرخش و در نسبت۱به ۱/۵ تا۱ به ۲/۵، شاهد دو چرخش (تصویرD.۱۱) خواهیم بود، که شدت چرخش حالت اول به نسبت حالت دوم بیشتر است.



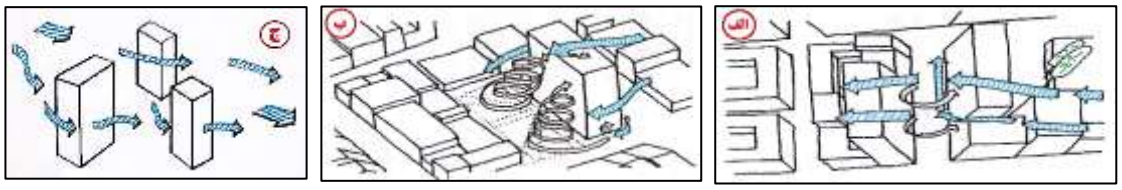
شکل (۱۱): تأثیر الگوی ستونی و گذرهای عمود بر جهت باد در آسایش‌حرارتی فضاهای باز(عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۴)

الگوی ردیفی و گذرهای موازی با جهت باد: هنگامیکه باد غالب شهر رشت(بادهای غربی) در گذری موازی با جهت خود وارد شود و در حالتی‌که طول گذر بیش از۴۰ متر باشد شدت بیشتری یافته و اصطلاحاً کانالیزه می‌شود. در این حالت اگر مجموع فواصل بین ساختمانها بیش از۵۰ درصد طول آنها باشد، راهروی موجود کارآیی نخواهد داشت و اگر عرض کانال بیش از۳ برابر ارتفاع متوسط باشد، پدیده کانالیزاسیون ایجاد نمی‌شود (تصویر۱۲.الف و د). البته اگر طول مسیر بیش از۵۰ متر باشد و عرض دهانه تنگ‌تر، از نصف ارتفاع جداره کمتر نباشد و از ۴ برابر آن نیز بیشتر نشود و همچنین مانعی هم در خیابان وجود نداشته باشد، افزایش سرعت باد بـه شدت محسوس است. این راهکار باعث می‌شود بدون افزایش عرض گذر کـه منجر به تابش آفتاب سوزان می‌شود، سرعت باد در گذر رفته‌رفته افزایش یابد و در مسیر رسیدن به مرکز شهر از قدرت آن کاسته نشده، توان توزیع و تهویه مطلوب‌تری داشته باشد. دهانه عریض‌تر گذرها نیز باعث جمع شدن باد بصورت قیف(اثر ونتوری) می‌گردد (تصویر۱۲.ج).



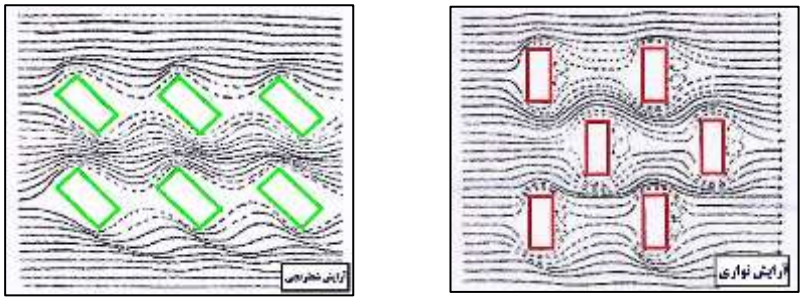
شکل (۱۲): تأثیر گذرهای موازی با جهت باد بر آسایش حرارتی در فضاهای باز شهر رشت (عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۳)

تأثیر فرم و جهت مجموعه‌های ساختمانی: فرم‌های ساختمانی، باد را در خیابانها کانالیزه می‌کنند یا گردبادهایی را در محوطه جلوی ساختمانهای بلند بوجود می‌آورد (تصویر۱۳.الف و ب). با توجه به اهمیت ویژه کوران در اقلیم شهر رشت جهت برقراری آسایش حرارتی، باید بافت‌های ساختمانی به شکل پراکنده طراحی شوند (تصویر۱۳.ج).



