ISSN: 2538-2594; Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2022;12(4):70-95

Investigating Thermal Adaptive Behaviors of Villas and Apartments Occupants in Rasht City in Cold Season

ARTICLE INFO

Article Type
Analytic Study

Authors
Narges Rezazadeh Pileh Dar Boni1

Shahin Heidari 2

Hossein Soltanzadeh 3

How to cite this article

Rezazadeh Pileh Dar Boni N, Heidari SH, Soltanzadeh H. . Investigating Thermal Adaptive Behaviors of Villas and Apartments Occupants in Rasht City in Cold Season, 2023 Jan 1;12(4):70-95
https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1401.12.4.3.9

1. , Department of Architecture, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

2. Department of Architecture, Faculty of Architecture, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.

3. Department of Architecture, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Correspondence*
Address: Faculty of Architecture, College of Fine Arts, University of Tehran, Englebal St, Tehran
Email: shheidari@ut.ac.ir
Phone: 09183410093

Article History
Received: 2022/09/18
Accepted: 2022/12/05
ePublished: 2023/01/01

ABSTRACT

Aims: Indoor comfort is affected not only by dwellings architecture, but also by physiological adaptation and behavioral settings. Since the human behavior plays an important role in their thermal balance with the environment, the subject of this research is adaptive behaviors of the occupants due to environmental, architectural, and individual-demographic variables and the role of factors affecting the occupant thermal satisfaction. This research aimed at investigating the thermal adaptation of residential dwellings occupants of Rasht city in winter to save energy.

Materials & Methods: The research is an applied type, collection of required data is an in-situ method and the main question is, "Which behavioral patterns of villa and apartment dwellings occupants affect thermal comfort and reducing energy consumption in cold periods of the year?" The required data gathered through questionnaires and field surveys, and data analysis based on bivariate, multivariate regression models.

Findings: According to ASHRAE (±1), the occupants in comfort zone were 88.8% and 84.3% for villa and apartment units. The adaptability of villa house occupants is -4.9 and +1.9, and apartment unit occupants -2.1 and 0.8 C from the lower and upper limits of the comfort standard range (21-25). Occupants used many adaptive behaviors, indicating the priority of using passive solutions over active solutions to achieve thermal comfort.

Conclusion: The results of the multiple regression model showed that environmental factors in villa houses and individual-demographic in apartments have the greatest effect on thermal comfort. The research results can be useful in designing more suitable and flexible residential spaces, leading to an energy consumption reduction.

Keywords: Thermal comfort, ASHRAE scale, adaptive behavior, multiple regression, villa and apartment dwellings.

CITATIONLINKS

[1] Lee T K., Cho S H. & Kim J. T., Residents' Adjusting Behaviour … [2] Wong L T., Fong K N K. Mui K. W. Wong W W Y. & Lee L. W., … [3] Chao C Y., Chan G Y. & Ho L., Feasibility study of an indoor air quality … [4] Nasrollahi N., Knight I. & Jones P., Workplace satisfaction and,…[5] Cheng M J., Hwang R L. & Lin T. P., Field experiments on … [6] Choi Y. J., Comparison study on indoor environmental effects of front …[7] Kim Y K., Park J Y. & Yee J. J., An experimental study on … [8] Kim J T, & Kim G., Overview and developments in optical …[9] Tavakoli E., Zomorodian Z-S. Tahsildoost M. & Hafezi M., Assessment... [10] EBC IEA., Annex 53- "Total energy use in buildings". 2013, 53, 132… [11] Hong T., Taylor-Lange S C. D'Oca S. Yan D. & Corgnati S. P.,...[12] Schweiker M., & Shukuya M., Comparison of theoretical and …[13] Fabi V., Andersen R V. Corgnati S. & Olesen B. W.… [14] Hashemi Rafsanjani L., & Heidari S., Evaluating adaptive … [15] Sargazi M A., Tahbaz M. Zargar A. H., Adaptive behaviors and … [16] Majidi F- A., Heidari S. Ghalenoei M … [17] Majidi. F- A., Heidari S. Qal'eh Noei M … [18] Majidi F-A., Heidari S. Ghalehnoee M … [19]Abodollahzadeh S M., Heidari S … [20]Ayali H., Keshmiri H. & Movahed K … [21]Mortaheb R., & Heidari S…[22] Zare Mohazabieh A., Shahcheraghi A …[23]Zare Mohazzabieh A., Heydari S … [24]Ryu J., & Kim J., Effect of … [25] Hong T., Yan D. D'Oca S. & Chen …[26] Gong X., Meng Q. & and Yu Y … [27]Wu S., & Sun J. Q., Two-stage regression … [28] Wang Z., Cao B. Lin B. Zhu Y …[29] Galassi V., & Madlener R., Shall I …[30] Fabi V., Andersen R V. Corgnati S. & Olesen B. … [31] de Dear R J., & Brager G. S., Developing …[32] Wang Z., de Dear R. Luoa M …[33] Moujalled B., Cantin R. & Guarracino G … [34] Keyvanfar A., Shafaghat A. Abd Majid M Z …[35] Afshari M., Pourdeyhimi S. Saleh Sedgh poor B …[36] Wang X., Wang D. Chen Sh. & Wu. J., Simulation.…[37]Forcada N., Gangolells M. Casals M. Tejedor B. …[38] Gou Z., Gamage W. Siu-Yu Lau S. & Sing-Yeung Lau S … [39] Bienvenido-Huertas D., Pulido-Arcas J A. Rubio-Bellido C,… [40]Shahzad S., Disci ZN. Mody S. BK S. & Calautit J K …[41] Korsavi S S., & Montazami A., Children's thermal …[42] Rajan K C., Rijal H B. Shukuya M. & Yoshida K …[43] Ioannou A., & Itard L., In-situ and real time …[44] Rupp, R F., Andersen R K. Toftuma J. & Ghisi E …[45] Keyvanfar A., Shafaghat A. Abd Majida M Z. Lamit H. & Nita Ali K …[46] Chen Sh., Zhang G. Xia X. Chen Y. Setunge S. & Shi L …[47] Albatayneh A., Jaradat M. AlKhatib M B. Abdallah R. Juaidi A. & Manzano-Agugliaro F …[48] Heidari SH., Thermal comfort in Iranian Courtyard …[49] Nicol J F., Thermal comfort – A handbook for Field studies. …

Copyright© 2021, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

بررسی رفتارهای سازگارانه حرارتی ساکنان واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در فصل سرد سال

نرگس رضازاده پیله‌داربنی[۱]، شاهین حیدری*[۲]، حسین سلطان‌زاده[۳]
۱- گروه معماری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.
۲- گروه معماری، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
۳- گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

اهداف: آسایش فضای داخلی نه تنها از معماری ساختمان، بلکه از سازگاری فیزیولوژیک و تنظیمات رفتاری تأثیر می‌پذیرد. از آنجا که رفتار انسان‌ها نقش مهمی در تعادل حرارتی‌شان با محیط دارد موضوع پژوهش، رفتارهای سازگارانه ساکنان در ازای متغیرهای محیطی، معماری، فردی-جمعیتی و نقش عوامل مؤثر بر رضایت حرارتی ساکنان تعیین گردید. هدف، بررسی سازگاری حرارتی ساکنان ساختمان‌های مسکونی شهر رشت در زمستان برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی است.

ابزار و روش‌ها: این پژوهش، کاربردی و جمع‌آوری داده‌ها، حال‌نگر و پرسش اصلی پژوهش، "کدام یک از الگوهای رفتاری ساکنان در ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی بر آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی در دوره سرد سال تأثیرگذار هستند؟" می‌باشد. داده‌های مورد نیاز از طریق پرسشنامه و بررسی‌های میدانی تهیه و از مدل رگرسیونی دومتغیره و چندمتغیره برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: با توجه به استاندارد اشری (±۱)، درصد فراوانی ساکنان در محدوده آسایش به ترتیب ۸۸/۸ و ۸۴/۳ برای ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی بدست آمد. سازگاری ساکنان خانه‌های ویلایی به میزان ۴/۹- و ۱/۹+ و ساکنان واحدهای آپارتمانی ۲/۱- و ۰/۸ درجه سانتی‌گراد از حد پایین و بالای دامنه استاندارد آسایش (۲۱ تا ۲۵) می‌باشد. ساکنان از رفتارهای سازگارانه متعددی که نشانگر اولویت بهره‌گیری از راهکارهای غیرفعال در مقابل راهکارهای فعال بود، برای کسب آسایش حرارتی بهره می‌بردند.

نتیجه‌گیری: نتایج مدل رگرسیون چندگانه نشان داد فاکتورهای محیطی در خانه‌های ویلایی و فردی-جمعیتی در آپارتمان‌ها بیشترین تأثیر را در آسایش حرارتی دارند. بهره‌گیری از نتایج این پژوهش می‌تواند در طراحی فضاهای مسکونی مناسب و منعطف‌تر، مفید واقع شده و به کاهش مصرف انرژی منجر گردد.

کلمات کلیدی: آسایش حرارتی، مقیاس اشری، رفتار سازگارانه، رگرسیون چندگانه، مساکن ویلایی و آپارتمانی

مقدمه

تقاضای ساکنان برای محیط مسکونی مطلوب نه تنها روز به روز متنوع می‌شود، بلکه تقاضای آن‌ها برای بهبود کیفیت آن نیز در حال افزایش است. از آنجایی که رفاه و سلامت به موضوعات کلیدی در محیط مسکن تبدیل شده است، مسکن به مکانی گفته می‌شود که ساکنان آن باید فراتر از مفهوم متعارف سرپناه، سلامت خود را ارتقا و حفظ کنند. بر این اساس، انواع جدیدی از خلنه‌ها با نام‌های جدید مانند خانه سازگار با محیط‌زیست، آپارتمان رفاهی و مسکن سالم طراحی شده و خانه‌های موجود بازسازی یا به محیط‌های سالم‌تری تبدیل شده‌اند. محیط داخلی باید شرایط ضروری برای ایجاد یک محیط مسکونی سالم و عاملی حیاتی برای ارزیابی کیفیت محیط مسکن را فراهم کند. بنابراین، لازم است به دنبال راه‌هایی برای حفظ و بهبود سطوح آسایش محیط‌های داخلی باشیم [۱].

