

Research Article

Dor: 20.1001.1.25385968.1402.18.4.10.3

Evaluation of Thermal Comfort in Residential Spaces of Rasht City

Seyed Saeed Mousavi¹, Parviz Rezaei^{2*} & Bahman Ramzani³

1. Ph.D Candidate 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

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

* Corresponding author: Email: rezaei@iaurasht.ac.ir

Receive Date: 12 June 2022

Accept Date: 20 November 2022

ABSTRACT

Introduction: The importance of climate and its impact on human life is not hidden from anyone. The expansion of urbanization and development of cities along with the rapid growth of population and development of industrial activities has greatly reduced the thermal comfort in residential spaces, the consequences of which in the short term in the form of diseases and illnesses to city dwellers and in the long run as a factor in intensifying climate change. Its environmental effects, including the change of favorable months in terms of comfort climate, play a role. Meanwhile, the high costs of establishing comfort in residential spaces by mechanical devices and especially their maintenance, as well as its consequences in environmental degradation, has increased the importance of urban climate research. Therefore, the view of this study is to investigate the effect of climate on physiological comfort and convenience of human beings in closed spaces under the influence of two elements of temperature and humidity.

Research Aim: The purpose of this study is to analyze and evaluate the effect of climate on physiological comfort and convenience of humans in closed spaces under the influence of two elements of temperature and humidity.

Methodology: The research is an applied type that has been done by descriptive-analytical method. The data used include average minimum, maximum and daily temperature, relative humidity, vapor pressure and dew point temperature in the statistical period of 40 years (1979-1979). For data analysis, indices of discomfort, temperature-humidity, sultry intensity and AIA standard were used.

Studied Areas: The study area in this research is Rasht city in Guilan province.

Results: The research findings show that heat discomfort reaches its maximum in July and August and also August has the highest amount of sultry.

Conclusion: The results of the study indicate the greater effect of temperature element on the establishment of thermal comfort because despite the low relative humidity in the four months of June, July, August and September compared to other months, the degree of sultry and lack of thermal comfort in this month It reaches its maximum, which in addition to creating shade, also needs natural air ventilation to establish thermal comfort.

KEYWORDS: Urban Climate, Thermal Comfort, Residential Spaces, Temperature and Humidity, Rasht City



فصلنامه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی
دوره ۱۸، شماره ۴ (پیاپی ۶۵)، زمستان ۱۴۰۲
شاپای چاپی ۵۹۶۸-۲۵۳۵ شاپای الکترونیکی ۵۹۵۸-۲۵۳۸
<http://jshsp.iaurasht.ac.ir>

صص. ۱۲۸-۱۱۳

Dor: 20.1001.1.25385968.1402.18.4.10.3

مقاله پژوهشی

ارزیابی آسایش حرارتی در فضاهای مسکونی شهر رشت

سید سعید موسوی^۱، پرویز رضایی^{۲*} و بهمن رضایی^۳

۱. دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، 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

* نویسنده مسئول: Email: rezaei@iaurasht.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲۲ خرداد ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۲۹ آبان ۱۴۰۱

چکیده

مقدمه: اهمیت اقلیم و تأثیر آن در زندگی انسان بر کسی پوشیده نیست. گسترش شهرنشینی و توسعه شهرها همراه با رشد شتابان جمعیت و توسعه فعالیت‌های صنعتی به شدت از آسایش حرارتی در فضاهای مسکونی کاسته است که عواقب آن در کوتاه مدت به صورت امراض و بیماری‌ها متوجه ساکنان شهرها می‌شود و در درازمدت به عنوان عاملی در تشدید نوسانات اقلیمی و تأثیرات زیست محیطی آن از جمله تغییر ماه‌های مطلوب از نظر اقلیم آسایشی نقش ایفا می‌کند. در این میان هزینه‌های بالای برقراری آسایش در فضاهای مسکونی توسط وسایل مکانیکی و به‌خصوص تعمیر و نگهداری آن‌ها و نیز تبعات ناشی از آن در تخریب محیط زیست، روز به روز بر اهمیت پژوهش‌های اقلیم شهری افزوده است. از این رو دیدگاه این پژوهش، بررسی اثر اقلیم بر شرایط آسایش و راحتی فیزیولوژیک انسان در فضاهای بسته تحت تأثیر دو عنصر دما و رطوبت است.

هدف: هدف این پژوهش، تحلیل و ارزیابی اثر اقلیم بر شرایط آسایش و راحتی فیزیولوژیک انسان در فضاهای بسته تحت تأثیر دو عنصر دما و رطوبت است. **روش‌شناسی تحقیق:** پژوهش از نوع کاربردی است که با روش توصیفی-تحلیلی انجام شده است. داده‌های مورد استفاده شامل متوسط حداقل، حداکثر و روزانه دما، رطوبت نسبی، فشار بخار و دمای نقطه شبنم در دوره آماری ۴۰ ساله (۱۹۷۹-۲۰۱۹) است. جهت تحلیل داده‌ها از شاخص‌های عدم آسایش، دما-رطوبت، شدت شرجی و نیز استاندارد AIA استفاده شده است.

قلمرو جغرافیایی پژوهش: محدوده مورد مطالعه در این تحقیق شهر رشت در استان گیلان است.

یافته‌ها: عدم آسایش گرمایی در دو ماه جولای و آگوست به بیشترین مقدار خود می‌رسد. ماه آگوست دارای شدیدترین مقدار شرجی است. ارزش اقلیمی جهت جغرافیایی، ابعاد و محل بازشوها و سایه‌سازها از عوامل مهم برقراری آسایش است.

نتایج: نتایج تحقیق بیانگر اثر بیشتر عنصر دما در برقراری آسایش حرارتی بوده چرا که با وجود پایین بودن رطوبت نسبی هوا در چهار ماه ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر نسبت به سایر ماه‌ها، میزان شرجی بودن و عدم برقراری آسایش حرارتی در این ماه‌ها به حداکثر خود می‌رسد که علاوه بر ایجاد سایه به تهویه طبیعی هوا نیز جهت برقراری آسایش حرارتی نیازمند است.

کلیدواژه‌ها: اقلیم شهری، آسایش حرارتی، فضاهای مسکونی، دما و رطوبت، شهر رشت

مقدمه

ایجاد فضاهای سالم و راحت برای زندگی انسان یکی از اهداف عمده و شناخته شده در معماری است. موقعیت و وضعیت خاص جغرافیایی ایران شرایط آب و هوایی کاملاً متفاوتی را در نقاط مختلف این کشور پهنآور به وجود آورده است. طبیعی است که این تنوع آب و هوایی لزوم پیش‌بینی شکل خاصی از محیط‌های انسان‌ساز را برای هر یک از مناطق مختلف اقلیمی ضروری می‌سازد (پوردیپیمی و همکاران، ۱۳۹۴). مطالعه بیوکلیمای انسانی پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌های عمران ناحیه‌ای، به ویژه در زمینه مسائل شهری و سکونتگاهی است و از نتایج این‌گونه مطالعات برای اسکان بشر در مناطق جدید و نیز توسعه سکونتگاه‌های موجود بهره‌برداری می‌شود (حنفی، ۱۳۹۹). تحلیل عناصر اقلیمی توسط اقلیم‌شناسان شهری جهت برقراری آسایش حرارتی در فضاهای داخلی می‌تواند اطلاعات مهمی برای طراحان فراهم کند، هرچند فاکتورهای متعدد تأثیرگذار، این تحلیل را معمولاً پیچیده کرده‌اند چراکه میزان تأثیر شرایط اقلیمی در وضعیت حرارتی هوای داخل ساختمان، به نوع و مقیاس ساختمان و خصوصیات جداره‌های خارجی آن بستگی دارد (خلیلی و ایلانلو، ۱۳۹۶). در آب و هواشناسی زیستی، آسایش حرارتی مجموعه شرایطی است که حداقل برای ۸۰ درصد از افراد مناسب باشد (باعقیده و همکاران، ۱۳۹۶). اشری، آسایش حرارتی را شرایطی ذهنی می‌داند که رضایتمندی شخص را از شرایط حرارتی محیط خویش بیان می‌کند (Ashrae, 2017). به شرایطی که در آن مجموع عناصر دما، رطوبت، جریان هوا، تابش و پوشش برای راحتی فراهم باشد، نقطه آسایش می‌گویند (قویلد و احمدی، ۲۰۱۳). البته آسایش زیست اقلیمی به تعادل حرارتی بدن انسان با محیط پیرامون وابسته است. به عبارتی، طیفی از درجه حرارت که در محدوده آن انسان احساس راحتی دارد، منطقه آسایش حرارتی نامیده می‌شود (احمدی و شائمی، ۲۰۱۳).