شکل (۱۳): تأثیر فرم‌های ساختمانی بر باد در فضاهای باز شهر رشت

باتوجه به نیاز ساختمانهای شهر رشت به دریافت باد جهت تهویه، بهتر است از شکل شطرنجی برای مجموعه‌های ساختمانی استفاده شود، چراکه قراردادن آنها در آرایش نواری می‌تواند از برخورد باد به ردیفهای پشتی جلوگیری کند (تصویر۱۴). این نکته باید در برنامه‌ریزی جهت ایجاد شهرکهای مسکونی در شهر رشت مورد توجه قرار گیرد.



شکل (۱۴): تأثیر آرایش مجموعه‌های ساختمانی بر کیفیّت آسایش حرارتی در فضاهای باز اطراف آنها

نتیجه‌گیری

مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با تحقیقات پیشین ضمن تأیید بسیاری از نظرات محققین قبلی آشکار نمود که در شهر رشت روزهای چهارماه جولای، آگوست، ژوئن و سپتامبر نه تنها به سایه بلکه به جریان هوای طبیعی جهت برقراری آسایش حرارتی نیاز دارند و بعبارت دیگر دوره گرم سال بین ساعات ۱۱صبح تا ۱۷ عصر دو ماه جولای و آگوست بوقوع می‌پیوندد. برای شهر رشت در فصل تابستان سرعت باد بیشتر از۲ متربرثانیه شرایط مطبوع را درآفتاب و شرایط سرد را در سایه بوجود می‌آورد و در فصل بهار اگر سرعت باد بیشتر از۲ متربرثانیه باشد شرایط مطبوع را در آفتاب بوجود می‌آورد، در صورتیکه در همین فصل و در شرایط سایه، هوا تقریباً گرم می‌باشد. همچنین در فصل پاییز به غیر از صبحگاهان، هوا در شرایط آفتابی مطبوع بوده و در سایه نیز هوا سرد است، مگر در مواقع نیمروز. برای فصل زمستان نیز در سایه به جز مواقع نیمروز، هوا سرد بوده ولی در آفتاب شرایط هوا به سه بخش صبحگاهان (هوای سرد)، مواقع نیمروز(هوای گرم) و سایر مواقع(هوای مطبوع) تقسیم می‌شود. شدت تبخیر آب‌گرم دریای‌خزر و نبود مکانیسم صعود برای ریزش باران باعث بالارفتن رطوبت‌نسبی در حد اشباع و تواماً موجب تراکم بخارآب در سطح زمین و تشدید هوای خفقان‌آور به‌خصوص در ماه آگوست می‌شود. همچنین تغییراقلیم و افزایش پایداری هوا نیز مزید بر علت است. عامل دیگر کمی ساعات آفتابی (میانگین ساعات آفتابی سالانه در شهر رشت حدود۱۶۶۷ساعت) و ارتفاع کم حداقل انرژی تابشی است. ابرناکی آسمان (حدود۱۶۷روز از سال در شهر رشت) باعث می‌شود درصد زیادی از تابش مستقیم در برخورد با سطح ابر منعکس شود و بعبارتی نسبت تابش پراکنده به تابش مستقیم بیشتر است. مقایسه این نتایج با مطالعات دیگر در همین منطقه از جمله (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳؛ آزادمنش و همکاران، ۱۳۹۹؛ ضابط‌محبوب و برنافر، ۱۳۹۲ و حسنی‌لیچایی و همکاران، ۱۴۰۰) همسو بوده و یافته‌های آنان را تأیید می‌کند، جز اختلافات اندک که ممکن است ناشی از کوتاه‌بودن طول دوره آماری مورد استفاده در مطالعات فوق باشد که اکثراً حدود۱۰ الی ۱۵سال منظور شده است. علاوه بر تأیید نتایج فوق، در پژوهش (حنفی، ۱۳۹۹)، شهر رشت دارای مطلوبیت آسایش سالانه نسبت به شهرهای همدان، اصفهان، سمنان، کرمانشاه، اردبیل، شیراز، کرمان، زاهدان، اهواز