مطالعات گذشته در مورد آسایش داخل ساختمان بر روی موضوعاتی از قبیل: ۱) شرایط فیزیکی محیط‌های داخلی، ۲) عوامل مؤثر بر آسایش محیط‌های داخلی ۳) و ارزیابی محیط‌های داخلی متمرکز بودند، به عبارتی به منظور شناسایی سطوح آسایش محیط‌های داخلی که با گرما، هوا، نور و صدا سنجیده می‌شوند، شرایط فیزیکی شامل دما، رطوبت و غلظت آلاینده‌ها (ppm) را بررسی و محدوده بهینه آن شرایط یا سطوح توصیه شده را پیشنهاد می‌کردند. با این حال، از آنجایی که این مطالعات بیشتر بر فضای تجاری یا ساختمان‌های عمومی مانند ادارات و بیمارستان‌ها انجام می‌شدند، ضرورت جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات در مورد فضاهای مسکونی جهت بررسی آسایش را بیشتر می‌کند [۵-۲]. اکثر مطالعات در مورد محیط‌های داخلی بر ارزیابی فنی با اتخاذ معیارهای عینی، مانند طیف وسیعی از شرایط آسایش متمرکز شده‌اند. با این حال، محیط‌های سالم و دلپذیر را نه تنها باید از جنبه‌های فنی و عملکردی، بلکه از تعامل ساکنان با محیط نیز ارزیابی کرد. با توجه به اینکه برخی عوامل در مرحله طراحی معماری ثابت هستند و ساکنان کنترل کمی بر آن دارند، میزان ادراک آسایش ساکنان

از محیط داخلی به برخی از ویژگی‌های شخصی همچون سن یا لباس متفاوت بوده و به شدت تحت تأثیر عوامل روانی قرار دارد. بنابراین، لازم است نه تنها عوامل معماری، بلکه ویژگی‌های رفتاری و روانی ساکنان را در برنامه‌ریزی عملی جهت بهبود سطوح آسایش محیط داخلی آپارتمان در نظر گرفت. برخی از ساکنان آپارتمان دمای داخل خلنه را بالا می‌گذارند و در زمستان فقط لباس آستین کوتاه و شلوار می‌پوشند در حالی که برخی دیگر دما را پایین می‌گذارند و لباس‌های بیشتری می‌پوشند. برخی از پاک‌کننده‌های هوا برای تهویه، بدون باز کردن پنجره‌ها استفاده می‌کنند. علاوه بر این، برخی از افراد همیشه پرده را می‌کشند تا از حریم خصوصی خود در مقابل نور خورشید محافظت کنند. همان‌طور که این عادات نشان می‌دهد، ساکنان به طور مداوم با محیط خلنه در تعامل هستند تا نیازهای خود را برآورده کنند. هنگامی که ساکنان از محیط‌های داخلی خود احساس ناراحتی می‌کنند، سازگاری را برای بهبود سطح رضایت انجام می‌دهند. بنابراین، رفتارهای سازگارانه ساکنان در خانه، روشی مستقیم و کارآمد برای افزایش سطح آسایش آن‌هاست. از آنجایی که ساکنان کنترل بیشتری بر خانه‌ها نسبت به انواع دیگر ساختمان‌ها دارند و هر ساکن یا خانواده رفتارهای تنظیمی متفاوتی از خود نشان می‌دهد، لازم است به طور خاص رفتارهای تنظیمی ساکنان را بر اساس محیط آپارتمان و فرهنگ زندگی درک کنیم [۶، ۷، ۸].

براساس ترازنامه انرژی ایران در سال ۱۳۹۶، نرخ رشد مصرف انرژی در ساختمان‌ها ۴/۲- درصد می‌باشد. با این وجود سرانه مصرف انرژی در بخش خانگی ۴/۶۶ بشکه بر نفر (۲/۲ برابر متوسط جهانی) را به خود اختصاص می‌دهد. سهم ساختمان از مصرف انرژی کشور ۳۴ درصد نیرو و ۳۲/۶ درصد نفت می‌باشد. بنا بر سند ملی راهبرد انرژی کشور برای مدیریت بخش انرژی در یک بازه ۲۰ساله تا افق سال ۱۴۲۰ با بهره‌گیری از توان کامل کارشناسی همه دستگاه‌های اجرایی و نهادهای مرتبط باید بخش انرژی کشور را مدیریت نمود. وجود یارانه حامل‌های انرژی در ایران و در نتیجه قیمت پایین آن‌ها، باعث کم‌توجهی ساکنان نسبت به مصرف انرژی می‌شود. نظر به سیاست حذف یارانه‌ها نمی‌توان تأثیر بهسازی ابنیه و رفتار متصرفین بر مصرف را نادیده گرفت [۹].

پژوهش‌های مختلف بیان کننده این موضوع هستند که مصرف انرژی ساختمان عمدتاً تحت تأثیر شش عامل: ۱) اقلیم، ۲) پوسته ساختمان، ۳) سیستم‌های تأسیساتی مرتبط با مصرف انرژی در ساختمان، ۴) بهره‌برداری و نگهداری ساختمان، ۵) فعالیت‌ها و رفتار ساکنان، ۶) کیفیت محیط داخلی است. سه پارامتر دوم که در ارتباط با رفتار انسان است، می‌تواند تأثیر بیشتری نسبت به سه پارامتر اول داشته باشد [۱۰، ۱۱]. رفتار ساکنان و ارتباط آن با مصرف انرژی در محیط ساختمان در سال‌های اخیر اهمیت بیشتری یافته است. این روزها اکثر دانشمندان متوجه شده‌اند که رفتار ساکنان و ارتباط آن با مصرف انرژی در محیط ساخته شده بسیار مهم است. بنابراین تصمیم‌گیرندگان و سیاستمداران به منظور کاهش مصرف انرژی یک کشور، باید به رفتار ساکنان توجه کنند. رفتار ساکنان را می‌توان به عنوان یکی از جنبه‌های رفتار انسان، که خود در زمینه‌های مختلف دانشگاهی، از علوم اجتماعی تا علوم طبیعی مورد مطالعه قرار گرفته است، تدوین کرد. در زمینه علوم اجتماعی، رفتار در ارتباط با عواملی مانند ترجیح، نگرش، پیشینه فرهنگی و غیره تنظیم می‌شود که ما آن‌ها را "عوامل فردی" می‌نامیم [۱۲]. رفتار ساکنین ساختمان می‌تواند تأثیرات زیادی بر مصرف انرژی ساختمان داشته باشد و باعث ایجاد شکاف‌های بزرگ بین عملکرد انرژی واقعی و پیش‌بینی شده ساختمان‌ها شود. تفاوت بین مصرف انرژی واقعی و پیش‌بینی شده بستگی به تفاوت بین پیش‌بینی نهایی و واقعی ساخت‌وساز، تأسیسات فنی و استفاده واقعی از سیستم‌های ساخته شده توسط سرنشینان دارد. اخیراً مشخص شده که رفتار ساکنان مثل زمان و نوع باز شدن پنجره، استفاده از واحدهای تهویه مطبوع (AC) یا انتخاب نقطه تنظیم دمای داخلی (حرارت داخل ساختمان) نقش اساسی در میزان

مصرف انرژی در ساختمان‌ها ایفا می‌کند. در نتیجه، ساکن ساختمان تأثیر زیادی بر تغییرات مصرف انرژی در انواع مختلف ساختمان‌ها دارد [۱۳]. با وجود پیشرفت‌های اخیر در این زمینه، هنوز نیاز به شناخت جامع‌تری از درک و رفتار ساکنان در انواع مختلف ساختمان و بافت‌ها برای پیش‌بینی بهتر محیط داخلی و استفاده از انرژی وجود دارد. چنین مطالعه‌ای که تأثیر قابل توجهی در صرفه‌جویی مصرف منابع انرژی دارد و می‌تواند ره‌آوردهای مثبتی در بنیان‌های اقتصادی ساخت و ایجاد بنا و بنیان‌های فیزیولوژیکی و روانی چون آسایش حرارتی و بنیان‌های محیطی که منشعب از روانشناسی و رفتارهای روانی افراد است، برای اولین بار در شهر رشت انجام می‌شود. در این پژوهش پاسخ به سؤالات مطرح شده زیر نیز مد نظر می‌باشد:

کدام یک از الگوهای رفتاری ساکنان در ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی بر آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی در دوره سرد سال تأثیرگذار هستند؟

با فرض روشن بودن سیستم گرمایش، اولویت‌های رفتاری ساکنان ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی در صورت احساس گرما در دوره سرد سال کدامند؟

سازگاری ساکنان ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت نسبت به دمای آسایش استاندارد در دوره سرد سال تا چه اندازه است؟

در زمینه عوامل مؤثر بر آسایش ساکنان ساختمان‌های مسکونی و نحوه سازگاری آن‌ها جهت رسیدن به شرایط آسایش، مطالعات متعددی در نقاط مختلف جهان و کشور انجام شده است، که به برخی از آن‌ها در ادامه اشاره می‌شود. هاشمی رفسنجانی و حیدری (۱۳۹۷) با ارزیابی آسایش حرارتی تطبیقی خانه‌های مسکونی اقلیم گرم و خشک استان کرمان نتیجه گرفتند که همبستگی قابل قبولی بین دمای خنثی و میانگین دمای داخلی ساختمان و از آن مهم‌تر بین دمای خنثی و دمای خارجی ساختمان وجود دارد. همچنین ساکنان در دماهای بالاتر از آنچه استانداردهای بین‌المللی مثل ایزو ۷۷۳۰ که از نظریه متوسط آرای پیش‌بینی (PMV) فانگر بدست می‌آید احساس راحتی می‌کنند [۱۴]. سرگزی و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی رفتارهای سازگارانه و آسایش حرارتی تابستانه در فضاهای داخلی معماری بومی منطقه سیستان نشان دادند مهم‌ترین رفتار سازگارانه نیز باز کردن کلک، باز کردن درچه و آبدهی خارخانه است، و آسایش حرارتی در ۵۱ درصد از اوقات روزهای مورد مطالعه بدون هیچ‌گونه وسایل سرمایشی مکانیکی فراهم می‌باشد. همچنین رفتار سازگارانه آبدهی به خارخانه عملکرد حرارتی بهتری نسبت به رفتارهای باز کردن درچه و کلک دارد [۱۵]. مجیدی و همکاران (۱۳۹۷) با شناسایی تفاوت فصلی حدود آسایش حرارتی در محلات قدیم و جدید شهر اصفهان معتقدند که محله قدیمی جلفا در هر دو فصل سرد و گرم در محدوده آسایش بوده و محله جدید مردآویج در فصل سرد در محدوده آسایش و در فصل گرم خارج از این محدوده است [۱۶]. در همین راستا مجیدی و همکاران (۱۳۹۸) به منظور ارزیابی و مقایسه آسایش حرارتی در محلات مسکونی علی‌قلی‌آقا و دشتستان شهر اصفهان نتیجه‌گیری کردند که دمای آسایش و حدود آن در محلات منتخب به هم نزدیک بوده و در عین حال با یکدیگر متفاوت‌اند. این موضوع بیانگر تأثیر تفاوت دو نوع ساختار و بافت محل سکونت، شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بر احساس حرارتی افراد در محلات مختلف شهر اصفهان است [۱۷]. همچنین مجیدی و همکاران (۱۳۹۸) با ارزیابی و تحلیل وضعیت آسایش حرارتی فضای باز محلات مسکونی با استفاده از شاخص‌های حرارتی، وضعیت آسایش حرارتی فضاهای باز محلات مورد مطالعه شهر اصفهان در دو فصل سرد و گرم را نامطلوب می‌دانند، اما اعتبارسنجی و مقایسه آن‌ها با نتایج مطالعات میدانی، شرایط تغییر کرده و همه محلات به غیر از محله مرداویج در فصل گرم در محدوده آسایش قرار می‌گیرند [۱۸]. عبدلله‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) با بررسی سازگاری حرارتی در آپارتمان‌های اقلیم گرم و خشک شهر شیراز، بالاتر بودن محدوده آسایش حرارتی ساکنان این شهر نسبت به استانداردها را اثبات کرده و مشخص کردند که ۴۵٪ نارضایتی ساکنان از شرایط حرارتی، به علت عدم طراحی