به طور کلی آسایش حرارتی به هشت عامل وابسته است که به ترتیب اهمیت عبارتند از: دمای هوا، رطوبت، فشار بخار آب، سرعت جریان هوا، تابش از جداره‌های داخلی فضا (دمای متوسط تشعشعی)، انسان (سن، جنس)، نوع فعالیت و نوع پوشش انسان (محمدی و مضطرزاده، ۱۳۹۷). هر چند نظرات متفاوتی در مورد میزان دمای مناسب برای راحتی انسان وجود دارد، اما در اکثر پیشنهادات دماهای ۵۸ تا ۸۰ درجه فارنهایت مطرح شده است (بحرینی و کریمی، ۱۳۹۳). بیشتر افراد در دمای ۲۱ تا ۲۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۰ تا ۶۰ درصد از نظر فیزیکی در فضای اتاق راحت هستند. اما حدود منطقه آسایش را برای ایران، می‌توان از نظر دمای هوا در تابستان بین ۲۱/۵ تا ۲۹ و در فصل زمستان بین ۲۰ تا ۲۵/۷ درجه سانتیگراد فرض کرد. محدوده رطوبت نسبی هوا نیز در این دو فصل بین ۳۰ تا ۶۵ درصد در نظر گرفته می‌شود (کسمایی، ۱۳۹۵). البته بر اساس مقادیر مندرج در استاندارد اشری محدوده رطوبت نسبی مناسب بین ۲۰ تا ۸۰ درصد است (سرگزی، ۱۳۹۵). طبق معیار فانگر با لباس تابستانی و سرعت هوای خطی ۰/۲ متربرثانیه و سطح فعالیت معمول و رطوبت نسبی داخل ۶۰ درصد، حداکثر دمای قابل تحمل که افراد در آسایش باشند ۲۷ درجه سانتیگراد است، حال آنکه در همین شرایط با رطوبت نسبی ۳۰ درصد، حداکثر دمای قابل تحمل به ۲۸ درجه می‌رسد و همین امر باعث کاهش مصرف انرژی سرمایشی می‌شود (نادری، ۱۳۹۸). اگر میزان رطوبت از حد معینی تجاوز کند، آثار آن بصورت شوره و سفیدک بر سطوح فضاها خودنمایی می‌کند. این نقیصه به رشد انواع قارچ‌ها کمک کرده و افزون بر آن، بوی ناخوشایندی بوجود می‌آورد و زندگی را از نظر امراض و آسایش حرارتی با ناراحتی مواجه می‌سازد (زمرشیدی، ۱۳۹۵). آسایش و عدم آسایش انسان از طریق شاخص‌های تجربی زیادی محاسبه می‌شود که داده‌های ورودی آنها شامل درجه حرارت، رطوبت، تابش خورشید و غیره هستند. آسایش حرارتی انسان نتیجه تعادل انرژی بین سطح بدن و محیط زیست است که بر فیزیولوژی، روانشناسی و رفتار انسان اثرگذارند. مدل‌های آسایش ابزار مفیدی برای نمایش اثرات متقابل عوامل تنش‌زای محیطی و واکنش‌های انسان هستند که در قالب طبقه‌بندی‌های تجربی بیان می‌شوند (فلاح قاهره و همکاران، ۲۰۱۵). حال این سؤال پیش می‌آید که چگونه می‌توان به کمک دانش اقلیم‌شناسی به طراحان کمک نمود تا ساختمان‌هایی که برای ساکنین آسایش بخش است طراحی نمایند؟ این امر میسر نمی‌گردد مگر به کمک طراحی همساز با اقلیم یعنی نگهداری وضعیت میکروکلیمایی مسکن در محدوده آسایش حرارتی صرف‌نظر از وضعیت خارج ساختمان (پروانه و همکاران، ۱۳۹۰). مطالعه تأثیر اقلیم بر آسایش انسان، نوآوری جدیدی نمی‌باشد و از لحاظ تاریخی به سده چهارم قبل از میلاد و احتمالاً خیلی قبل از آن برمی‌گردد (اوکتای، ۲۰۰۲). تحقیقات سال ۱۸۳۳ لوک هوارد در لندن پیشگام مطالعات بسیاری در حوزه تأثیر متقابل اقلیم و معماری شد (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۴). مطالعات آسایش حرارتی انسان نیز از سال ۱۹۱۰ در انواع محیط‌های داخلی و فضای باز شروع شده است (یگلو و میلر، ۱۹۳۵). نخستین بار در سال ۱۹۸۶ کمیسیونی مرکب از هواشناسان، متخصصان زیست و بهداشت، آرشیکت‌ها و مهندسی‌ن و طراحان

شهری جهت بررسی اقلیم‌شناسی ساختمان، نشستی در ژنو تشکیل دادند که هدف از آن آگاهی اثرات شهری هوا به منظور انتخاب بهترین نتیجه روی اقلیم شهری بود (جوادیان و نعمتی، ۱۳۹۷). تاکنون در ایران و جهان فعالیت‌های علمی متعددی در این زمینه انجام پذیرفته است از جمله ای‌من و محمود (۲۰۱۱) آسایش حرارتی برای طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی در کشور مصر را براساس درجه حرارت محیط ارزیابی کرده‌اند. بودن و گراب (۲۰۱۲) نیز به بررسی آسایش حرارتی در پنج شهر تونس و تحقیق از ۲۰۰ نفر در خصوص شرایط زندگی پرداختند و نتایج آن را با شاخص‌های آسایش حرارتی مقایسه نمودند که نتایج نشان‌دهنده وجود ارتباط معنادار بین شرایط آسایش حرارتی اعلام شده با شاخص‌های آسایش حرارتی است. ولادوت (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان آسایش در دشت اولتینیا با بهره‌گیری از شاخص دما-رطوبت نتیجه گرفت که متعادل‌ترین ماه‌ها آوریل، مه، اکتبر و نوامبر هستند. از نظر مکانی، مشاهده شد که تنش سرما در قسمت شمالی دشت بیشتر است، اما از نظر تنش گرمایی تفاوت مهمی وجود ندارد. باعقیده و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی آماری و همدید میزان شرجی در سواحل شمالی ایران پرداختند و دریافتند که میزان شرجی در سواحل غربی دریای خزر بیش از مناطق شرقی آن است. خسروی و همکاران (۱۳۹۲)، با بررسی آماری پدیده شرجی در استان خوزستان دریافتند که ایستگاه سینوپتیک ماهشهر بیشترین تعداد روزهای شرجی را داشته و در ایستگاه دزفول، هیچ روز شرجی دیده نشده است. همچنین بیشترین دوره تداوم مربوط به ایستگاه آبادان می‌باشد و شرجی‌ترین ماه در استان خوزستان نیز آگوست است. میرموسوی و همکاران (۱۳۹۳) در استان گیلان با استفاده از شاخص شدت شرجی دریافتند که پدیده شرجی از دهه دوم ماه می شروع می‌شود و در دهه دوم ماه اکتبر خاتمه می‌یابد. همچنین شرجی بسیار شدید در تمام طول سال در هیچ نقطه‌ای از منطقه رخ نمی‌دهد. شرجی شدید هم فقط در دو ماه جولای و آگوست در بعضی از ایستگاه‌ها رخ می‌دهد. پژوهش مککین و فانگ (۲۰۱۴)، نشان می‌دهد که انرژی گرمایی با افزایش نسبت ابعادی از ۱ تا مقادیر بیشتر برای ساختمان‌های مسکونی چند واحدی، در کانادا افزایش می‌یابد. آرونوا (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی طراحی مسکن با توجه به شرایط آب و هوایی در کشور مقدونیه و استفاده از تابش خورشیدی جهت برقراری آسایش و تولید نیرو پرداخت. ال‌عبدلا و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی آسایش انسان در نابلس فلسطین با استفاده از شاخص عدم آسایش نتیجه گرفتند که از ژوئن تا سپتامبر کمتر از ۵۰ درصد از کل مردم احساس ناراحتی می‌کنند در حالیکه از دسامبر تا مارس احساس ناراحتی متوسطی دارند. ایچیم (۲۰۲۰) شرایط آسایش بیوکلیماتیک منطقه ایاس در رومانی را با استفاده از شاخص دما-رطوبت بررسی نموده و نتیجه گرفت که شرایط بسیار سرد ۴ درصد کل سال را در بخش‌های داخلی شهر و ۶ درصد را در مناطق روستایی دربرمی‌گیرد، در حالیکه شرایط گرم از ۱۸ درصد در وسط جزیره گرم شهری تا ۱۵ درصد در منطقه روستایی متفاوت است. حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) نیز به بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در طراحی خانه‌های مسکونی شهر رشت پرداخته و نتیجه اینکه وجود بالکن و تراس به جهت سایه‌اندازی و تهویه بنا، جهت‌گیری مناسب با توجه به بادهای غالب و غیره را مناسب برای این اقلیم می‌دانند. برنا و شاعری کریمی (۱۳۹۵) با استفاده از شاخص شدت شرجی، پدیده شرجی را در ده ایستگاه استان خوزستان از لحاظ مکانی و زمانی بررسی و به رخدادهای شرجی در هر ده ایستگاه اذعان کردند. رهنمای اسلام و دستمردی (۱۳۹۵) با بررسی تطبیقی طراحی همساز با اقلیم در شهرهای مناطق جلگه‌ای گیلان، نشان دادند که به دلیل فضاهای مابین و فشردگی بناها در شهر رشت، این شهر الگوی نامناسب‌تری نسبت به شهرهای دیگر از جمله لاهیجان دارد که باعث عدم جهت‌گیری مناسب ساختمانها نسبت به خورشید و جلوگیری از تهویه مطلوب در سطح شهر و حتی واحدهای ساختمانی می‌شود. مفیدی‌شمیرانی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش دیگری پیرامون ارزیابی سکونتگاه‌های بومی گیلان بر محور زیست‌پایداری، استفاده از انرژی‌های طبیعی با توجه به تغییرات آب‌وهوایی، بام شیبدار و دوپوسته به منظور تهویه، توجه به ابعاد بازشوها و زاویه ساختمان نسبت به جهت بادهای غالب را از جمله تمهیدات این سکونتگاه‌ها جهت برقراری آسایش دانسته که می‌توان از این راهکارها در ساختمان‌های نسل جدید نیز استفاده نمود. امین‌دلدار و همکاران (۲۰۱۷) به مطالعه تأثیر متغیرهای شخصی و محیطی بر آسایش حرارتی در شهر تهران پرداختند و از طریق مطالعات میدانی، طی پنج روز زمستان با استفاده از نظرسنجی، پرسشنامه و مصاحبه تأثیر متغیرهای شخصی همچون سن و جنس و عناصر اقلیمی چون درجه حرارت هوا، تابش خورشیدی و سرعت جریان هوا را بر آسایش حرارتی مورد بررسی قرار دادند. رحیمی‌دانش و همکاران (۲۰۱۹) با ارائه الگویی برای طراحی همساز با اقلیم یک برج مسکونی ۲۵ طبقه در شهر رشت، با در نظر گرفتن چهار فرم اصلی (مستطیل، مربع، دایره و مثلث) و تحلیل عناصر اقلیمی بر روی آن نتیجه گرفتند که فرم دایره نسبت به فرم‌های دیگر بهینه‌تر می‌باشد. هدف از این پژوهش تحلیل و ارزیابی اثر اقلیم بر شرایط آسایش و راحتی فیزیولوژیک انسان در فضاهای بسته شهر رشت، تحت تأثیر دو عنصر دما و رطوبت است. علت انتخاب این شهر نیز افزایش روند انبوه‌سازی و بلندمرتبه‌سازی است.

روش پژوهش

با توجه به اهداف پژوهش، ماهیت تحقیق کاربردی است. جهت دستیابی به اهداف مورد نظر از آمار هواشناسی مربوط به دو ایستگاه سینوپتیک فرودگاه و کشاورزی رشت استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده شامل متوسط حداقل، حداکثر و روزانه دما، رطوبت نسبی، فشار بخار و دمای نقطه شبنم در دوره آماری ۴۰ ساله (۱۹۷۹-۲۰۱۹) است. روش کار مبتنی بر شاخص‌های زیست اقلیمی عدم آسایش، دما-رطوبت تام، شدت شرجی و استاندارد AIA و نرم‌افزارهای Excel، Arcgis، Autocad است و در نهایت پس از بررسی آسایش انسان در فضاهای مسکونی نتایج حاصل مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است.