و تهران معرفی شده است. از آنجایی که جهت وزش باد در فصل تابستان از سمت شمال و شمال‌شرقی، تا حدودی شمال‌غربی و غربی می‌باشد، بنابراین شبکه ارتباطی شهر رشت برای ورود این جریانها به شهر باید به صورت شمالی و جنوبی باشد تا بتواند با ورود این جریانها باعث ایجاد کوران، تلطیف هوا و کاهش رطوبت بالای شهر شود. جهت وزش باد در زمستان نیز بیشتر از سمت غرب به سمت شرق می‌باشد، که باعث کاهش دما شده و بر شدت سرما می‌افزاید. بنابراین باید از ورود این جریان هوا در سطح شهر جلوگیری شود. نتایج حاصل از تأثیرات آب و هوا بر زندگی جوامع انسانی، موجب اهمیت یافتن مطالعات اقلیم شهری می‌شود و می‌تواند راهگشای بسیاری از مسائل مربوط به طراحی و ساخت سکونتگاههای جدید و توسعه سکونتگاههای موجود باشد. لذا در راستای موضوع پژوهش راهکارهای زیر برای شهر رشت پیشنهاد می‌گردد:

- توجه به طرح محله و استفاده از نظر اقلیم‌شناسان شهری جهت استقرار درست زمینهای تفکیکی جدید در برابر تقویم وزش باد
- افزایش سرانه متعارف فضاهای سبز شهری (در ایران۷ تا۱۲مترمربع و طبق شاخص محیط‌زیست سازمان‌ملل باید ۲۰ تا۲۵مترمربع باشد)
- توجه به کالبد هندسی ساختمانها با شکل‌دادن به بدنه آنها و استفاده از عناصرالحاقی جهت هدایت باد به فضاهای مورد استفاده عابرین
- مکانیابی و برنامه‌ریزی صحیح و اصولی جهت اجرای ساختمانهای بلندتر از۱۵متر یا ۵ طبقه به‌خصوص در بافت مرکزی شهر
- احداث پارکینگها و دیواره‌های سبز در معابر و به‌کارگیری دیوارهای کوتاه و دارای شبکه جهت عبور هوا برای محوطه ساختمانها
- ساخت توپوگرافی‌های تپه‌ماهوری دست‌ساز در عرصه‌های فضای سبز و کمربندی‌ها جهت بهره‌گیری مطبوع‌تر از بادهای محلی
- ایجاد و گسترش سایه با ایجاد دالان‌های سرپوشیده در فضاهای باز و استفاده از مصالحی با هدایت حرارتی کم برای آنها

منابع

احمدپورکلهرودی، نرگس و دیگران (۱۳۹۶). نقش و تأثیر عناصر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (موردی: طراحی پیاده‌راه طمقاچی‌ها در کاشان). *معماری و شهرسازی*. ۹ (۱۸)، ۷۹-۵۹.

احمدی، حمزه؛ شائمی، اکبر (۱۳۹۱). آسایش اقلیمی شهر بر اساس شاخص‌های زیست اقلیمی (مطالعه موردی: ایلام). *برنامه‌ریزی کالبدی فضایی*. ۱ (۱)، ۸۸-۷۵

اسماعیلی، وحیده (۱۳۹۹). نبود سرمایه‌گذار برای پارک جنگلی لاکان رشت (گزارش). *شبکه تحلیلی-خبری مرور*. بازیابی شده در ۱۶ آذر ۱۳۹۹. از https://moroor.org

اصلاح عربانی، ابراهیم (۱۳۸۷). *کتاب گیلان*. جلد اول. تهران: پژوهشگران.

بیجندی، مجید؛ عزتیان، ویکتوریا (۱۳۹۷، اردیبهشت). بررسی مخاطره سوزباد با شاخص NWP در استان اصفهان. *دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران. دانشگاه فردوسی مشهد*. مشهد. ایران.

جعفریان، سپیده و دیگران (۱۴۰۲). شبیه‌سازی و ارزیابی تأثیر سایه‌بان غشایی بر آسایش حرارتی فضای بیرونی در شهر سمنان. *معماری و شهرسازی ایران*. ۱۴ (۱)، ۱۹-۵.

حکمت‌نیا، حسن؛ قنبری هفت چشمه، ابولفضل (۱۳۸۸). *اصول و روشهای برنامه‌ریزی شهری*. یزد: مفاخر.

حسین‌زاده دلیر، کریم (۱۳۹۳). *برنامه‌ریزی ناحیه‌ای*. تهران: سمت.

حسنی لیچایی، بهمن؛ حیدری، شاهین؛ مفیدی شمیرانی، سیدمجید (۱۴۰۱). بررسی آسایش حرارتی در فضاهای نیمه باز (خانه‌های بومی شهر رشت). *معماری و شهرسازی پایدار*. ۱۰ (۲)، ۱۸۴-۱۶۵.