مناسب اقلیمی است. در این راستا، اولویت اول رفتار حرارتی در ماه‌های گرم نیز تغییر لباس و بکارگیری وسایل سرمایشی و اولویت دوم نیز باز کردن پنجره‌ها و در ماه سرد کشیدن پرده، بستن پنجره و درب فضای سرد و تغییر لباس تعیین شد. به عبارت دیگر، نتایج بدست آمده نشان از بکارگیری راهکارهای غیرفعال در فصل سرد بوده و تأثیر فصول بر رفتار و رفتارهای واکنشی ساکنان امری بدیهی محسوب می‌شود [۱۹]. عیالی و همکاران (۱۳۹۸)، اولویت اول رفتار سازگارانه حرارتی ساکنان واحدهای آپارتمانی شهر شیراز در فصل گرم را نیز روشن کردن پنکه یا کولر شناسایی و نشان دادند که رابطه معنی‌دار بین ارتباط پوشش با ارزیابی حرارتی افراد در ماه‌های گرم در هر دو جنس مرد و زن وجود دارد. به دیگر سخن، افراد با انجام رفتار حرارتی مناسب در صدد مهیا کردن آسایش حرارتی برای خویش هستند [۲۰]. مرتهب و حیدری (۱۳۹۴) با ارائه الگوی صرفه‌جویی در مصرف انرژی با استفاده از معادله آسایش حرارتی در مجموعه‌های مسکونی اصفهان نیز کفایت استفاده از تجهیزات ساده جهت سرمایش و گرمایش (کولر آبی و بخاری)، عدم نیاز به تجهیزات خاص مکانیکی یا الکتریکی و استفاده از راهکارهای فعال در مجموعه‌های مسکونی را لازم دانسته و معتقدند مردم این شهر سازگاری بهتری با شرایط گرم نسبت به شرایط سرد دارند [۲۱]. زارع مهذبیه و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی کیفیت محیطی فضاهای داخلی با تأکید بر آسایش حرارتی در خانه‌های سنتی شیراز (دو خانه قجری) نتیجه گرفتند که اتاق‌های این خلنه‌ها به لحاظ تأمین آسایش حرارتی عملکرد مناسبی داشته و مطمئناً در زمان گذشته، این عملکرد بهتر بوده است، مثلاً اتاق شاه‌نشین در حدود هشت ماه از سال در محدوده آسایش قرار دارد [۲۲]. همچنین او و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی کیفیت محیط داخلی خانه‌های قجری شیراز (خانه نعمتی)، نتایج متفاوتی در اتاق‌های مختلف بنا بخاطر ویژگی‌های معماری، قرارگیری زیرزمین در ۱۰ ماه سال در محدوده آسایش و عدم روشنایی مناسب، قرارگیری اتاق شاه‌نشین در محدوده آسایش در ۸ ماه سال و کیفیت نور مطلوب در تمام سال بدست آوردند [۲۳]. و توکلی و همکاران (۱۳۹۸) با ارزیابی اثر رفتار ساکنان بر مقدار مصرف انرژی مجموعه مسکونی شهید پاکدل شهر اصفهان نتیجه گرفتند که بهسازی ابنیه تا ۴/۶٪ و رفتار متصرفین بین سه تا ده برابر این مقدار کاهش در مصرف برق فراهم می‌نماید که بیشترین سهم مربوط به نحوه استفاده از لوازم الکتریکی و روشنایی است [۹].

بر اساس مطالعه میدانی در کره جنوبی، چگونگی تأثیر استراتژی کنترل تهویه مطبوع ساختمان‌های آپارتمانی بلندمرتبه بر راحتی ساکنین و رفتار تطبیقی نشان داد که استراتژی CC کارآیی انرژی/آسایش بیشتری نسبت به OC دارد. زیرا ۱) آسایش در دمای داخلی بالاتر به دست آمد و ۲) رفتارهای کنترلی غیرضروری که منجر به افزایش بار سرمایش می‌شود را می‌توان به حداقل رساند که پیامدهای عمده‌ای برای کاهش مصرف انرژی در بخش مسکونی دارد [۲۴]. مقایسه مدل‌های نظری و آماری رفتار استفاده از تهویه مطبوع در یک محیط مسکونی تحت شرایط آب و هوایی ژاپن نشان‌دهنده آن است که میانگین دمای هوای خارج از منزل در شب تأثیر عمده‌ای بر رفتار ساکنان در طول تابستان دارد، اما در زمستان تأثیر آن بر رفتار ساکنین جزئی است. همچنین تأثیر عوامل فردی در تابستان به اندازه عوامل خارجی بوده و در زمستان هشت برابر بیشتر تأثیر داشته است [۱۲]. همچنین رفتار ساکنان یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر مصرف انرژی و کمک به عدم قطعیت در پیش‌بینی و شبیه‌سازی مصرف انرژی ساختمان است. جدیدترین پیشرفت‌ها و موانع فعلی در مدل‌سازی رفتار ساکنان و تعیین کمیت تأثیر آن بر مصرف انرژی ساختمان نشان می‌دهد که تعامل ساکنان با محیط داخلی در جستجوی شرایط آسایش فردی و حذف شکاف‌های پیش‌بینی بین مراحل طراحی و عملیات ساختمان با در نظر گرفتن مصرف انرژی و تنظیمات آسایش، ادغام رفتار ساکنین در طول مراحل طراحی، بهره‌برداری و مقاوم‌سازی برای دستیابی به

ساختمان‌های کم انرژی یا با انرژی خالص صفر حیاتی است [۲۵]. مطالعه حرارت فضای داخلی سه طبقه مسکونی در شهر گویلین (Guilin) نشان می‌دهد که تضاد آشکاری بین میانگین رأی پیش‌بینی شده (PMV) و رای حس حرارتی (TSV) وجود دارد. دمای خنثی محاسبه شده با روش رگرسیون در تابستان ۲۴/۲ درجه سانتیگراد و در زمستان ۱۶/۲ درجه سانتیگراد بدست آمد. محدوده آسایش حرارتی در دمای عملیاتی ۲۰/۹ تا ۲۷/۵ درجه سانتیگراد در تابستان و ۱۲/۲ تا ۲۰/۱ در زمستان مشاهده شد. همچنین احساس حرارتی مطلوب برای مردم منطقه کارستی گویلین همیشه در محدوده خنثی حرارتی قرار ندارد [۲۶]. اعتبار مدل رگرسیون دو مرحله‌ای جدید مدل تجربی PMV ASHRAEدر یک ساختمان اداری که پارامترهای معماری و متغیرهای کنترلی را ترکیب می‌کند نشان داد که این مدل می‌تولند PMV را در اتاق‌های مختلف اداری به طور دقیق در کوتاه‌مدت و بلندمدت پیش‌بینی کند. همچنین در یک دوره چهار هفته‌ای، پیش‌بینی‌های PMV دارای ریشه میانگین مجذور خطای کمتر از ۰/۰۴ با ضریب تعیین بزرگ‌تر از ۰/۹۶ هستند [۲۷]. بررسی آسایش حرارتی و تنظیمات رفتاری سالمندان در محیط‌های مسکونی شهر پکن حاکی از آن است که دقت پیش‌بینی مدل میانگین رای پیش‌بینی‌شده(PMV) برای احساسات حرارتی افراد مسن بین سمت سرد و گرم یکی نیست. ترجیح برای روش‌های مختلف سازگاری نشان داد که ویژگی‌های شخصی افراد مسن (از جمله جنس، سن، سابقه تحصیلی و زمان سپری شده در خانه) بر انتخاب روش آن تأثیر می‌گذارد [۲۸]. در آلمان، سیاست‌گذاران به نتایج مورد انتظار از اجرای سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها دست نمی‌یابند. زیرا مقاوم‌سازی انرژی خانه‌های مسکونی، منجر به یک سیستم اجتماعی-فنی جدید می‌شود که خود را با دمای بالاتر اتاق آشکار می‌سازد. بطوریکه در محیط‌های جدید، افراد ممکن است نوع تعامل خود را با ساختمان تغییر دهند و سطح مشخصی از تلاش را برای انطباق با شرایط جدید آسایش نسبت به شیوه‌های قبلی خود انجام دهند. در مقاله "آیا می‌توانم پنجره را باز کنم؟ پیامدهای سیاست شیوه‌های تنظیم آسایش حرارتی در ساختمان‌های مسکونی" نشان می‌دهد که ترکیبی از رفتارها در پاسخ به مقاوم‌سازی انرژی وجود دارد، که برخی از آن‌ها باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شوند (مانند کج کردن پنجره)، در حالی که برخی دیگر اثرات خوشایندتر و ایمن‌تر هستند (مانند پوشیدن لباس‌های سبک‌تر) [۲۹]. همچنین مصرف انرژی ساختمان‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی همچون ویژگی‌ها و کنترل‌های ساختمان است که برخی از آن‌ها با رفتار ساکنان بشدت مرتبط هستند. رفتار باز کردن پنجره توسط ساکنان بیانگر آن است که نیروهای محرک در مورد باز و بسته کردن پنجره چند رشته‌ای بوده و در پنج گروه اصلی (فیزیکی-محیطی، زمینه‌ای، روانی، فیزیولوژیکی و اجتماعی) دسته‌بندی می‌شوند [۳۰]. یکی از پیش‌بینی‌های فرضیه سازگاری این است که مردم مناطق آب‌وهوای گرم دمای داخلی گرم‌تر را نسبت به افرادی که در مناطق آب و هوایی سرد زندگی می‌کنند ترجیح می‌دهند. در نظر گرفتن مکانیسم‌های سازگاری گسترده‌تر که فرصتی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و آسایش حرارتی است در هنگام طراحی و راه‌اندازی ساختمان‌ها ضروری است. اما چالش‌های اصلی برای تعیین اینکه سازگاری تا چه حد می‌تولند در بافت‌های ساختمانی که ساکنان آن کنترل حرارتی فردی کم یا اصلاً ندارند، اجرا شود هنوز وجود دارد [۳۱]. عوامل علّی تفاوت‌های فردی از جمله جنس، سن و غیره نشان می‌دهد که نتیجه‌گیری منسجمی در مورد اندازه و اهمیت تفاوت‌های بین گروهی در دمای ترجیحی/خنثی بین زنان و مردان و جوانان و افراد مسن نمی‌توان گرفت. تفاوت در لباس و واکنش‌های فیزیولوژیکی (مانند میزان سوخت‌وساز، انقباض عروق محیطی/اتساع عروق و غیره) محتمل‌ترین توضیح برای تفاوت‌های بین گروهی و فردی در نیازهای آسایش حرارتی است [۳۲]. الگوریتم‌های دو رویکرد استاتیک و سازگاری در پنج ساختمان اداری با تهویه طبیعی در فرانسه نشان می‌دهد که شرایط حرارت داخلی در طول فصل گرم به طور کلی گرم