شاخص عدم آسایش (DI)

در مطالعات میکروکلیمایی که هدف از آنها بررسی تأثیرات مستقیم سطوح مختلف بر آسایش حرارتی انسان است از این شاخص استفاده نموده‌اند (فغانی و فیتچت، ۱۳۹۹). محققان معتقدند اگرچه این شاخص در اصل برای تعیین شرایط عدم آسایش وابسته به تنش‌های حرارتی ابداع شده است، به هر حال امروزه به دلیل قابلیت‌های بالای آن به یکی از شاخص‌های مورد استفاده تبدیل شده است (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۷).

$$DI = T - 0.55(T - 14.4) \left(1 - \frac{RH}{100}\right)$$

(۱)

RH = رطوبت نسبی (درصد)، T = دمای خشک (درجه سانتیگراد)

جدول ۱. مفهوم ضرایب شاخص عدم آسایش

DI (°C)	نوع احساس
DI < ۲۱	کسی احساس ناراحتی ندارد
۲۱ تا ۲۴	عده کمی از مردم احساس ناراحتی می‌کنند
۲۵ تا ۲۷	۵۰٪ مردم احساس ناراحتی می‌کنند
۲۸ تا ۲۹	عده زیادی از مردم احساس ناراحتی می‌کنند
۳۰ تا ۳۳	همه مردم احساس ناراحتی می‌کنند
DI > ۳۳	وضعیت اضطرار پزشکی

Source: Adegoke & Dombo, 2019

شاخص دما-رطوبت (THI)

این شاخص متداول‌ترین شاخص تنش گرمایی است که اثرات ترکیبی دما و رطوبت هوا را ارزیابی می‌کند (Berman, 2016). مزیت اصلی این شاخص استفاده از داده‌های دما و رطوبت است که به راحتی می‌توان در ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به دست آورد (Nasimento et al., 2019). این شاخص عمدتاً برای مقایسه شرایط آسایش حرارتی در انواع مکان‌های سرپوشیده بکار می‌رود و توانایی ارائه مستقیم و نه پیش‌بینی کننده نتایج آسایش حرارتی را دارد (Irmak and et al., 2013).

$$THI = T - (0.55 - 0.0055RH)(T - 58)$$

(۲)

RH = رطوبت نسبی (درصد)، T = دمای معمولی (°F)

جدول ۲. نوع احساس مردم بر اساس شاخص دما - رطوبت

شاخص دما - نم	نوع احساس مردم
THI < ۵۰	احساس سرما
۵۰ تا ۶۰	نسبتاً سرد
۶۰ تا ۷۰	راحت (آسایش)
۷۰ تا ۷۵	نسبتاً راحت
۷۵ تا ۸۰	ناراحت
THI ≥ ۸۰	بسیار ناراحت

منبع: جوان و ملازاده، ۱۳۹۲

شاخص شدت شرجی (D)

این شاخص علاوه بر تعیین وجود شرجی، شدت آن را نیز تعیین می‌کند. برخی شرجی را در شرایطی می‌دانند که فشاربخار آب بیش از ۱۸/۸ هکتوپاسکال باشد (کیقبادی‌فر، ۱۳۹۵). بر اساس این رابطه، با توجه به بیشینه رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد، شرجی تنها در دماهای بالاتر از ۱۶/۸۳ درجه سانتیگراد می‌تواند رخ بدهد (مسعودیان، ۱۳۹۱).

$$D = \frac{RH}{21.55} - \frac{100}{T} + 1.3 \quad (3)$$

T = میانگین دما (سانتیگراد)، RH = رطوبت نسبی (درصد)، D = شدت شرجی

جدول ۳. طبقه بندی شاخص شدت شرجی

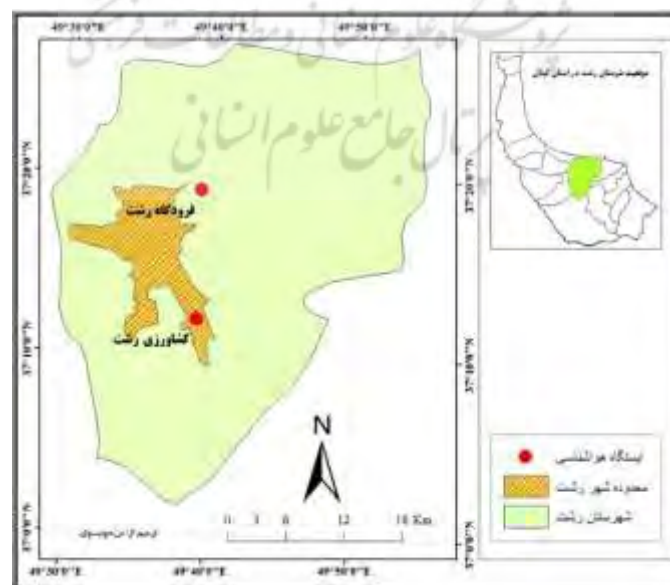
مقدار شرجی	نوع شرجی
صفر تا ۰/۴۹	شرجی ضعیف
۰/۵ تا ۰/۹۹	شرجی متوسط
۱ تا ۱/۴۹	شرجی شدید
بیش از ۱/۵	شرجی بسیار شدید

منبع: قائدی، ۱۳۹۶

برای تحلیل شرایط شرجی از نمودار لانکستر و کارستن نیز استفاده می‌شود. محور افقی این نمودار دمای هوا و محور عمودی آن رطوبت نسبی است و محدوده مطبوع و شرجی بوسیله یک منحنی از هم جدا شده‌اند (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۰). البته آغاز و خاتمه روزهای شرجی نیز براساس روز ژولوسوی با مبداء ژانویه و طبق این شاخص تعیین گردیده است.

قلمرو جغرافیایی پژوهش

شهر رشت مرکز استان گیلان دارای طول جغرافیایی ۴۵ ۳۵ ۴۹ و عرض ۳۰ ۱۶ ۳۷ است واقع در شمال کشور و جنوب دریای خزر است که از شمال به شهرستان‌های بندرانزلی و 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. جمعیت این شهر در سال ۱۳۹۵ برابر ۷۴۸۷۱۱ نفر است. مساحت این شهر ۱۸۰ کیلومترمربع 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، ۱۳۹۸).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهر رشت در شهرستان و استان

رشت شهری هموار و بر روی یک برآمدگی به درازای ۴ و پهنای ۲ کیلومتر قرار دارد. ارتفاع قسمت‌های مرکزی شهر بین ۱+ تا ۲- تغییر می‌کند. خط تراز، در قسمت‌های پرجمعیت برابر ۷- متر است و در قسمت جنوب و جنوب‌غربی و شرق هم که به سوی رودخانه می‌رود پست‌تر می‌شود (اصلاح‌عربانی، ۱۳۸۷). رودخانه زرچوب از جهت شرق و شمال‌شرقی و گوهررود از جانب جنوب و غرب، شهر رشت را در میان گرفته است. فاصله رشت از تهران ۳۲۵ کیلومتر است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). اقلیم مورد مطالعه معتدل و مرطوب است که دارای بارش فراوان، رطوبت نسبی زیاد، اختلاف درجه حرارت کم بین شب و روز است. شکل‌گیری معماری بومی آن نیز بر مبنای مدل‌هایی از مربع می‌باشد که به صورت 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 دیده می‌شود (رحیمی‌دانش، ۲۰۱۹).

جدول ۴. نوع اقلیم شهر رشت بر اساس سیستم‌های مختلف طبقه‌بندی اقلیمی

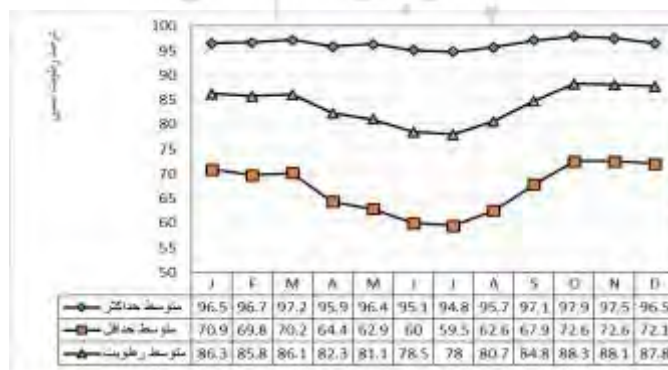
سیستم طبقه‌بندی اقلیمی	نوع اقلیم
کوپن	معتدل
ایوانف	مرطوب جنگلی
سیلیانیوف	استپی جنگلی
دمارتن	بسیار مرطوب
آمبرژه	خیلی مرطوب
تورنث ویت	مرطوب مزوترمال (معتدل)

در کلانشهر رشت، اکثر روزهای سال هوا ابری بوده (حدود ۱۶۷روز) و کمبود انرژی تابشی محسوس است (میانگین ساعات آفتابی سالانه حدود ۱۶۶۷ ساعت) و اغلب روزهای سال بارانی (حدود ۱۴۱روز) و رطوبت نسبی بالا است (میانگین سالانه حدود ۸۱ درصد) و مجموع روزهای ابری و بارانی حدود ۳۰۸ روز از سال است. دوره مرطوب در شهر رشت از اواخر شهریور شروع شده و تا اوایل فروردین ادامه دارد و بقیه ایام سال با کمبود بارش و خشکی همراه است.