حسینی، سید علی؛ پوراحمد، احمد؛ ویسی، رضا (۱۳۹۲). مکانیابی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر رشت با استفاده از مدل AHP. *چشم‌انداز جغرافیایی در مطالعات انسانی*. ۸ (۲۳)، ۷۲-۵۵.

درویشی، عزیزاله (۱۳۹۴). *ارزیابی عدم آسایش اقلیمی براساس شاخص برودت باد (نمونه موردی: قائمشهر، پل‌سفید وآلاشت)*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه مازندران. مازندران. ایران.

رازجویان، محمود (۱۳۹۳). *آسایش در پناه باد*. تهران: دانشگاه شهید بهشتی تهران.

رازجویان، محمود (۱۳۹۴). *آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم*. تهران: دانشگاه شهید بهشتی تهران.

رحیمی‌دانش، سروناز؛ اسدی ملک جهان، فرزانه؛ علیرضایی، مهدی (۲۰۱۹، ژوئن). بررسی تأثیر معماری همساز با اقلیم در فرم‌یابی برج مسکونی (شهر رشت). *ششمین کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و علوم محیط زیست*. استکهلم. سوئد.

رحیمی ساردو، مجید (۱۳۹۹). فضای سبز شهری و نقش آن در زندگی مردم. *پژوهش‌نامه اورمزد*. ۵۱ (ب)، ۲۴۸-۲۳۸

رستم‌خانی، پروانه؛ لقایی، حسنعلی (۱۳۸۳). *اصول طراحی فضای سبز در محیط‌های مسکونی*. تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ایران.

روضاتی، سیدحمیدرضا؛ قنبران، عبدالحمید (۱۳۹۳). ارزیابی آسایش در فضاهای باز شهری براساس شاخص‌های آسایش باد (اصفهان). *علوم محیطی*. ۱۲ (۴)، ۱۱۲-۱۰۵.

سرتیپ‌پور، جهانگیر (۱۳۶۶). *گیلان از دیدگاه هنری*، گیلان‌نامه. رشت: طاعتی.

شیعه، اسماعیل (۱۳۹۸). *مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی شهری*. تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.

شیخ‌بیگلو، رضا؛ محمدی، جمال (۱۳۸۹). تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری (اصفهان). *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*. ۲۱ (۳-۳۹)، ۸۲-۶۱.

عباس‌زاده، شهاب؛ ذوالفقاری، قاسم؛ پژوهان‌کیا، محمدعلی (۱۳۹۳). بررسی نقش باد در آرایش ساختار فضایی- کالبدی شهرهای مناطق گرم و خشک (شهرهای زابل و بوشهر). *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*. ۴ (۱۵)، ۶۹-۵۳.

علیزاده دهبنه، طیبه (۱۳۹۵، اسفند). تحلیل مشکلات و معضلات زیرساختی کلانشهر رشت و اثرات و پیامدهای آن بر توسعه شهری. *پنجمین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، معماری و شهرسازی. تهران*. ایران.

فلاح قالهری، غلامعباس و همکاران (۱۳۹۸). استفاده از شاخصهای زیست اقلیمی بیکر و فشار عصبی در ارزیابی آسایش حرارتی در فضای روباز براساس داده‌های هواشناسی (مطالعه موردی: سه اقلیم ایران). *سلامت کار ایران*. ۱۶ (۱)، ۴۵-۳۶.

طالب صفا، شهرزاد و دیگران (۱۴۰۲). ارزیابی تأثیر سایه بر آسایش حرارتی فضای باز و تعیین محدودهٔ آسایش حرارتی. *صفّه*. ۳۳ (۳)، ۵۹-۴۳.

طاهباز، منصوره؛ جلیلیان، شهربانو (۱۳۹۰). نقش طراحی معماری در کاهش مصرف انرژی در ساختمان. *ره شهر*. ۱۲۹. ۲۳-۴.

کریمی‌نیا، شهاب و همکاران (۱۳۹۶). بررسی رابطه خصوصیات فضاهای باز شهری با شرایط آسایش حرارتی بازدیدکنندگان این فضاها (میدان نقش جهان اصفهان)، دانشگاه آزاد نجف‌آباد. نجف‌آباد. ایران.

کسمایی، مرتضی (۱۳۹۵). *اقلیم و معماری*. تهران: خاک.