بوده و بیش از نیمی از شرکت‌کنندگان از شرایط حرارتی داخل خانه ناراضی بودند و می‌خواستند حرکت هوای بیشتری داشته باشند. با این حال، در طول فصل سرد بیش از ۹۰٪ با شرایط حرارتی راحت هستند و ساکنان در طول فصل گرم نسبت به افزایش دما حساسیت کمتری داشتند [۳۳]. تکنیک‌های بسیاری برای مدیریت پایداری از جمله ابزارها و استانداردهای ارزیابی ساختمان پایدار در سطح جهانی توسعه یافته است. این ابزارها رضایت کاربر را نسبت به جنبه‌های زیست‌محیطی و اقتصادی عملیات‌های ساختمانی کارآیی مصرف انرژی اندازه‌گیری می‌کنند. با این حال، این ابزارها هنوز شاخص کارآیی انرژی را با درگیر کردن رضایت کاربر از رفتارهای انطباقی که می‌تواند مصرف انرژی واقعی را در مقابل مصرف انرژی برنامه‌ریزی شده ساختمان تعیین کند، اندازه‌گیری نکرده‌اند [۳۴]. بررسی تفاوت‌های رفتاری در مصرف انرژی در ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف (به ویژه مسکونی) سال‌هاست که مورد توجه پژوهشگران می‌باشد و همگی آن‌ها بر این موضوع اتفاق نظر دارند که شکاف قابل ملاحظه‌ای بین مصرف انرژی طراحی شده و واقعی در ساختمان‌ها وجود دارد و این بیشتر مرتبط با درک ضعیف نقش رفتار انسان نسبت به طراحی ساختمان‌ها است. در کنار عوامل ذکر شده نباید از این نکته غافل ماند که این نوع استراتژی سازگاری و "سبک زندگی یا روش زندگی" انسان است که در نهایت بر تقاضا برای خدمات انرژی نیز تأثیر می‌گذارد. این موضوع بیانگر آن است که اهمیت پررنگ بررسی موضوع "روش زندگی" که محصول نهایی فرهنگ از طریق رفتارهای عمدتاً آشکار است و لایه‌های سطحی زندگی را به لایه‌های عمیق آن پیوند می‌زند در کنار نگرانی‌های مربوط به سیاست‌های انرژی و آب‌وهوا که در سال‌های اخیر بیشتر مطرح شده است؛ وجود دارد [۳۵]. شبیه‌سازی استراتژی‌های کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های مسکونی هانگژو نشان می‌دهد که مردم در طول روز از کولر در اتاق نشیمن و ساعات ۲۰ تا ۷ در اتاق خواب استفاده می‌کنند، بطوریکه دمای تنظیم کولر اتاق خواب و اتاق نشیمن به ترتیب ۲۶ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد است. همچنین حالت‌های باز شدن پنجره در هر دو اتاق مشابه بوده و در زمستان، ساعات ۷ تا ۹ صبح زمان اصلی باز شدن پنجره است. همچنین برخی از افراد پنجره را تمام روز باز نگه می‌دارند [۳۶]. مطالعه میدانی مدل‌های آسایش حرارتی سازگارانه برای خانه‌های سالمندان در آب‌وهوای مدیترانه‌ای بیانگر آن است که در اتاق‌های دارای تهویه طبیعی ساکنان نسبت به آنچه استانداردهای EN و ASHRAE 55:2020 پیشنهاد می‌کنند سازگارتر بودند. همچنین ساکنان اتاق‌های دارای تهویه مطبوع نسبت به اتاق‌های دارای تهویه طبیعی حساسیت کمتری نسبت به شرایط بیرونی دارند. هر دو مدل حرارتی سازگارانه در محدوده‌های تعیین شده استانداردهای مورد نظر، اما در سطح قابل قبول پایین‌تر قرار دارند. در نتیجه مدل‌های آسایش حرارتی سازگارانه خانه‌های سالمندان، امکان گسترش استفاده از تهویه طبیعی و پذیرش دمای تعیین شده را در صورت نیاز به تهویه مطبوع و در نتیجه کاهش استفاده از گرمایش و سرمایش فراهم می‌کنند [۳۷]. بررسی آسایش حرارتی و رفتارهای سازگارانه در ساختمان‌های مسکونی با تهویه طبیعی در اقلیم‌های گرمسیری نشان‌دهنده آن است که ساکنینی که در ساختمان‌های دارای تهویه طبیعی در مناطق استوایی زندگی می‌کنند، در معرض دمای فعال بالاتری نسبت به آنچه استاندارد ASHRAE برای فضاهای دارای تهویه طبیعی توصیه می‌کند، قرار دارند. با این حال، آن‌ها همچنان احساس می‌کنند که چنین شرایطی قابل قبول است. دو تنظیم رفتاری یعنی افزایش سرعت هوای داخل ساختمان با روشن کردن فن‌های مکانیکی و باز کردن درب/پنجره‌ها برای تهویه متقابل و کاهش عایق لباس با تغییر لباس و پوشیدن لباس‌های کمتر تأثیر عمیقی بر پذیرش تنش‌های گرمایی تحمیل‌شده توسط ساکنان دارد. همچنین سرعت بالای هوای داخل ساختمان نیز با رضایت بیشتر از کیفیت هوای داخل همراه بوده است [۳۸]. امکان‌سنجی آسایش

حرارتی سازگارانه برای صرفه‌جویی انرژی از طریق ابزارهای سرمایشی و گرمایشی اروپا و حوضه مدیترانه نشان می‌دهد که استانداردهای آسایش حرارتی تطبیقی، یعنی ASHRAE 55-2017و EN 16798-1:2019 ابزارهای معتبری برای هدایت یک سیاست فراملی به سمت کاهش مصرف انرژی سرمایش و گرمایش در اتحادیه اروپا هستند. بطوریکه صرفه‌جویی مورد انتظار برای گرمایش در مقایسه با دمای ثابت ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد حدود ۳۵٪ و برای سرمایش با دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد در حدود ۱۳ تا ۵۵ درصد و با دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد بین ۵ تا ۲۷ درصد تغییر می‌کند. در نتیجه صرفه‌جویی‌های مورد انتظار همیشه تابعی از دمای نقطه تنظیم استاتیکی است که مدل سازگارانه با آن مقایسه می‌شود [۳۹]. بررسی رفتار آسایش حرارتی افراد سالخورده کشور هند، ترکیه و انگلستان در ارتباط با مصرف انرژی نشان داد که دمای آسایش به ترتیب ۳۰/۱۲ ، ۲۴/۸۸ و ۲۲/۴۹ درجه سانتیگراد است. سطح آسایش پاسخ‌دهندگان هندی به طور قابل توجهی با افزایش سطح رطوبت، به ویژه در مورد پاسخ‌دهندگان زن، کاهش می‌یابد. در غیر این صورت، دمای آسایش زنان مشابه مردان بود. در ترکیه و بریتانیا عمدتاً از تهویه و گرمایش طبیعی استفاده می‌شود. با این حال، انواع سیستم‌های کنترل حرارتی در هند قابل دسترس بوده و تهویه طبیعی و پنکه دائماً مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما سیستم‌های انرژی مانند تهویه مطبوع، تنها زمانی استفاده می‌شوند که دمای هوای بیرون به ۳۰ درجه سانتی‌گراد و بیشتر برسد [۴۰]. آسایش حرارتی کودکان و رفتارهای سازگارانه مدارس ابتدایی انگلستان در فصول گرم و غیرگرم نشان می‌دهد که آسایش حرارتی آن‌ها به ترتیب ۱/۹ و ۲/۸ درجه کلوین کمتر از بزرگسالان در فصول غیرگرم و گرم است. همچنین کودکان دمای آسایش کمتری دارند و نسبت به تغییرات دما در فصول گرما حساسیت بیشتری نشان می‌دهند. این را می‌توان به رفتارهای شخصی کمتر کودکان و شرایط ثابت‌تر داخل خانه در طول فصول گرما نسبت داد. نسبت کودکانی که در فصول گرم سال با رفتارهای شخصی درگیر هستند یک سوم کمتر است. همان‌طور که دمای داخل خانه از محدوده آسایش حرارتی کودکان بالاتر می‌رود، نسبت کودکانی که رفتارهای شخصی را انجام می‌دهند در فصول غیرگرم افزایش می‌یابد [۴۱]. اهمیت تنظیمات رفتاری برای آسایش حرارتی سازگارانه در آپارتمان‌های با سیستم مدیریت انرژی خانه (HEMS) در ژاپن نشان داد که حدود ۸۰ درصد از ساکنان، زمانی که دمای هوای بیرون ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود پنجره‌ها را باز می‌کردند و در زمانی که دمای هوای بیرون به صفر درجه سانتی‌گراد می‌رسید عایق لباس آن‌ها به ۰/۹۳ کلو افزایش می‌یافت. همچنین مشخص شد که استفاده از وسایل گرمایش و سرمایش مکانیکی لزوماً اولویت اول برای بهبود محیط حرارتی داخلی نبوده و رفتارهای سازگارانه ساکنان یکی از راه‌های اولیه تنظیم آسایش حرارتی داخل ساختمان است [۴۲]. بررسی آسایش حرارتی ساکنان در هلند نشان می‌دهد که دماهای خنثی به خوبی با روش PMV پیش‌بینی بوده، اما احساس سرما و گرما درست پیش‌بینی نمی‌شوند. همچنین افراد احساس آسایش را گزارش کردند در حالی که روش PMV آن را پیش بینی نکرده و این نشان‌دهنده سطح معینی از سازگاری روانی با انتظارات است. علاوه بر این، اگرچه لباس و فعالیت‌های متابولیک در بین افراد خانه‌های با کیفیت حرارتی متفاوت یکی بود، ولی دمای خنثی آن‌ها با هم فرق داشت [۴۳]. رفتار ساکنان در ساختمان‌های اداری مختلط در آب‌وهوای جنب حاره‌ای برزیل بیانگر آن است که رفتار لباس ساکنان تحت تأثیر احساس حرارتی، عایق بودن لباس و دمای مؤثر داخل ساختمان قرار دارد. همچنین خوردن نوشیدنی داغ متأثر از احساس حرارتی ساکنان و دمای مؤثر داخل ساختمان بوده و مصرف نوشیدنی سرد با شرایط حرارتی داخل و خارج از خانه مرتبط می‌باشد [۴۴]. مطالعه همبستگی رضایت کاربر از رفتار سازگارانه و مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری نشان می‌دهد که رفتارهای سازگارانه کاربر به طور مستقیم بر عملکرد انرژی ساختمان تأثیر می‌گذارد [۴۵]. سه دسته اصلی از رفتارهای ساکنین یعنی اشغال، تعاملات و کارآیی رفتاری نیز در مصرف انرژی ساختمان مهم هستند. بطوریکه کارآیی رفتاری به عنوان یک