یافته‌ها و بحث

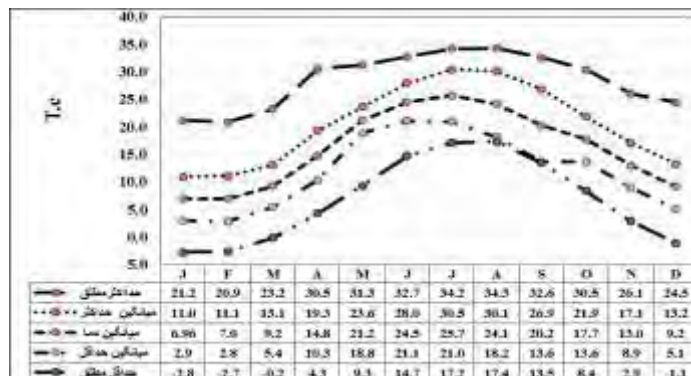
یافته‌های اقلیمی

رژیم رطوبتی شهر رشت: میزان رطوبت در فضاهای مسکونی به نوع اتاق و فصل بستگی دارد. همانطور که رطوبت زیاد باعث ایجاد میکرواقلیمی نامطبوع می‌شود، رطوبت کم نیز باعث افزایش شدت تبخیر از پوست شده و هر دو بر آسایش حرارتی انسان تأثیر می‌گذارند. اکثر استانداردهای جهانی و پزشکان رطوبت مناسب را بدون در نظر گرفتن فصل ۴۰ تا ۶۰ درصد می‌دانند. (Gost 30494 Standard, 2011). متوسط رطوبت نسبی در ماه اکتبر با مقدار ۹۷/۹۳ درصد به بیشترین و در ماه جولای با ۵۹/۴۶ درصد به کمترین مقدار خود می‌رسد. میانگین ماهانه رطوبت نسبی نیز هیچگاه از ۷۸ درصد پایین‌تر نیامده است.



شکل ۲. میانگین رطوبت نسبی ماهانه ایستگاه سینوپتیک رشت

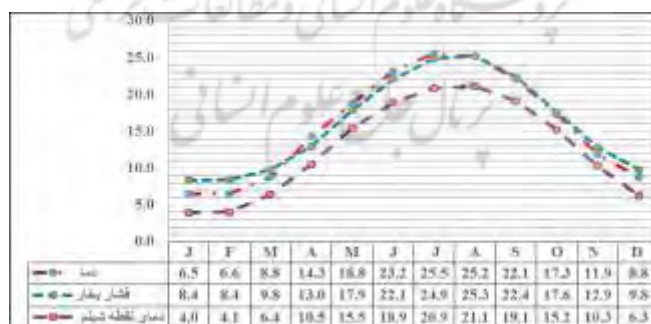
رژیم حرارتی شهر رشت: بدلیل مجاورت با دریا، اختلاف درجه حرارت روز و شب چه در تابستان و چه در زمستان چندان متغیر نیست، زیرا دریا به مراتب دیرتر از خشکی گرما و سرمای خود را از دست می‌دهد. از طرفی اگر درجات حرارت مطلق مد نظر قرار گیرد، دامنه نوسانات تقریباً زیاد بوده بطوریکه در بعضی سال‌های استثنایی، شهر رشت با تابستان‌ها و زمستان‌های غیرقابل تحمل (مانند روزهای برفی زمستان ۱۳۸۳) مواجه می‌گردد.



شکل ۳. نمودار میانگین عوامل اصلی پنج گانه درجه حرارت ماهانه

شکل (۳) نشان دهنده تغییرات دما است. به عبارتی نقش تعیین کننده دما در عدم برقراری آسایش حرارتی در فضاهای مسکونی شهر رشت است. البته رطوبت باعث کاهش دمای هوای خشک می‌شود. بدین ترتیب منطقه آسایش گسترش می‌یابد و محدوده‌های بالای منطقه آسایش نیز قابل تحمل می‌گردد.

تأثیر فشار بخار و دمای نقطه شبنم: میزان رطوبت در رابطه با جنس مصالح ساختمان و فشردگی یا گسترده بودن آن قابل تأمل است. محدوده فشاربخار آب ۰/۶۷ تا ۲/۲۷ کیلوپاسکال حد قابل تحمل آسایشی برای انسان است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۹۵). در شهر رشت ماههای تیر تا مهر (ژوئن تا اکتبر) فشار بخاری بالاتر از ۲ کیلوپاسکال را تجربه می‌کنند، که موجب نفوذ رطوبت از خارج به داخل فضاهای مسکونی می‌شود. در صورتیکه جداره‌های خارجی متشکل از مصالح نفوذپذیر باشند بخار آب از داخل جداره‌ها انتقال یافته، باعث آفت قابل ملاحظه‌ای در کیفیت حرارتی مصالح و عدم آسایش حرارتی خواهد شد. شرایط با نقطه شبنم بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد در ماه‌های می تا اکتبر (اردیبهشت تا مهر) ایجاد ناراحتی را بدنبال دارد، در حالیکه هوا با نقطه شبنم بالاتر از ۲۱ درجه سانتیگراد (آگوست) حتی موجب گرفتگی می‌شود. عدم محاسبه صحیح نقطه شبنم بسیار حائز اهمیت است، زیرا باعث دوام کوتاه مدت و خرابی مصالح جداره‌ها می‌شود و عدم آسایش حرارتی را بدنبال دارد.



شکل ۴. نمودار میانگین فشار بخار و دمای نقطه شبنم

تغییرات فشاربخار آب موجود در مقاطع مختلف از ضخامت دیوارهای ساختمان، تابع تغییرات درجه حرارت همان مقاطع بوده و بطور خطی آفت می‌کند، در صورتی که تغییرات درجه حرارت بخار آب اشباع شده (شبنم) لگاریتمی می‌باشد. از آنجا که مقدار فشار بخار اشباع شده به درجه حرارت هوا بستگی دارد، هنگامی که دومی بالا می‌رود، هوا می‌تواند بخار آب بیشتری را جذب کند، در حالی که فشار اشباع افزایش می‌یابد. این واقعیت برای فیزیک ساخت و ساز آنقدر مهم است که نباید از آن غافل شد.

شاخص‌های آسایشی

تعیین درجه عدم آسایش شهر رشت: در ماه‌های نوامبر تا آوریل احساس ناراحتی گرمایی وجود ندارد. در ماه‌های مه و اکتبر عده کمی احساس ناراحتی گرمایی می‌کنند. در ماه‌های ژوئن تا سپتامبر بیشترین ناراحتی گرمایی وجود دارد که در ماه‌های آگوست و جولای به بالاترین حد خود می‌رسد. در هیچ کدام از ماه‌های سال احساس ناراحتی گرمایی نیز وجود ندارد.

جدول ۵. نتایج آماری شاخص عدم آسایش برای شهر رشت

ماه پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
عدم آسایش گرمایی	۱۱/۲۲	۱۱/۳۷	۱۳/۱۵	۱۸/۸۱	۲۲/۶۶	۲۶/۳۴	۲۸/۵۵	۲۸/۴۵	۲۵/۸۲	۲۱/۳۷	۱۶/۹۱	۱۳/۳۱
نوع احساس	احساس ناراحتی وجود ندارد	احساس ناراحتی وجود ندارد	احساس ناراحتی وجود ندارد	احساس ناراحتی وجود ندارد	عده کمی احساس ناراحتی می‌کنند	درصد مردم احساس ناراحتی می‌کنند	عده زیادی احساس ناراحتی می‌کنند	عده زیادی احساس ناراحتی می‌کنند	۵۰ درصد مردم احساس ناراحتی می‌کنند	عده کمی احساس ناراحتی می‌کنند	احساس ناراحتی وجود ندارد	احساس ناراحتی وجود ندارد
عدم آسایش سرمای	۳/۸	۳/۷۴	۶/۱۰	۱۰/۷۲	۱۴/۶۲	۱۸/۳۱	۲۰/۱۷	۲۰/۲۶	۱۷/۸۴	۱۳/۶۷	۹/۲۸	۵/۳۷
نوع احساس	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی	عدم احساس ناراحتی

تعیین شاخص شدت شرجی برای شهر رشت: پایین‌تر بودن دما بدلیل عرض جغرافیایی بالاتر در شهر رشت نسبت به شهرهای جنوب کشور باعث گردیده که حالت شرجی بسیار شدید در هیچ ماهی مشاهده نشود. بالا بودن رطوبت نسبی در حد اشباع، حاصل از شدت تخیر آب گرم دریای خزر و نبود مکانیسم صعود برای ریزش باران، توأم موجب تراکم بخار آب در سطح زمین و تشدید هوای آزاردهنده و خفکان‌آور شرجی شدید در ماه آگوست شده است. البته نقش بی‌بدیل بالا بودن درجه حرارت نسبت به پایین بودن رطوبت نسبی در تابستان جهت احساس حالت شرجی قابل تأمل است. بطور کلی شهر رشت از اواخر ماه می تا اوایل اکتبر آب و هوای شرجی را داراست.

جدول ۶. نتایج آماری شاخص شدت شرجی برای شهر رشت

ماه پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شدت شرجی	-۹/۰۲	-۹/۰۵	-۵/۴۳	-۱/۹۷	-۰/۱۴	۰/۶۲	۰/۹۴	۱/۰۱	۰/۶۹	-۰/۳۳	-۲/۴۴	-۵/۳۷
نوع شرجی	-	-	-	-	-	شرجی متوسط	شرجی متوسط	شرجی شدید	شرجی متوسط	-	-	-

فراوانی روزهای شرجی در شهر رشت حاکی از ۹۰ روز با شرجی متوسط و ۳۰ روز توأم با شرجی شدید است. با توجه به مقادیر حاصل از شاخص شدت شرجی در دو ماه اکتبر و می (بسیار نزدیک به صفر) و همچنین بالا بودن مقادیر رطوبت نسبی این دو ماه نسبت به ماه‌های ژوئن تا سپتامبر و نیز مشاهدات میدانی، به نظر می‌رسد که این دو ماه نیز با شرجی ضعیف همراه باشند. همچنین در ماه‌های ژانویه تا آوریل، نوامبر و دسامبر نیز اصلاً پدیده شرجی رخ نداده است.

تعیین درجه آسایش شهر رشت با شاخص دما- رطوبت: تغییرات رطوبت هوا در منطقه آسایش بیشتر از تغییرات دما برای انسان قابل تحمل است، لذا دمای هوای فضاهای داخلی باید با دقت بیشتری کنترل شود.