لشکری، حسن؛ موزرمی، سارا؛ لطفی، کورش (۱۳۹۰). آسایش در خارج و داخل بنا براساس شاخص پن واردن و ماهانی (نمونه موردی: شهر اهواز). *جغرافیای انسانی*. ۳ (۲)، ۲۲۰-۲۰۷.

محمودی، مهناز؛ پورموسی، محبوبه (۱۳۸۹). پتانسیل‌سنجی انرژی باد و نقش بنیادین آن در تهویه مطبوع و زدودن رطوبت (منطقه گلسار رشت). *آرمانشهر*. ۴، ۱۵۶-۱۴۷.

معاونت آمار و اطلاعات، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان (۱۳۹۵). *سالنامه آماری استان گیلان. گیلان*.

منتظری، مرجان؛ جهانشاه‌لو، لعلا؛ ماجدی، حمید (۱۳۹۷). تأثیر مؤلفه‌های فرم کالبدی شهری بر آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (مطالعه موردی: اراضی پشت سیلو شهر یزد). *مطالعات محیطی هفت حصار*. ۲۳ (۶)، ۴۹-۶۶.

نجفی، سیّدمحمدعلی؛ نجفی، نجمه (۱۳۹۱). بررسی آسایش حرارتی با روشهای PMV و PET (بازار وکیل شیراز). *مطالعات محیطی هفت حصار*. ۱، ۷۰-۶۱.

نیک‌اندیش، نسرین؛ اکبری قمصری، هدیه (۱۳۹۷). تحلیل عوامل ژئومورفوکلیمایی در آفرینش باد محلی منجیل. *جغرافیای طبیعی*. ۱۱ (۴۲)، ۱۴۰-۱۲۵.

هدایتی‌راد، فائزه و دیگران (۱۳۹۵). ارزیابی شاخصهای زیست‌اقلیمی مؤثر بر آسایش انسان (مطالعه موردی: منطقه آزاد اروند). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*. ۱۸ (۵۳-۳)، ۴۱-۲۲.

Adams, D. (1995). *Urban Planning and Development Process*. London: University College London.

Gao, Y. et al (2012). Field studies on the environments. *Renewable Energy*. 46, 148-154.

Jusef, K.; Ignatius, M. & Wong, N.H. (2016). Urban climatic mapping using prediction models for ambient temperature and outdoor thermal comfort: a Singapore Case Study. *4th International Conference on Countermeasures to Urban Heat Island*. National University of Singapore. Singapore.

Kántor, N. & Unger, J. (2011). The most problematic variable in the course of human-biometeorological comfort assessment the mean radiant temperature. *Central Euro J Geosci*. 3 (1), 90-100.

Nassiri, P. et al (2017). Validity of Thermal Comfort Indices Based on Human Physiological Responses in Typical Open Pit Mines. *International Journal Of Occupational Hygiene*. 9 (1), 26-32.

Ning, S.; Jing, W. & Ge, Zh. (2023). Sunlight perception and outdoor thermal comfort in college campuses: A new perspective. *Scientific Reports*. 13 (1), 1-14.

Niu, J. et al (2015). A new method to assess spatial variations of outdoor thermal comfort: Onsite monitoring results and implications for precinct planning. *Building and Environment*. 91, 263–270.

Peng, C. et al (2015). Modeling thermal comfort and optimizing local neighborhood in wuhan city. *Sustainability*. 7, 3109-3128.

Rajagopalan, P.; Chuan Lim, K. & Jamei, E. (2014). Urban heat island and wind flow characteristics of a tropical city. *Solar Energy*. 107, 159-170.

Taleghani, M. (2018). Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 81 (2), 2011-2018.

Tao, Zh. et al (2023). A Comparative Analysis of Outdoor Thermal Comfort Indicators Applied in China and Other Countries. *Sustainability*. 15 (22), 2-36.

Yang, W.; Wong, N.H. & Jusef. S.K. (2013). Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. *Building and Environment*. 59, 426–435.

Yaglou, C. & Miller, W. (1935). Effective temperature with clothing. *ASHRAE Transactions*. 31.

نحوه ارجاع به مقاله:

موسوی، سیدسعید؛ رضایی، پرویز؛ رمضانی، بهمن (۱۴۰۳)، تحلیل و ارزیابی آسایش حرارتی در فضاهای باز شهر رشت، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱۳ (۴۹)، ۱۰۲-۸۶. Doi: 10.71740/ges.2024.979231

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – acsses 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.