روش کارآمد و اقتصادی در مقایسه با فناوری‌های مقاوم‌سازی شناسایی شده است. اما، طبقه‌بندی و کمی‌سازی ورودی‌های رفتاری و همچنین اعتبارسنجی آن‌ها برای بهبود شرایط در آینده مورد نیاز هستند. به‌عنوان مثال رفتار باز کردن پنجره به ندرت هنگام محاسبه تأثیر انرژی در نظر گرفته می‌شود، زیرا این رفتار در بیشتر ساختمان‌های دارای تهویه مطبوع مرکزی نادر است. همچنین، اثرات جنسیت بر انرژی به اندازه اهمیت مهندسی در مصرف انرژی نیست، اما برای درک تغییرات شخصی و کنترل سایر محیط‌ها مهم هستند [۴۶]. با وجود اینکه عایق دیوار خارجی، سقف، شیشه‌ها، پنجره‌ها و سایه‌اندازهای بیرونی ساختمان باعث کاهش مصرف انرژی می‌شوند، اما پرهزینه بوده و منجر به زیان‌های مالی قابل‌توجهی می‌شوند. به عنوان مثال، تجهیز سیستم تهویه ساختمان به یک اکونومایزر منجر به بالاترین سود مالی می‌شود که به صرفه‌جویی سالانه انرژی ۱۵۵ مگاوات ساعت کمک می‌کند. از سوی دیگر، در یک رویکرد ساکن محور، استفاده از مدل آسایش حرارتی سازگارانه در دامنه بیشتر، یعنی افزایش ۱، ۲ و ۳ درجه سانتی‌گراد به دمای عملیاتی موجود، مقدار قابل‌توجهی در مصرف انرژی با کمترین هزینه صرفه‌جویی شده و هر نوع هزینه بازسازی را پوشش می‌دهد. به عبارت دیگر، استفاده از سناریوهای مختلف آسایش حرارتی سازگارانه (۱، ۲، و ۳ درجه سانتی‌گراد) به ترتیب به میزان ۵، ۱۲ و ۲۱ درصد صرفه‌جویی در مصرف انرژی را به همراه دارد [۴۷].

در این پژوهش از دو مقیاس احساس حرارتی اشری و دمای ترجیحی مک‌اینتایر استفاده شده است. اشری (ASHRAE) به معنی انجمن گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع آمریکا است. این سازمان در سال ۱۸۹۴ تأسیس شد. مقیاس احساس حرارتی ASHRAE، که برای کمی کردن احساس حرارتی افراد ایجاد شده است. استاندارد اشری برای یک مقیاس ۷ نقطه‌ای از ۳- تا ۳+ با فواصل گام‌های ۱ محاسبه می‌شود، که در آن ۳- نشان‌دهنده احساس "خیلی سرد"، صفر مربوط به "خنثی" و ۳ نشان‌دهنده احساس "خیلی گرم" است.

جدول ۱. مقیاس اشری و مک اینتایر

مقیاس اشری						
خیلی گرم	گرم	کمی گرم	خنثی	کمی سرد	سرد	خیلی سرد
۳	۲	۱	۰	-۱	-۲	-۳
مقیاس مک اینتایر						
گرم‌تر شود			تغییری نکند			سردتر شود
+۱			۰			-۱

همان‌گونه که می‌دانیم انسان‌ها ممکن است از شرایط حرارتی محیط داخلی منزل مسکونی خود احساس نارضایتی نداشته باشند، اما به تغییر آن در جهت بهبودی علاقه‌مند باشند. به‌عنوان مثال فردی علاقه دارد که هوا کمی خنک‌تر باشد. این تقاضا در شرایطی است که اگر تغییری هم در شرایط محیط اتفاق نیفتد، فرقی در حالات روانی و حرارتی فرد به وجود نخواهد آمد. به شرایط مذکور "ترجیح حرارتی" و به میزان دمای درخواست شده "دمای ترجیحی" گفته می‌شود. ترجیح حرارتی معمولاً با مقیاس سه‌گانه مک‌اینتایر [بله-گرمتر (+۱)]، [خیر- (۰)] و [بله-سردتر (-۱)] سنجیده می‌شود. در این مقیاس به جز انتخاب حالت "خیر"، فرد در دو حالت دیگر علاقه‌مند به استفاده از دمای ترجیحی است. در جدول ۲ علائم و اختصارات بکار رفته در این پژوهش آورده شده است.

جدول ۲. علائم و اختصارات بکار رفته در پژوهش (منبع: نویسندگان)

ردیف	مخفف	لاتین	فارسی	ردیف	مخفف	لاتین	فارسی
۱	AC	Air conditioning	تهویه مطبوع	۲۵	MCI	3 point McIntyre scale	مقیاس سه‌گانه مک اینتایر
۲	S-p	Set-point	نقطه تنظیم دمای داخل	۲۶	-	7 Point Ashrae scale	مقیاس ۷گانه اشری
۳	AC	Adaptive comfort	آسایش تطبیقی	۲۷	Z	Z-score	نمره Z
۴	M	Metabolic	سوخت و ساز	۲۸	α	Significant Level	سطح معنی‌داری
۵	BE	Built Environment	محیط ساخته شده	۲۹	σ	Standard Deviation	انحراف معیار
۶	AB	Adaptive behavior	رفتار سازگارانه	۳۰	$\bar{x}$	mean	میانگین
۷	TC	Thermal comfort	آسایش حرارتی	۳۱	-	Bivariate linear regression	رگرسیون خطی دو متغیره
۸	TP	Thermal preference	ترجیح حرارتی	۳۲	-	Multiple regression	رگرسیون چند متغیره
۹	clo	Clothing rates	نرخ لباس	۳۳	R^2	Explanation coefficient	ضریب تبیین
۱۰	UA	Unconscious actions	اقدامات ناخودآگاه	۳۴	Adj. R^2	Adjusted R^2	ضریب تبیین تنظیم شده
۱۱	CA	conscious actions	اقدامات خودآگاه	۳۵	β	coefficient	ضریب معادله رگرسیونی
۱۲	NT	Neutral	دمای خنثی	۳۶	B	Constant	ضریب ثابت
۱۳	AT	Active Methods	روش‌های فعال	۳۷	Cl	confidence level	سطح اطمینان
۱۴	PT	Passive Methods	روش‌های غیرفعال	۳۸	D-W	Durbin-Watson	دوربین -واتسون
۱۵	LO	Longitudinal	روش طولی	۳۹	F	Fisher	آزمون فیشر
۱۶	TP	Thermal perception	ادراک حرارتی	۴۰	T	t student	آزمون تی
۱۷	V_{out}	Air Velocity (m/s)	سرعت جریان هوای بیرون	۴۱	SE	Standard error	اشتباه معیار
۱۸	V_{in}	Air Velocity (m/s)	سرعت جریان هوای داخل	۴۲	P value	Probability Value	مقدار احتمال
۱۹	RH_{out}	Relative Humidity	رطوبت نسبی هوای بیرون	۴۳	NSC	Not standardized coefficients	ضرایب استاندارد نشده
۲۰	RH_{in}	Relative Humidity	رطوبت نسبی هوای داخل	۴۴	SC	standardized coefficients	ضرایب استاندارد شده
۲۱	T_{out}	Temperature	دمای هوای بیرون ساختمان	۴۵	CS	Collinearity statistics	آماره هم خطی
۲۲	T_{in}	Temperature	دمای هوای داخل ساختمان	۴۶	VIF	variance inflation factor	عامل تورم واریانس
۲۳	CC	Comfort Zone	کنترل محدوده آسایش	۴۷	OC	Occupant Control	کنترل ساکنان
۲۴	PMV	Predicted Mean Vote	میانگین رای پیش‌بینی‌شده	۴۸	HVAC	Heating, Ventilation, And Air Conditioning	سیستم‌های گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع
۴۹	ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air					انجمن گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع آمریکا

مرور مطالعات پیشین بیانگر آن است که تاکنون مطالعه مدونی درباره ارتباط بین رفتارهای سازگارانه و آسایش حرارتی در شهر رشت صورت نگرفته است. در این مقاله سعی بر آن است علاوه بر استفاده از مدل رگرسیونی دو متغیره، از مدل رگرسیونی چند متغیره جهت تعیین میزان تأثیر مؤلفه‌های محیطی، معماری و فردی-جمعیتی بر میزان آسایش حرارتی (مقیاس اشری) استفاده شود. همچنین رفتارهای سازگارانه افراد در راستای دستیابی به آسایش حرارتی فصلی (زمستانه) در ساختمان‌های مسکونی (آپارتمانی و ویلایی) شهر رشت نیز مد نظر است. از این‌رو شناخت رفتارهای سازگارانه و بررسی نقش آن‌ها در آسایش حرارتی معماری ساختمان‌های مسکونی شهر رشت در محدوده زمانی سردترین روزهای سال هدف مقاله حاضر می‌باشد.