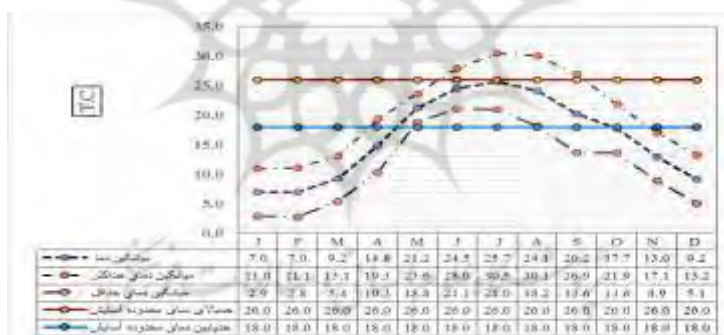
جدول ۷. نتایج میزان آسایش در روزها و شب‌های شهر رشت بر اساس شاخص دما - رطوبت نسبی

ماه پارامتر	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شاخص دما - نم روزانه	۵۲/۲۳	۵۲/۴۷	۵۵/۶۸	۶۵/۸۷	۷۲/۸۱	۹۷/۴۳	۸۳/۳۲	۸۳/۲۳	۷۸/۴۸	۷۰/۴۹	۶۲/۴۳	۵۵/۹۶
میزان آسایش روزانه	نسبتاً سرد	نسبتاً سرد	نسبتاً سرد	نسبتاً راحت	نسبتاً راحت	ناراحت	بسیار ناراحت	بسیار ناراحت	ناراحت	نسبتاً راحت	نسبتاً راحت	نسبتاً سرد
شاخص دما - نم شبانه	۳۸/۸۵	۳۸/۷۴	۴۲/۹۸	۵۱/۳۰	۵۸/۴۵	۶۴/۹۷	۶۸/۵۱	۶۸/۴۹	۶۴/۱۱	۵۶/۶۲	۴۸/۷۱	۴۲/۳۳
میزان آسایش شبانه	سرما	سرما	سرما	نسبتاً سرد	نسبتاً راحت	راحت	راحت	راحت	راحت	نسبتاً سرد	سرما	سرما

جدول ۱۲. مقایسه نتایج آسایش حرارتی ناشی از دما و رطوبت در فضاهای مسکونی شهر رشت

شاخص‌ها ماه‌ها	شرایط آسایش بر اساس شاخص‌های مختلف		
	شاخص عدم آسایش	شاخص شدت شرجی	شاخص دما - رطوبت
ژانویه	آسایش گرمایی و سرمایی	-	نسبتاً سرد در روز - سرما در شب
فوریه	آسایش گرمایی و سرمایی	-	نسبتاً سرد در روز - سرما در شب
مارس	آسایش گرمایی و سرمایی	-	نسبتاً سرد در روز - سرما در شب
آوریل	آسایش گرمایی و سرمایی	-	راحت در روز - نسبتاً سرد در شب
می	عدم آسایش گرمایی (تعداد کمی) و آسایش سرمایی	-	نسبتاً راحت در روز - نسبتاً سرد در شب
ژوئن	عدم آسایش گرمایی (۵۰٪ افراد) و آسایش سرمایی	شرجی متوسط	ناراحت در روز - راحت در شب
جولای	عدم آسایش گرمایی (تعداد زیاد) و آسایش سرمایی	شرجی متوسط	بسیار ناراحت در روز - راحت در شب
اگوست	عدم آسایش گرمایی (تعداد زیاد) و آسایش سرمایی	شرجی شدید	بسیار ناراحت در روز - راحت در شب
سپتامبر	عدم آسایش گرمایی (۵۰٪ افراد) و آسایش سرمایی	شرجی متوسط	ناراحت در روز - راحت در شب
اکتبر	عدم آسایش گرمایی (تعداد کمی) و آسایش سرمایی	-	نسبتاً راحت در روز - نسبتاً سرد در شب
نوامبر	آسایش گرمایی و سرمایی	-	راحت در روز - سرما در شب
دسامبر	آسایش گرمایی و سرمایی	-	نسبتاً سرد در روز - سرما در شب

مقدار بارش در شهر رشت بر موازنه بین مقدار رطوبت و دما تأثیرگذار است، بعبارتی تفاوت باران حداکثر و میانگین ماهانه در اکثر قریب به اتفاق ماه‌ها بالای ۱۱۰ میلی‌متر و در تمام ماه‌های سال بالای ۶۵ میلی‌متر است. بالغ بر ۴۰ درصد از سال‌ها نیز در طول دوره آماری بارشی بالاتر از مقدار میانگین ماهانه دارند که باعث افزایش ضریب کج‌باران و تأثیر فرسایشی بیشتر می‌شود. محافظت در برابر باران و برقراری جریان هوا در فضاهای داخلی بطور همزمان کار ساده‌ای نیست زیرا باز نمودن پنجره‌ها به هنگام بادهای توأم با باران باعث ورود باران به داخل می‌شود، و بستن آنها نیز شرایط غیرقابل تحملی در داخل ایجاد می‌نماید. با در نظر گرفتن ۱۸ و ۲۶ درجه‌سانتیگراد به عنوان حدود پایین و بالای آسایش، نمودار حدود منطقه آسایش شهر رشت در تصویر زیر آمده است.



شکل ۵. نمودار حدود منطقه آسایش در شهر رشت

جدول ۸. آستانه‌های احساس دمایی نسبت به دمای محیط بر اساس استاندارد AIA (برحسب درجه‌سانتیگراد)

احساس دمایی	خیلی گرم	گرم	گرم	کمی گرم	آسایش سالیانه	کمی سرد	سرد	خیلی سرد
میزان دما	۳۴ به بالا	۲۹ تا ۳۴	۲۶ تا ۲۹	۲۶ تا ۲۹	۱۸ تا ۲۶	۱۲ تا ۱۸	۰ الی ۱۲	پایین تر از صفر

منبع: مؤسسه معماران آمریکا، ۲۰۱۷

جدول ۹. نتایج حاصل از مقایسه آستانه‌های احساس دمایی نسبت به دمای محیط با نمودار حدود آسایش شهر رشت

پارامترها	احساس دمایی	خیلی گرم	گرم	گرم	کمی گرم	آسایش سالیانه	کمی سرد	سرد	خیلی سرد
تعداد ماه	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	۵	۲	۵	صفر
درصد	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	۴۱/۶۷	۱۶/۶۷	۴۱/۶۷	صفر

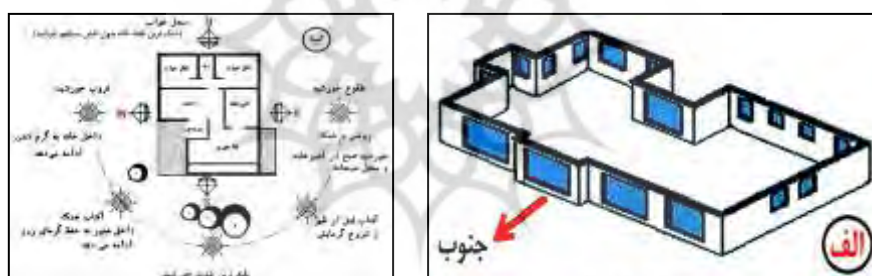
جدول ۱۰. نتایج حاصل از میزان رطوبت نسبی در پهنه مورد مطالعه

محدوده رطوبت نسبی	درصد رطوبت نسبی	تعداد ماه	درصد
بالاتر از حداکثر رطوبت نسبی در منطقه آسایش	بالاتر از ۶۵	۱۲	۱۰۰
منطقه آسایش	۳۰ الی ۶۵	صفر	صفر
پایین تر از حداقل رطوبت نسبی در منطقه آسایش	پایین تر از ۳۰	صفر	صفر

نتایج حاصل از استاندارد AIA نشان می‌دهد که ۵۸/۳۳ درصد از ماه‌های سال از نظر دمایی در محدوده پایین‌تر از منطقه آسایش قرار دارند و هیچ ماهی در محدوده بالاتر از منطقه آسایش قرار ندارد. معدل رطوبت نسبی هیچ ماهی نیز در منطقه آسایش واقع نشده است. البته دما یا رطوبت به تنهایی نمی‌توانند شرایط آسایش را فراهم آورند و صرفاً در ترکیب متناسب با هم آسایش حرارتی ایجاد می‌شود، همچنین دمای داخلی فضاهای مسکونی نسبت به خارج بنا (داده‌های ایستگاه هواشناسی) بیشتر است که می‌بایست با مطالعات میدانی مدنظر قرارگیرد.

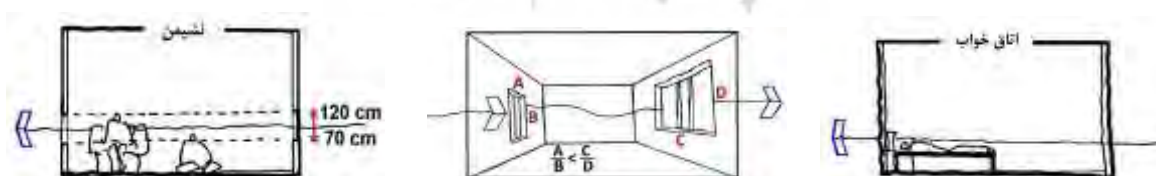
معماری اقلیمی

تهویه طبیعی جهت مقابله با دما و رطوبت در فضاهای مسکونی شهر رشت، به عنوان تفکری با ارزش محسوب می‌شود، به شرط تعیین صحیح محل قرارگیری، نوع و ابعاد بازشوها و سایه‌سازها در بستر طرح، آن‌هم بر اساس تقویم عناصر اقلیمی. قراردادن فضاهای مختلف مسکونی با توجه به ارزش اقلیمی جهات جغرافیایی می‌تواند تا حد زیادی به برقراری آسایش حرارتی (مقابله با دما و رطوبت) کمک نماید (شکل ۶ب)، عبارتی در شهر رشت می‌بایست با کاهش ابعاد پنجره‌ها در جهت شمال به تشدید کوران و کاهش ورود سرما کمک نمود و با افزایش ابعاد پنجره‌ها در جهت جنوب موجب بهبود ورود تابش و جذب حرارت و همچنین خروج بهتر هوا شد. بر عکس باید پنجره‌ها در دو سمت شرق و غرب تا حد امکان کوچک آنهم همراه با سایبان برای مقابله با تابش و افزایش گرما به‌خصوص در عصر روزهای تابستان در نظر گرفته شود (شکل ۶الف).



شکل ۶. نقش ابعاد بازشوها و محل مناسب فضاهای داخلی

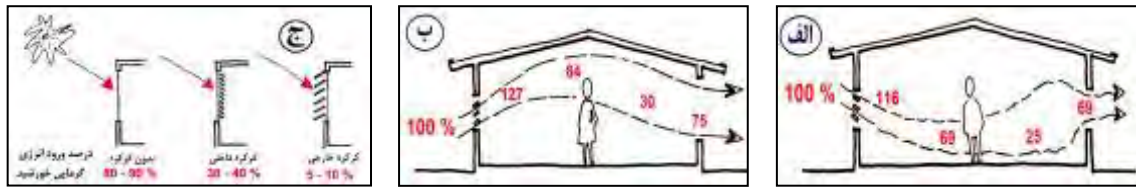
در صورتیکه پنجره رو به باد کوچکتر از پنجره بعدی باشد، سرعت باد بیشترین حالت را خواهد داشت و خاصیت خنک‌کنندگی آن بیشتر حس می‌شود (شکل ۷).