روش پژوهش

این تحقیق از نوع پژوهش‌های کاربردی است و جمع‌آوری و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش حال‌نگر می‌باشد. جمع‌آوری داده‌ها بر مبنای برداشت‌های میدانی، مشاهده، پرسش‌نامه و اندازه‌گیری پارامترهای اقلیمی خانه‌های شهر رشت در استان گیلان انجام شده است. پرسش‌نامه در این پژوهش به‌عنوان یک ابزار اصلی برای بررسی اولویت‌های رفتاری ساکنان ساختمان‌های مسکونی رشت با تمرکز بر تعیین محدوده آسایش حرارتی و دمای خنثی (سازگاری فیزیولوژیکی و روانی) به منظور بررسی سازگاری حرارتی فصلی استفاده شده است. همچنین از دو روش طولی و متقاطع به عنوان مکمل هم در جمع‌آوری داده‌ها بهره گرفته شد. در روش طولی، جمع‌آوری داده‌های نظرسنجی از تعداد محدودی از پاسخ‌دهندگان در طول یک هفته یا یک ماه انجام می‌گیرد. در مدل طولی این امکان وجود دارد که میزان ثبات پاسخ‌دهندگان در پژوهش را بررسی و روند سازگاری با شرایط در حال تغییر را مشاهده کرد. اما به دلیل تعداد کم پاسخ‌دهندگان، امکان تعمیم نتایج به جامعه‌ی وسیع‌تر ممکن نیست. در حالت مقطعی، تعداد زیادی از پاسخ‌دهندگان و فقط یک بار در یک زمان خاص و فضای خاص ارزیابی می‌شوند. این نوع مطالعه نشان‌دهنده میزان تغییرات در پاسخ های افراد است و برآورد خوبی از یک جمعیت را نشان می‌دهد [۴۸]. در راستای انجام پژوهش‌های میدانی در مطالعات آسایش حرارتی، نیکل و حیدری تکمیل یکصد

پرسش‌نامه را کافی می‌دانند [۴۹]، حجم نمونه با احتساب نقصان احتمالی، تعداد ۱۱۶ ساختمان ویلایی و ۱۱۵ واحد آپارتمانی برای تعیین محدوده آسایش حرارتی و در مجموع ۲۳۱ پرسش‌نامه برای بررسی ادراک حرارتی افراد در وضعیت واقعی و اولویت‌های رفتاری ساکنان برای تأمین آسایش حرارتی در نظر گرفته شده است و پس از آن با تحلیل همبستگی بین متغیرهای اندازه‌گیری شده و توصیف تحلیل و استنباطی اولویت‌های رفتاری به بررسی سازگاری حرارتی می‌پردازد.

مطالعات میدانی (اندازه‌گیری محیطی و تکمیل پرسشنامه)

مطالعه میدانی برای تکمیل پرسشنامه و ثبت متغیرهای جوی در فضای بیرونی و داخلی از ۴ دی تا ۲۰ بهمن ۱۳۹۹ برای خلنه‌های ویلایی از ۱ دی تا ۱۷ بهمن ۱۳۹۹ برای خلنه‌های آپارتمانی و در ساعت‌های ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶ و ۱۸ انجام گردید (شکل ۱). از ۱۱۶ فرد پاسخ‌گو در خانه‌های ویلایی، ۷۸ نفر زن و ۳۸ نفر مرد و از ۱۱۵ نفر فرد پاسخ‌گو در خانه‌های آپارتمانی، ۸۹ نفر زن و ۲۶ نفر مرد بودند. دامنه سنی افراد در خانه‌های ویلایی و آپارتمانی به ترتیب برابر با ۱۷ تا ۸۵ و ۱۳ تا ۷۵ سال بدست آمد. بطوری که ۶/۹، ۱۹، ۲۸/۴، ۴۰/۵ و ۵/۲ درصد افراد ساکن در خانه‌های ویلایی در دامنه سنی صفر تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۱۰۰ و ۱۳/۹، ۳۷/۴، ۲۹/۶ و ۱۹/۱ درصد افراد ساکن در خانه‌های آپارتمانی در دامنه سنی صفر تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۶۰ و ۶۰ تا ۸۰ قرار داشتند. سوالات مطرح شده در سه گروه ویژگی‌های فردی-جمعیتی (جنس، سن، قد، وزن، میزان تحصیلات، تعداد افراد خانوار، نرخ لباس، ترجیح حرارتی و میزان فعالیت)، محیطی (دمای فضای داخلی و بیرونی، رطوبت فضای داخلی و بیرونی و سرعت جریان هوای داخل و خارج ساختمان) و معماری (مساحت ساختمان، فاصله کف تا سقف، تعداد فضای داخلی، نحوه دسترسی به فضا، نوع مصالح سقف، کف، دیوار داخل و خارج و پنجره) قرار گرفت. همزمان با تکمیل پرسشنامه در فضاهای اصلی خانه‌ها (نشیمن و آشپزخانه) با دستگاه دماسنج و رطوبت‌سنج دیجیتالی رومیزی مدل DC103 اطلاعات مربوط به دمای هوا و رطوبت نسبی، همچنین دستگاه فلومتر مدل AR816 اطلاعات مربوط به سرعت جریان هوا در فضای داخلی و بیرونی اندازه‌گیری شد. دستگاه‌های اندازه‌گیری از نظر تابش و فاصله از دیوار و کف کنترل و فاصله دستگاه‌ها بیش از یک متر از دیوارها و در مرکز فضا، همچنین در ارتفاع عمودی ۱۲۰ سانتیمتر از زمین قرار داده شد. همچنین برای اندازه‌گیری پارامترهای محیطی خارج از ساختمان، دستگاه‌های موردنظر به دور از تابش مستقیم و در سایه قرار داده شدند (شکل ۲).

شکل ۱. دوره زمانی برداشت میدانی و اندازه‌گیری متغیرهای محیطی، معماری و فردی-جمعیتی در ساختمان‌های شهر رشت (ویلایی و آپارتمانی)

شکل ۲. دستگاه‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری **A**) دما و رطوبت (مدل **DC103**) و **B**) سرعت جریان هوا (فلومتر **AR816**).

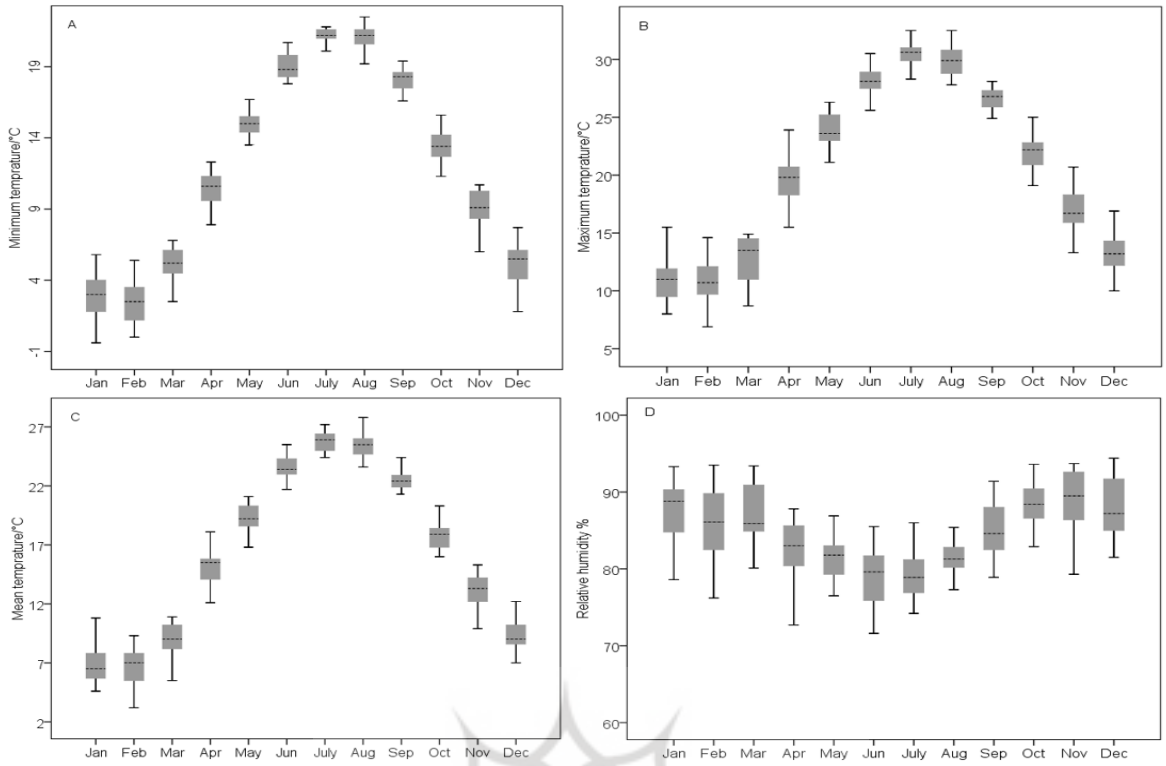
در جدول ۳ و ۴ شاخص‌های آماری متغیرهای جوی (فضای داخلی و بیرونی)، معماری و فردی اندازه‌گیری شده در زمان تهیه پرسشنامه برای واحدهای ویلایی و آپارتمانی آورده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود میانگین دمای فضای بیرونی در واحدهای ویلایی و آپارتمانی به ترتیب برابر با ۱۲/۱۶ و ۱۳/۳۱ درجه سانتیگراد بدست آمد. بطوریکه دمای حداقل و حداکثر واحدهای ویلایی برابر با ۵/۹ و ۲۷ و واحدهای آپارتمانی برابر با ۲ و ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه و دامنه تغییرات آن در واحدهای ویلایی و آپارتمانی برابر با ۲۱/۱ و ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید. این متغیر در فضای انداخلی برابر با ۲۱/۵ و ۲۱/۷۹ درجه سانتی‌گراد برای واحدهای ویلایی و آپارتمانی محاسبه شد که دامنه تغییرات دمای آن برابر با ۱۰/۸ (۱۶/۱ و ۲۶/۹) و ۶/۹ (۱۸/۹ و ۲۵/۸) درجه سانتی‌گراد بدست آمد. سایر متغیرها یعنی رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا در جداول ۳ و ۴ آورده شده است.

جدول ۳. شاخص‌های آماری متغیرهای فردی و محیطی مؤثر بر آسایش ساکنین در واحدهای ویلایی شهر رشت (اندازه‌گیری توسط نویسندگان)

شاخص‌ها	T_{in}	T_{out}	RH_{in}	RH_{out}	V_{in}	V_{out}	مساحت/ متر مربع	ارتفاع کف تا سقف	تعداد فضا	تعداد افراد	سن	قد	وزن	مقیاس ۷گانه اشری	مقیاس ۳گانه مک اینتایر	متابولیسم بدن	نرخ لباس به clo
تعداد	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۱۶	۱۱۶
میانگین	۲۱/۵	۱۲/۱۶	۵۱/۰۲	۳۸/۵۳	۰/۰۰۹	۰/۲۱	۱۳۶/۵۸	۲/۷۸	۶/۱	۴/۰۴	۵۳/۱۷	۱۶۱/۴۵	۶۸/۹۶	۰/۳۱	۰/۰۱۷	۱/۱۹	۰/۴۳
انحراف معیار	۲/۱	۴/۹۴	۱۰/۸۸	۱۱/۸۸	۰/۰۶۵	۰/۵۵	۳۹/۵۳	۰/۳۱۶	۱	۱/۱۲	۱۶/۹۵	۸/۸۲	۱۱/۶	۰/۷۹۶	۰/۴۹۳	۰/۲۵	۰/۱۱
واریانس	۴/۲۶	۲۴/۴۵	۱۱۸/۳۳	۱۴۱/۱۷	۰/۰۰۴	۰/۳	۱۵۶۲/۹	۰/۱	۱/۰۱	۱/۲۶	۲۸۷/۱۹	۷۷/۷۶	۱۳۴/۶۸	۰/۶۳۳	۰/۲۴۳	۰/۰۶۵	۰/۰۱۲
چولگی	-۰/۰۷	۱/۴۴	۰/۷۳	-۰/۸۸	۷/۵	۲/۴۳	۱/۴۷	۱/۸۴	-۰/۶۲۶	۰/۴	-۰/۴۵	۰/۸۲	۰/۴۱	۰/۶۴۵	۰/۰۴	۰/۸۶	۰/۴۱۸
کشیدگی	۰/۴۷	۱/۵۳	۰/۸۹	۰/۱۱۵	۵۵/۴۳	۴/۴۳	۱۰/۹۴	۷/۳۶	۰/۳۰۱	-۰/۳	-۰/۵۲	۰/۷۹	۰/۱۶	۰/۶۴۹	۱/۲۴	-۰/۲۸	۱/۶۳
دامنه تغییرات	۱۰/۸	۲۱/۱	۵۰	۵۰	۰/۵	۲	۳۶۳	۱/۹۵	۵	۴	۶۸	۴۸	۶	۴	۲	۱/۲	۰/۶۸
حداقل	۱۶/۱	۵/۹	۲۸	۱۰	۰	۰	۱۲	۲/۳۵	۳	۲	۱۷	۱۴۵	۴۲	-۲	-۱	۰/۸	۰/۱
حداکثر	۲۶/۹	۲۷	۷۸	۶۰	۰/۵	۲	۳۷۵	۴/۳	۸	۶	۸۵	۱۹۳	۱۰۲	۲۲	۱	۲	۰/۷۸

جدول ۴. شاخص‌های آماری متغیرهای فردی و محیطی مؤثر بر آسایش ساکنین در واحدهای آپارتمانی شهر رشت (اندازه‌گیری توسط نویسندگان)

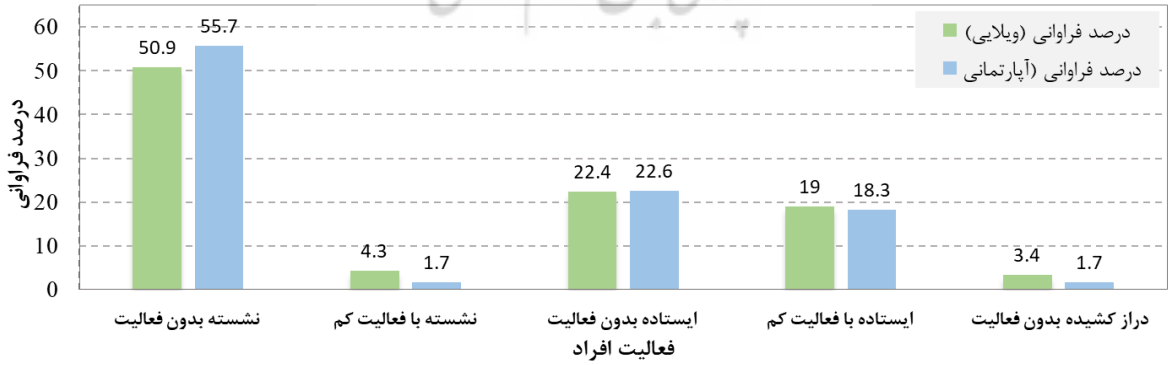
شاخص‌ها	T_{in}	T_{out}	H_{in}	H_{out}	V_{in}	V_{out}	مساحت/ متر مربع	ارتفاع کف تا سقف	تعداد فضا	تعداد افراد	سن	قد	وزن	مقیاس ۷گانه اشری	مقیاس ۳گانه مک اینتایر	متابولیسم بدن	نرخ لباس به clo
تعداد	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۴
میانگین	۲۱/۷۹	۱۳/۳۱	۴۶/۳۲	۳۷/۸۸	۰	۰/۶۵۶	۱۰۳/۸۳	۲/۶۱	۵/۴۱	۳/۱۶	۴۱/۹۳	۱۴۳/۲۷	۶۸/۴	۰/۳۴	-۰/۱۳	۱/۲۴	۰/۳۶
انحراف معیار	۱/۵۸	۵/۱۵	۱۱/۱۹	۱۱/۹۲	۰	۱/۰۵	۵۵/۱۹۴	۰/۱۱۵	۰/۹۴	۰/۶۶	۱۶/۱۷	۵۵/۸۴	۱۲/۲۸	۰/۹۴۵	۰/۴۸۷	۰/۲۵	۰/۰۹۴
واریانس	۲/۴۸	۲۶/۵۴	۱۲۵/۱۷	۱۴۲/۰۱	۰	۱/۱۱	۳۰۴۶/۳۷	۰/۰۱۳	۰/۸۹	۰/۴۳	۲۶۱/۴۷	۳۱۱۷/۷۹	۱۵۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۲۳۷	۰/۰۶	۰/۰۰۹
چولگی	۰/۷۴	۱/۰۶	-۰/۴۱	-۰/۴۳		۱/۸۶	۱/۰۴	-۰/۷۹	۰/۴۹	۰/۷۷	-۰/۰۴	-۲/۱۱	۰/۵۰۶	۰/۶۷	-۰/۳۲۲	۰/۸۵	۰/۰۰۲
کشیدگی	۰/۲۷	۰/۲۱	۰/۴۶	۰/۲۴		۳/۱۵	-۰/۰۱۳	۱/۴۳	-۰/۷۱	۱/۳۶	-۱/۱۲	۲/۷۱	-۰/۲۵	۱/۷۲	۰/۸۶۸	-۰/۰۲	۰/۷
دامنه تغییرات	۶/۹	۲۳/۵	۵۵	۵۱	۰	۴/۱	۱۷۵	۰/۶۵	۳	۳	۶۲	۱۸۴/۴۲	۵۵	۵	۲	۱/۲	۰/۵۴
حداقل	۱۸/۹	۲	۱۵	۱۰	۰	۰	۴۵	۲/۲	۴	۲	۱۳	۱/۵۸	۴۹	-۲	-۱	۰/۸	۰/۱
حداکثر	۲۵/۸	۲۵/۵	۷۰	۶۱	۰	۴/۱	۲۲۰	۲/۸۵	۷	۵	۷۵	۱۸۶	۱۰۴	۳	۱	۲	۰/۶۴



شکل ۳. متغیرهای جوی ایستگاه رشت **A**) دمای حداقل **B**) دمای حداکثر **C**) میانگین دما و **D**) رطوبت نسبی (۱۹۸۰ تا ۲۰۲۰)

یافته‌ها

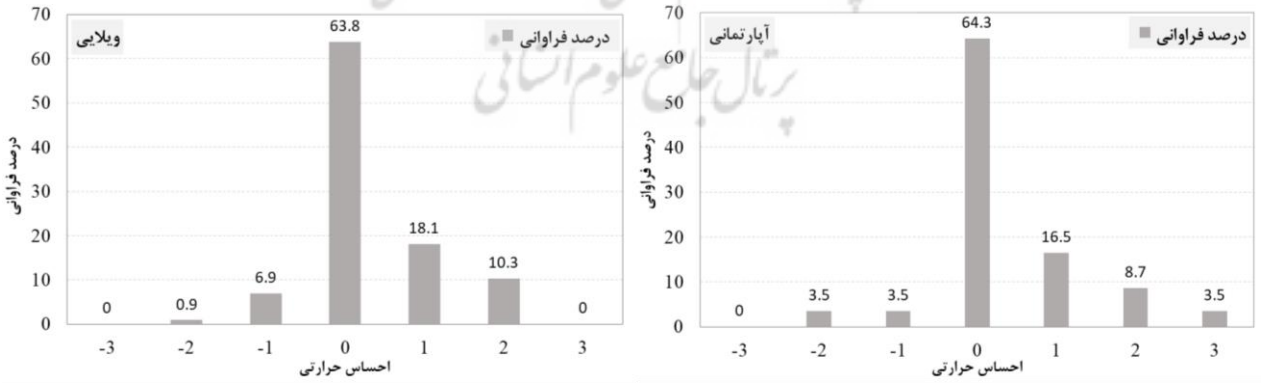
در شکل ۴ میزان فعالیت ساکنان در هنگام پاسخ به سؤالات نمایش داده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود بیش از نیمی از افراد در حالت "نشسته و بدون فعالیت" بودند (۵۰/۹٪ در مساکن ویلایی و ۵۵/۷٪ در واحدهای آپارتمانی). در این نمودار سهم فعالیت ساکنان در دو حالت "نشسته با فعالیت کم" و "دراز کشیده بدون فعالیت" بسیار کم است. همچنین سهم گزینه "ایستاده بدون فعالیت " و "ایستاده با فعالیت کم" ساکنان در هر دو تیپ از مساکن نسبتا برابر است. به نظر می‌رسد میزان فعالیت افراد تقریباً به هم نزدیک بوده و تفاوت فاحشی بین آن‌ها مشاهده نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت میزان فعالیت ساکنان آنقدر شدید نیست که باعث افزایش متابولویسم و تغییر احساس واقعی‌شان از شرایط فضای داخلی مساکن شود.