شکل ۷. تأثیر ابعاد و ارتفاع پنجره‌ها در حرکت و تهویه بهتر فضاهای داخلی (صدیق و پیلهوره، ۱۳۹۵)

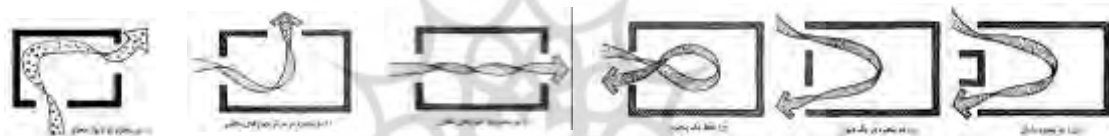
فراموش نشود که سایبان و نوع آن مهمتر از جای قرارگیری پنجره‌ها است، چراکه در نبود سایبان دمای هوای اتاق در صورت جریان نداشتن هوا به جهت پنجره‌ها بستگی پیدا می‌کند اما اگر سایبان باشد، دیگر جهت پنجره‌ها خیلی روی دمای هوای اتاق تأثیر نمی‌گذارد و این موضوع مهم (سایبان) در الزامات و قوانین ساخت‌وساز شهر رشت مغفول مانده است. از طریق پنجره‌ها مقدار معینی انرژی تشعشعی گرمازا به داخل فضاهای مسکونی می‌رسد که موجب برهم‌زدن تعادل دمایی و شرایط نامطلوب آسایشی به

خصوص در تابستان می‌شود. لذا نباید استفاده از انرژی خورشیدی و دید خوب را فدای درجه حرارت ساخت. از آنجاییکه الگوی غالب خانمایی ساختمان‌های مسکونی شهر رشت در قطعات زمین (سایت پلان) بصورت شمالی-جنوبی است، با استفاده از سایبان‌های منفذدار خارجی و تعبیه ابعاد بزرگتر برای پنجره خروجی می‌توان ۹۰ تا ۹۵ درصد از انرژی گرمایی خورشید را کاهش داد و در تابستان‌های همراه با حالت شرجی، وضعیت دمایی داخل فضاهای مسکونی را بهبود بخشید (شکل ۸).



شکل ۸. نقش انواع سایه‌سازها در کاهش انرژی گرمایی خورشید و بهبود وضعیت دمای داخل فضاهای مسکونی (ا.ج. اونز، ۱۳۷۴)

همچنین تعیین محل صحیح بازشوها موجب جریان یافتن هوا و احساس خنکی در ساکنان می‌گردد. اگرچه بازشو در دیوارهای مقابل حرکت سریع هوا را موجب می‌شود، اما قسمت‌های زیادی از اتاق تهویه نمی‌شود (شکل ۹.د). قرارگیری بازشوها در دیوارهای مجاور به حالتی که پنجره به صورت مایل نسبت به جهت‌های باد قرار گیرد، تلاطم و ترکیب هوا را سبب می‌گردد و سرعت باد در میان اتاق بهتر توزیع شده و اثر خنک‌کنندگی بیشتری را به همراه خواهد داشت و تغییر موقعیت پنجره ورودی از مرکز دیوار نیز این امر را تشدید می‌کند (شکل ۹.ه) و (شکل ۹.و).

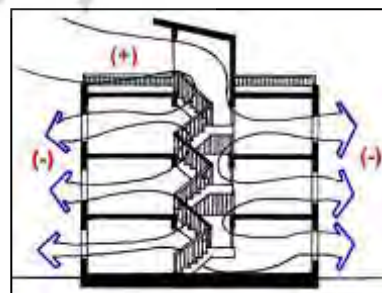


شکل ۹. نقش محل بازشوها برای تغییر جهت حرکت هوا، تهویه بهتر و مقابله با دما و رطوبت (حسن‌زاده، ۱۳۹۴)

طبق استاندارد سطح بازشوی دهانه هر فضایی به هوای خارج که تعویض هوای طبیعی آن مدنظر است باید حداقل ۴ درصد سطح زیربنای آن فضا باشد. البته اگر فضایی دهانه بازشوی مستقیم به هوای بیرون نداشته باشد و هوای آن از طریق فضای مجاور به طریق طبیعی تعویض شود، دهانه بازشوی بدون مانع بین این دو فضا باید حداقل ۸ درصد سطح زیربنای مورد نیاز بوده و به هر حال نباید از ۲/۳۰ مترمربع کمتر باشد (مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمانی ایران، ۱۳۹۶). نکته دیگر استفاده از پلکان مرکزی در ساختمانهای مرتفع در شهر رشت به عنوان دودکش مرکزی جهت افزایش سرعت باد بوده که اگر به اندازه کافی بزرگ باشد، قادر است کل فضای مسکونی را به یک فضای یکپارچه تبدیل نماید (شکل ۱۰). همچنین از عواملی که مانع از گسترش تهویه در ساختمان می‌شود دیوارهای داخلی بوده که موجب انسداد مجرای باد یا تغییر جهت آن شده که با طراحی اولیه صحیح و یا بازسازی این دیوارها، تاحدزیادی شیب جریان حرارتی برای افزایش تهویه تغییر می‌کند (شکل ۱۱).



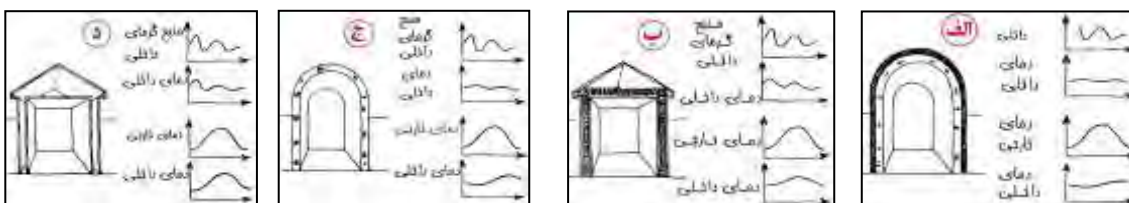
شکل ۱۱. نقش دیوارهای داخلی در کانالیزه کردن باد



شکل ۱۰. عملکرد پلکان مرکزی در تهویه دودکشی

دمای داخلی فضاهای مسکونی به علت فعالیت افراد (آشپزی، حمام کردن، وسایل برقی و روشنایی) نسبت به خارج بنا بیشتر است (حدود ۵ درجه)، لذا هرچه ضخامت مصالح بیشتر باشد، ضریب هدایت کم و زمان تأخیر زیاد می‌شود لذا ظرفیت گرمایی در

تابستان شهر رشت، سهم بسیار مهمی در تنظیم گرمای روز و برقراری آسایش دارد. نمودارهای شکل (۱۲) حاصل پژوهشی با درنظر گرفتن دو متغیر خارجی یعنی مقاومت و ظرفیت گرمایی برای چهار مدل ساختمان می‌باشد.



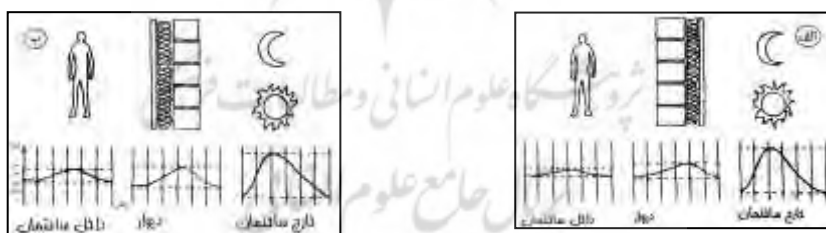
شکل ۱۲. مقایسه تأثیر جریان های گرمایی بر روی دمای داخلی و خارجی در چهار مدل ساختمان (آن، ۱۳۹۳)

با توجه به نمودارهای فوق می‌توان به نتایج درخور توجهی جهت انتخاب نوع و مدل جداره‌های ساختمان برای اقلیم شهر رشت جهت مقابله با دما و رطوبت دست یافت که حاصل آن را در جدول (۱۱) ملاحظه می‌کنید.

جدول ۱۱. نتایج حاصل از تأثیر جریان‌های گرمایی بر روی دمای داخلی و خارجی در چهار مدل ساختمان

شرح مدل و نوع ساختمان	نتایج تأثیر منابع گرمایی و جریان های گرما
الف) بتن آرمه عایق شده (مقاومت بالا و ظرفیت بالا)	با منبع گرمایی داخلی خود رفته رفته گرم می‌شود و به دمای متعادل می‌رسد و این ساختمان ها کمتر تحت تأثیر شرایط خارجی قرار می‌گیرد.
ب) چوبی عایق شده (مقاومت بالا و ظرفیت پایین)	کمتر تحت تأثیر شرایط خارجی قرار می‌گیرد اما به سرعت گرم می‌شود و نوسانات گرمایی نامنظمی دارد.
ج) بتنی عایق نشده (مقاومت پایین و ظرفیت بالا)	به شدت تحت تأثیر شرایط خارجی قرار می‌گیرد اما عکس العمل آن در مقابل شرایط خارجی آرام و خفیف است.
د) چوبی عایق نشده (مقاومت پایین و ظرفیت پایین)	فقط نسبت به فضای بیرون در مقابل باد محافظت شده است و دمای داخلی آن در هر لحظه به تناسب دمای بیرون تغییر می‌کند.

پس می‌توان برای مقابله با گرمای خارجی، مصالحی که مقاومت گرمایی بالایی دارند را با مصالحی که ظرفیت گرمایی زیادی دارند، تلفیق نمود. به عبارت دیگر عایق کاری در محیط بیرونی نسبت به محیط داخلی دیوارهای ساختمان کارکرد بهتری دارد، چراکه دامنه نوسانات گرمایی را که با دیوار برخورد می‌کنند، محدود می‌سازد. اما عایق کاری داخلی، تمام حجم بنا را آماده پذیرفتن و جذب گرمای خورشید، گردش و تماس هوای خارج می‌کند. همچنین جرم حرارتی داخلی در معادل ساختن تأثیرات زیاد منابع حرارتی موجود در داخل ساختمان (افراد، روشنایی، گرمای خورشیدی) بسیار مؤثر است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳. کارکرد عایق حرارتی خارجی و داخلی در برقراری آسایش با توجه به تغییرات دما در ۲۴ ساعت (آن، ۱۳۹۳)

تصاویر زیر نیز حاصل تحقیقات دیگری در زمینه تأثیر جرم حرارتی و عایق‌بندی بر دمای داخلی فضاهای مسکونی جهت برقراری آسایش است.



شکل ۱۴. تأثیر جرم حرارتی و عایق بندی بر دمای داخلی فضاهای مسکونی جهت برقراری آسایش (مور، ۱۳۹۶)

(R-Value = توانایی عایق جهت مقاومت در برابر جریان هوای گرم است. هر چقدر این مقدار بزرگتر باشد، عایق جنس بهتری دارد)

نمودارها نشان می‌دهند که استفاده از مصالح رسانا با جرم حرارتی کم برای جداره‌ها موجب نوسانات بسیار زیاد دما شده ولی تأخیر زمانی دیده نمی‌شود (شکل ۱۴ الف). اما اگر مصالح مورد استفاده برای دیوارها و کف فضاهای مسکونی از جنس رسانا و دارای جرم زیاد باشد (مانند بتن، مصالح بنایی بدون عایق‌بندی) موجب تأخیر زمانی و کاهش نوسان دمایی می‌شود که در این حالت دمای میانگین بدون تغییر باقی می‌ماند و تنها دماهای کمینه و بیشینه نوسان می‌کنند. با عایق‌بندی اصولی، این تعادل دمایی بدون هرگونه تأخیر زمانی محسوس رخ می‌دهد (شکل ۱۴ ب). جداره عایق‌بندی‌شده با جرم کم نیز، کاهش نوسان را به همراه دارد ولی بدون تأخیر زمانی (شکل ۱۴ ج) و در نهایت جداره عایق‌بندی‌شده با جرم زیاد (مصالح بنایی با عایق خارجی) تأخیر زمانی همراه با کاهش شدید نوسانات دما را به همراه دارد (شکل ۱۴ د).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش آشکار نمود که با توجه به دامنه نوسانات عناصر اقلیمی مورد استفاده و نیز براساس نتایج شاخص‌های دما-رطوبت ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر همراه با عدم آسایش روزانه است. ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر نیز همراه با عدم آسایش شبانه بوده و احتمال ایجاد میعان در این ماه‌ها وجود دارد. مقایسه این نتایج با مطالعات دیگر در همین منطقه از جمله (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴؛ آزادمنش و همکاران، ۱۳۹۹؛ ضابط محبوب و برنافر، ۱۳۹۲؛ ابیضی و باقری، ۱۳۹۸) 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 حدود ۱۰ الی ۱۵ سال منظور شده است. شایان ذکر است که علاوه بر تأیید نتایج فوق در پژوهش (حنفی، ۱۳۹۹)، شهر رشت را دارای مطلوبیت آسایش سالانه نسبت به شهرهای همدان، اصفهان، سمنان، کرمانشاه، اردبیل، شیراز، کرمان، زاهدان، اهواز و تهران معرفی نموده است. براساس نتایج شاخص‌های شرجی نیز ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر مرطوب‌ترین ماه‌های سال در رشت می‌باشند و شرجی شدید در ماه آگوست رخ داده است. شرجی بسیار شدید نیز در هیچ ماهی دیده نمی‌شود و نتایج مطالعات (باعقیده و همکاران، ۱۳۹۲) را تأیید می‌کند. فراوانی تعداد روزهای با شرجی شدید نیز در شهر رشت برابر ۳۰ روز بوده که در تحقیقات (میرموسوی و همکاران، ۱۳۹۳) برابر با ۶۰ روز البته برای دوره آماری سه ساله (۲۰۱۲-۲۰۰۷) بدست آمده است. بطور میانگین طول کل دوره شرجی نیز در پژوهش (مجرد و همکاران، ۱۳۹۸) برای دوره آماری ۲۸ ساله (۲۰۱۴-۱۹۸۷) با استفاده از داده‌های روزانه از ۲۲ می تا ۱۱۲ اکتبر (حدود ۱۴۳ روز) بدست آمده است که در این پژوهش با استفاده از داده‌های ماهانه حدود ۱۲۰ روز است. لذا ماه‌های ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر نه تنها به سایه بلکه به جریان هوای طبیعی (کوران) جهت برقراری آسایش نیاز دارند. البته از این نظر ماه ژوئن کمترین و ماه آگوست بیشترین نیاز را دارد. بررسی‌های زیست اقلیمی در مطالعات اقلیم شهری موجب درک بهتر همزیستی انسان و محیط زیست خود گردیده است و نتایج حاصل از این مطالعات راهگشای بسیاری از معضلات مربوط به زندگی در سکونتگاه‌های شهری می‌باشد. لذا در راستای موضوع پژوهش راهکارهای زیر برای شهر رشت پیشنهاد می‌گردد:

- استقرار درست زمین‌های تفکیکی جدید و جانمایی درست ساختمان‌های جدیدالاحداث در بافت‌های قدیمی متناسب با تقویم عناصر اقلیمی.
- استفاده از مصالح سنگین با ظرفیت حرارتی زیاد برای قسمت‌های غربی ساختمان و مصالحی با مقاومت حرارتی کم (دیوارهای سبک) برای سایر قسمت‌ها (جهت کاهش نیاز به سرمایه‌های مکانیکی).
- پیش‌بینی ایوان‌ها یا تراس‌های رو به باد و ارتفاع زیاد و خودداری از ایجاد فضاهای تو در تو.
- احداث ساختمان‌ها بصورت غیرمتمرکز و پراکنده (مجموعه گسترده) به منظور استفاده بیشتر از جریان هوا.
- استفاده از دیوارهای دوجداره به خصوص در جهات شمالی و غربی همراه با عایق‌بندی خوب با ظرفیت گرمایی متوسط یا زیاد.
- دوری از ساخت ساختمان‌هایی با یک سطح خارجی که آن هم در منطقه مکش (پشت به باد) باشد.
- مجزا نمودن فضاهای زندگی روز از شب و حتی جداره آنها.
- بهره‌گیری از دیوارهای کوتاه و دارای شبکه برای محوطه منازل به خصوص جهات شمالی و جنوبی.
- پیش‌بینی حداقل ارتفاع برای سقف فضاها جهت خنک شدن سریع. البته به دلیل نصب لوازم برقی (پنکه) در زیر سقف یا اجرای سقف‌های دکوراتیو (کناف و ...)، حداقل ارتفاع افزایش خواهد یافت و تجارب ناشی از ساختمان‌های سنتی نشان داده که ارتفاع ۲/۷۰ متر مناسب است.
- استفاده از سایه‌بان‌های قابل تنظیم و جمع شدن جهت خنک نگه داشتن فضای زندگی در فصل تابستان.

- استفاده از فرم‌های آزاد و حتی صلیبی شکل پلان به طوریکه کشیدگی طول ساختمان در محور شرقی- غربی باشد.
- شکل و جهت دادن به بدنه ساختمان با استفاده از دیوارهای الحاقی، پیش‌آمدگی‌ها و کرکره‌ها برای به حداکثر رساندن استفاده از بادهای تابستانی و کاهش آفتاب آن.
- استفاده از ساختمان‌های آجری (معماری سنتی رشت به شرط رعایت مسائل زلزله) که به دلیل گرمای ویژه بسیار نزدیک به خاک در برابر تغییرات گرمایی شدید پایدارتر است.

منابع

- آن، ادوارد. (۱۳۹۳). *ساختمان‌ها چگونه عمل می‌کنند*. ترجمه محمود گلابچی و کتابیون تقی‌زاده، تهران: دانشگاه تهران.
- اچ. اونز، بنجامین. (۱۳۷۴). *نور روز در معماری*. ترجمه شهرام پوردیهیمی و حوری عدل طباطبایی، تهران: انتشارات نخستین.
- احمدپور کله‌رودی، نرگس؛ پورجعفر، محمدرضا؛ مهدوی‌نژاد، محمدجواد و یوسفیان، سمیرا. (۱۳۹۴). نقش و تأثیر عناصر طراحی در کیفیت آسایش حرارتی فضاهای باز شهری (طراحی پیاده‌راه طمقاچی‌ها در کاشان). *نامه معماری و شهرسازی*، ۹(۱۸)، ۷۹-۵۹.
- اصلاح عربانی، ابراهیم. (۱۳۸۷). *کتاب گیلان*. جلد اول و دوم (چاپ سوم)، رشت: انتشارات پژوهشگران.
- باعقیده، محمد؛ انتظاری، علیرضا؛ نعیمی، علی و سالاری، مریم. (۱۳۹۲). بررسی آماری و سینوپتیکی پدیده شرجی در استان‌های شمالی ایران (گیلان، مازندران، گلستان). *فضای جغرافیایی*، ۱۳(۳۳)، ۱۵۲-۱۱۳.
- باعقیده، محمد؛ شاکریف فهیمه و میوانه، فاطمه. (۱۳۹۶). بررسی مقایسه‌ای تنش‌های حرارتی در سواحل شمال و جنوب ایران. *تحقیقات سلامت در جامعه*، ۳(۳)، ۱-۱۱.
- بحرینی، سیدحسین و کریمی، کاظم. (۱۳۹۳). *برنامه‌ریزی محیطی برای توسعه سرزمین*. چاپ پنجم، تهران: دانشگاه تهران.
- برنا، رضا و شاعری کریمی، نساء. (۱۳۹۵). تحلیل زمانی و مکانی پدیده شرجی در استان خوزستان با استفاده از شاخص شدت شرجی و آزمون من-کندال. *جغرافیا/انجمن جغرافیای ایران*، ۱۴(۴۸)، ۲۳۳-۲۱۴.
- بهرامی، سمیه؛ سارلی، رضا و خداد، مهدی. (۱۳۹۷). ارزیابی اقلیم گردشگری جزایر منطقه راهبردی خلیج فارس با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (جزیره قشم). *مطالعات خلیج فارس*، ۴(۲)، ۴۰-۴۹.
- پروانه، بهروز و همکاران. (۱۳۹۰). تعیین وضعیت آسایش اقلیمی در مقیاس دهه‌ای براساس شاخص‌های زیست اقلیمی (مطالعه موردی: الیگودرز). *آمایش محیط*، ۱۴، ۱۴۲-۱۱۷.
- پوردیهیمی، شهرام؛ طاهری، جعفر و رضایی، نازنین و اسلامی، فرشته. (۱۳۹۴). بررسی راهکارهای طراحی اقلیمی در شهر یزد و سمنان، کنفرانس بین‌المللی عمران معماری و زیرساخت‌های شهری (صص ۱-۱۴)، تبریز، ایران.
- جوان، خدیجه و ملازاده، ولی. (۱۳۹۲). بررسی اقلیم گردشگری شهر ارومیه با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی. *جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس*، ۵(۱۶)، ۹۶-۸۳.
- جوادیان، رحیمه و نعمتی، ملیحه. (۱۳۹۷). بررسی آسایش حرارتی در انطباق معماری با شرایط اقلیمی در شهر سمنان. *کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه‌ریزی*، ۹(۱)، ۹۰-۷۴.
- حسن‌زاده، المیرا؛ قبدیان، فرناز و طاهری، جعفر. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در طراحی خانه‌های مسکونی شهر رشت، سومین کنگره بین‌المللی عمران معماری و توسعه شهری (صص ۱-۱۱)، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
- حنفی، علی. (۱۳۹۹). تعیین تقویم زمانی آسایش اقلیمی به منظور برنامه‌ریزی گردشگری در شهرهای منتخب توریستی کشور. *مهندسی جغرافیایی سرزمین*، ۴(۸)، ۲۷۴-۲۵۹.
- حسینی، سیدعلی، پوراحمد، احمد و ویسی، رضا. (۱۳۹۲). مکانیابی جهات بهینه توسعه فیزیکی شهر رشت با استفاده از مدل AHP، چشم‌انداز جغرافیایی در مطالعات انسانی، ۱۸(۲۳)، ۷۲-۲۳.
- خسروی، محمود، الماسی، فائقه و آبادی، نسرين. (۱۳۹۲). تحلیل آماری پدیده شرجی در استان خوزستان. *نخستین کنفرانس ملی آب و هواشناسی (صص ۱-۱۳)*، دانشگاه تحصیلات تکمیلی، کرمان، ایران.
- خوش‌اخلاق، فرامرز و همکاران. (۱۳۹۰). تحلیل آماری پدیده شرجی در استان خوزستان، یازدهمین کنگره جغرافیادانان ایران (صص ۱-۷)، تهران، ایران.
- خلیلی، سیاوش و ایلانلو، مریم. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری شهری (مطالعه موردی: ماهشهر). *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۱۸(۳۱)، ۱۶۴-۱۴۷.
- زمرشیدی، حسین. (۱۳۹۵). *معماری ایران: اجرای ساختمان با مصالح سنتی*. چاپ سیزدهم، تهران: انتشارات زمرد.
- مقررات ملی ساختمانی ایران. (۱۳۹۶). *تأسیسات مکانیکی (مبحث ۱۴- ویرایش ۳)*. تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.

- رهنمای اسلام، زهرا و دستمردی، مصطفی. (۱۳۹۵). بررسی تطبیقی طراحی همساز با اقلیم در شهرهای مناطق جلگه‌ای گیلان، (رشت، بندر انزلی، لاهیجان). *اولین کنفرانس بین‌المللی جامع علوم مهندسی در ایران (صص ۱-۱۰)*، انزلی، ایران.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان. (۱۳۹۸). *سالنامه آماری استان گیلان*. معاونت آمار و اطلاعات.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. (۱۳۹۵). *مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی (جلد اول: اقلیم و ویژگی‌های ساختمانی)*. چاپ سوم، ۱۶۷-۱.
- سرگزی، محمدعلی. (۱۳۹۵). تعیین محدوده آسایش حرارتی بر طراحی معماری منطقه سیستان. *جغرافیا و آمایش شهری - منطقه ای*، ۱۹، ۲۶-۱۷.
- فغانی، میثم و فیتچت، جنیفر. (۱۳۹۹). دورنمای اثر گرمایش جهانی بر دگرگونی الگوی زمانی-مکانی رخداد استرس حرارتی ایران. *پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی*، (۳)، ۱-۲۰.
- قائدی، سهراب. (۱۳۹۶). تغییرات آب و هوایی و پدیده شرجی در شهرهای ساحلی (مطالعه موردی: استان هرمزگان). *مطالعات عمران شهری*، (۲)، ۱۹۳-۲۱۰.
- صدیق، مرتضی و پيله ور، محمد. (۱۳۹۵). *بوم و اقلیم ایران به زبان تصاویر*. چاپ سوم، تهران: سروش‌دانش.
- کامران کسمایی، حدیثه؛ دانشجو، خسرو و مفیدی‌شمیرانی، سیدمجید. (۱۳۹۶). ارزیابی سکونتگاه‌های بومی گیلان بر محور زیست‌پایداری. *نقش جهان*، (۲)، ۷-۵۹.
- کسمایی، مرتضی. (۱۳۹۵). *اقلیم و معماری*، چاپ هشتم، تهران: انتشارات خاک.
- کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۸). *پهنه‌بندی و راهنمای طراحی اقلیمی اقلیم معتدل و مرطوب*. تهران، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.
- کیقبادی‌فر، مهدی. (۱۳۹۵). *تحلیلی بر فراوانی و شدت روزهای شرجی در ایران*. پایان نامه کارشناسی ارشد منتشر نشده، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.
- مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۹۱). *آب و هوای ایران*. چاپ اول، تهران: شریعه توس.
- محمدی، محسن و مضطرزاده، حامد. (۱۳۹۷). تأثیر رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بر آسایش حرارتی فضاهای مسکونی شیراز به روش PMV. *انرژی ایران*، (۲)، ۳۱-۵.
- مور، فولر. (۱۳۹۶). *سیستم‌های کنترل محیط زیست*. چاپ دوم، ترجمه محمدعلی کی‌نژاد و رحمان آذری، تبریز: دانشگاه هنر اسلامی.
- میرموسوی، سیدحسین و همکاران. (۱۳۹۳). بررسی شاخص شدت شرجی استان گیلان در راستای توسعه گردشگری. *دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و کویری (صص ۱-۱۳)*، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
- نادری، احسان. (۱۳۹۸). *رطوبت نسبی و راحتی*، شبکه اطلاع‌رسانی آب‌گرین‌گرید.
- Adegoke, O.O. & Tesini P.D. (2019). Geospatial Modeling of Human Thermal Comfort in Akure Metropolis Using Thom's Discomfort Index. *International Journal of Environment and Bioenergy*, 14(1), 40-55.
- Ahmadi, H., Shaemi, A. (2013). Applying bioclimatic indices to assess the climatic comfort of Illam city. *Spatial Planning*, 76-88.
- Al Abadla. Z. & Robaa. S. M. & Abdel Wahab. M. M., (2018). Application Of Outdoor Human Thermal Indices In Nablus, Palestine. *Global Journal of Advanced Research*, 5(5), 190-196.
- Amindeldar, S., & Heidari, S., & Khalili, M. (2017). The effect of personal and microclimatic variables on outdoor thermal comfort: A field study in Tehran in cold season. *Sustainable Cities and Society*, 32, 153-159
- Aronova, E., Vatin, N., & Murgul, V. (2015). Design energy-plus-house for the climatic conditions of Macedonia. *Procedia engineering*, 117, 766-774.
- Ashrae Handbook. (2017). *Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*, Atlanta.
- Berman, A. et al., (2016). A comparison of THI indices leads to a sensible heat-based heat stress index for shaded cattle that aligns temperature and humidity stress. *International Journal of Biometeorology*, 60(10), 1453-1462.
- Ayman, H., & Mahmoud, A. (2011). An analysis of bioclimatic zones and implications for design of outdoor built environments in Egypt. *Building an Environment*, 46, 605-620.
- Bouden, C., & Ghrab, N. (2012). An adaptive thermal comfort model for the Tunisian context: A field study result. *Energy and Buildings*, 37(9), 952-963.
- Gost 30494 Standards. (2011). Residential and public buildings, Microclimate parameters for indoor enclosures, Russian.
- Fallah Ghalhari, G., Mayaneh, F., & Shakeri, F. (2015). Evaluation of thermal comfort and human health using Universal Thermal Climate Index (UTCI) Case Study: Kurdistan province. *Iranian Journal of Health and Environment*, 8(3), 367-378.

- Ghavidel Rahimi, Y., & Ahmadi, M. (2013). Evaluation and time analysis of climatic comfort in Tabriz city. *Geography and Development Magazine*, 3, 173-182.
- Ichim, P and Sfic. L., (2018). The Influence of Urban Climate on Bioclimatic Conditions in the City of Ias, i, Romania, *Journal/Sustainability*, 12, 2-18.
- Irmak, M.A., et al. (2013). Evaluation Of Different Thermal Conditions Based On THI Under Different Kind Of Tree Types – As A Specific Case In Ata Botanic Garden In Eastern Turkey. *Global NEST Journal*, 15(1), 131-139.
- McKeen, P., & Fung, A.S. (2014). The effect of building aspect ratio on energy efficiency: A case study for multi-unit residential buildings in Canada. *Buildings*, 4, 336-354.
- Nascimento, et al. (2019). What is the best temperature-humidity index equation to indicate heat stress in crossbred dairy calves in a tropical environment? *Ciência Rural, Santa Maria*, v.49:01, e20180132, 1-8.
- Octay, D. (2002). Design With the climatic in housing environments: An analysis in northern Cyprus. *Building and Environment*, 37, 1003-1012.
- Rahimi Danesh, et al., (2019). Investigating the effect of climate-compatible architecture on the design of residential towers (Rasht City), *6th International Conference on Civil, Architecture & Environmental Sciences*, Stockholm, Sweden, 1-13.
- The AIA Research Corporation. (2017). The American Institute Of Architects. Retrieved 2020, Dec. 25. From.
- Vladut, A. (2016). Thermal Comfort Within Oltenia Plan. *Oltenia Journal for Studies in Natural Sciences*, Vol. XXXII/1, 115-121.
- Yaglou, C. P., & Miller, W. E. (1935). Effective temperature with clothing. *Ashrae Transactions*.



How to cite this article:

Mousavi, S. S., Rezaei, P., & Ramezani, B. (2024). Evaluation of Thermal Comfort in Residential Spaces of Rasht City. *Human Settlements Planning Studies Quarterly*, 18(4), 113-128.

ارجاء به این مقاله:

موسوی، سید سعید؛ رضایی، پرویز و رمضان، بهمن. (۱۴۰۲). ارزیابی آسایش حرارتی در فضاهای مسکونی شهر رشت. فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۱۸ (۴)، ۱۱۳-۱۲۸.