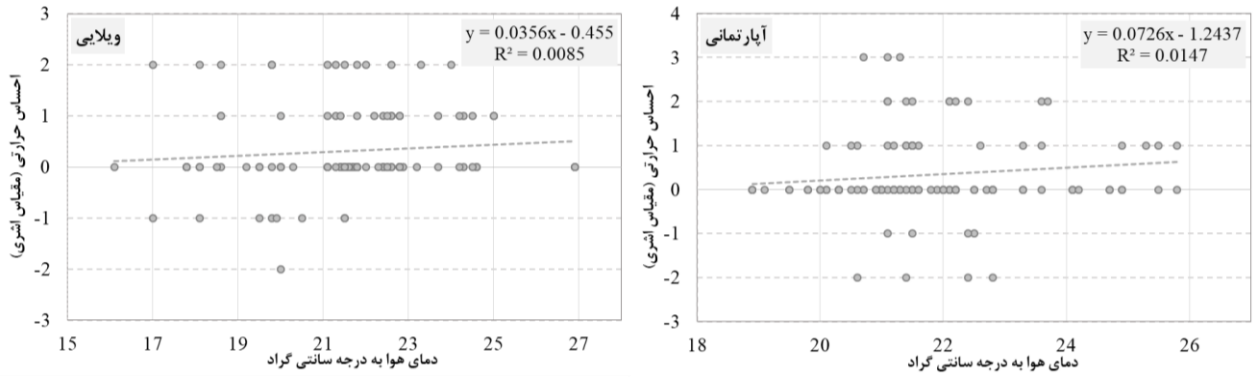
شکل ۴. درصد فراوانی فعالیت افراد در زمان پاسخگویی به سؤالات در واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت

در شکل ۵ نتایج درصد فراوانی و احساس حرارتی افراد در مقیاس اشری نشان داده شده است. چنانچه از شکل ۸ پیداست ۶۳/۸ و ۶۴/۳ درصد افراد ساکن در منازل ویلایی و آپارتمانی دارای احساس حرارتی خنثی هستند. براساس استاندارد فوق، در این تحقیق محدوده بین ۱± شرایط مناسب برای افراد در نظر گرفته شده و در صورت تغییر شرایط به بیشتر از ۱+ و کمتر از ۱–، نارضایتی در افراد ساکن در این گونه مساکن بوجود می‌آید. با در نظر گرفتن این فرض، درصد فراوانی افراد واقع در محدوده آسایش حرارتی برای ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی به ترتیب برابر با ۸۸/۸ و ۸۴/۳ بدست آمد. در شکل ۶ رابطه دمای هوا در ازای مقیاس اشری نشان داده شده است. دامنه آسایش ساکنان بین ۱۶/۱ تا ۲۶/۹ درجه سانتی‌گراد در ساختمان‌های ویلایی و بین ۱۸/۹ تا ۲۵/۸ درجه سانتی‌گراد در ساختمان‌های آپارتمانی متغیر بوده است. دامنه دمای خنثی هم برابر با مقادیر تعیین شده برای دامنه آسایش ساکنان ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی بدست آمد. یکسان بودن دامنه دمایی آسایش ساکنان و دامنه دمای خنثی از این مسئله ناشی می‌شود که معادله رگرسیونی در هیچ نقطه‌ای محور y را در نقطه ۱+، صفر و ۱– قطع نکرده است و شیب خط رگرسیون برابر با ۰/۰۷۲ و ۰/۰۳۵ برای مساکن ویلایی و آپارتمانی بدست آمد. بنابراین با توجه به ملایم بودن شیب معادله رگرسیونی، امکان شناسایی این سه نقطه از روی نمودار وجود نداشته و باید از داخل داده‌ها این اعداد استخراج گردد. در این راستا، مقایسه دامنه آسایش دمایی ساکنان با توزیع نرمال (نمره Z) نشان می‌دهد که این دامنه در سطح اطمینان ۹۵٪ و سطح معنی‌داری دوطرفه $\alpha = 0.025$ بین ۱۵/۳۱ تا ۲۷/۶۹ درجه سانتی‌گراد در ساختمان‌های ویلایی بین ۱۷/۰۷ تا ۲۶/۵۲ درجه سانتی‌گراد در واحدهای آپارتمانی متغیر است. بنظر می‌رسد تفاوت چندانی بین دامنه آسایش بدست آمده از مقیاس اشری و میانگین به اضافه سه انحراف معیار مثبت و منفی ($\bar{x} \pm 3\sigma$) دمای داخل فضای مساکن ویلایی و آپارتمانی وجود ندارد. به عبارت دیگر توزیع نرمال دمای فضاهای داخلی می‌تواند بجای مقیاس اشری، دامنه احساس حرارتی افراد را تبیین کند (جدول ۵).

بنابراین در این تحقیق، نتایج مقیاس اشری (۱±) با توزیع نمره Z ($\bar{x} \pm 3\sigma$) نسبتا برابر است. همچنین قدرت سازگاری افراد شهر رشت نسبت به دمای آسایش استاندارد (۲۱ تا ۲۵ درجه)، به میزان ۴/۹ – و ۱/۹+ درجه سانتی‌گراد در ساختمان‌های ویلایی و ۲/۱– و ۰/۸ درجه سانتی‌گراد در واحدهای آپارتمانی از حد پایین و بالای دامنه استاندارد آن است. این مهم نیز با در نظر گرفتن مقیاس نمره Z برای ساختمان‌های ویلایی برابر با ۵/۶۹– و ۲/۶۹ و برای واحدهای آپارتمانی برابر با ۳/۹۳– و ۱/۵۲+ بدست آمد.



شکل ۵. فراوانی احساس حرارتی افراد در واحدهای ویلایی و آپارتمانی شهر رشت

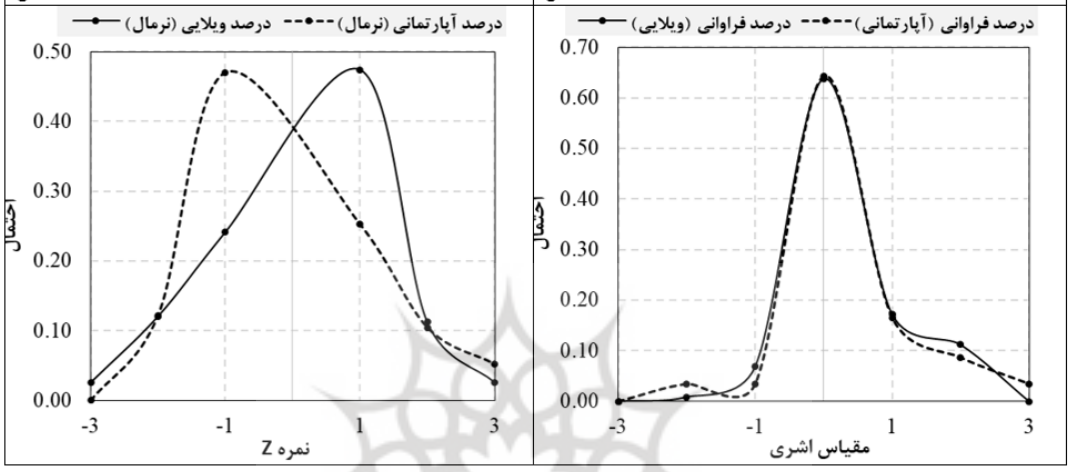


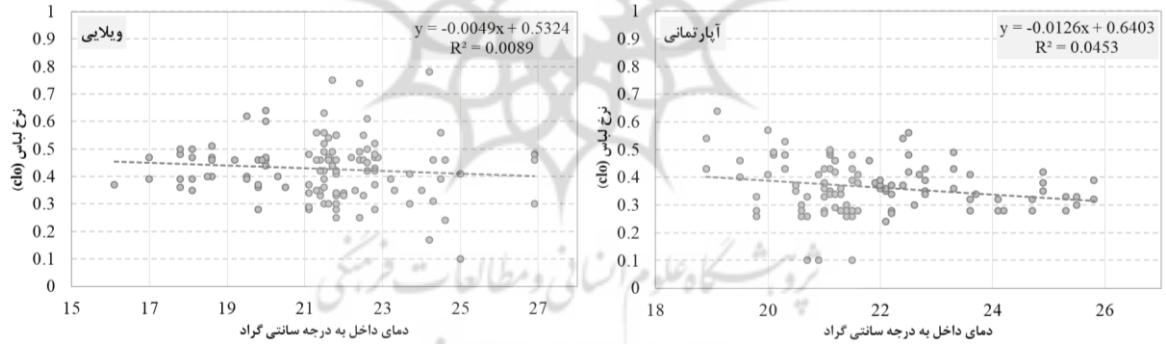
شکل ۶. رابطه بین دمای فضای داخلی و احساس حرارتی (مقیاس اشری) در واحدهای ویلایی و آپارتمانی شهر رشت

چنانچه می‌دانیم لباس یکی راهکارهای سازگاری افراد برای رسیدن به آسایش در فضای مسکونی است. لباس دارای خاصیت عایق است که یک عامل کلیدی برای تنظیم اتلاف گرما و راحتی حرارتی بدن انسان است. در این تحقیق، داده‌های عایق لباس (clo) از طریق پرسشنامه جمع‌آوری و بر اساس استاندارد ASHRAE 55 برآورد شد. در شکل ۱۰ رابطه بین دمای داخل با نرخ لباس (clo) محاسبه و معادله رگرسیونی خطی آن نمایش داده شده است. در زمستان (دی و بهمن) نرخ لباس (clo) در محدوده بین ۰/۱ تا ۰/۷۸ با میانگین ۰/۴۳ و انحراف معیار ۰/۱۱ برای ساختمان‌های ویلایی و محدوده ۰/۱ تا ۰/۶۴ با میانگین ۰/۳۶ و انحراف معیار ۰/۱ برای واحدهای آپارتمانی در تغییر بوده است. همان‌گونه که از شکل ۱۰ پیداست با افزایش دمای فضای داخلی ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی از مقدار نرخ لباس (clo) با شیب ملایم ۰/۰۰۸۹- و ۰/۰۱۲۶- کاسته می‌شود. فاصله نقاط از خط رگرسیون برای واحدهای آپارتمانی کمتر از ساختمان‌های ویلایی است و این نشان‌دهنده تغییرات کمتر نرخ لباس در واحدهای آپارتمانی (یعنی ۰/۵۴) نسبت به ساختمان‌های ویلایی (یعنی ۰/۶۸) است. بالاتر بودن نرخ لباس نشان از عایق بهتر این واحدها در مقابل هدر رفت انرژی از ساختمان است. مقدار انحراف معیار نرخ لباس برای $\pm 3\sigma$ در حدود ۰/۳۳± و ۰/۳± به ترتیب برای سازهای ویلایی و آپارتمانی با دامنه تغییرات ۰/۱ تا ۰/۷۶ و ۰/۰۶ تا ۰/۶۶ از میانگین بدست آمد. در نتیجه مقایسه $\pm 3\sigma$ با مقدار حداقل و حداکثر نرخ لباس در هر دو تیپ از ساختمان‌ها نشان می‌دهد که انحراف معیار فوق دامنه تغییرات نرخ لباس را پوشش داده و تخمین درستی از دامنه نوسان نرخ لباس ارائه می‌دهد. در همین راستا، در شکل ۱۱ نمودار پراکنش، ضریب همبستگی و معادله خط رگرسیونی نرخ لباس (clo) با دمای بیرونی نمایش داده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود خط رگرسیون با شیب منفی ۰/۰۰۱۸- و ۰/۰۰۱۶- بیانگر کاهش نرخ لباس با افزایش دمای فضای بیرونی در هر دو تیپ ساختمانی است.

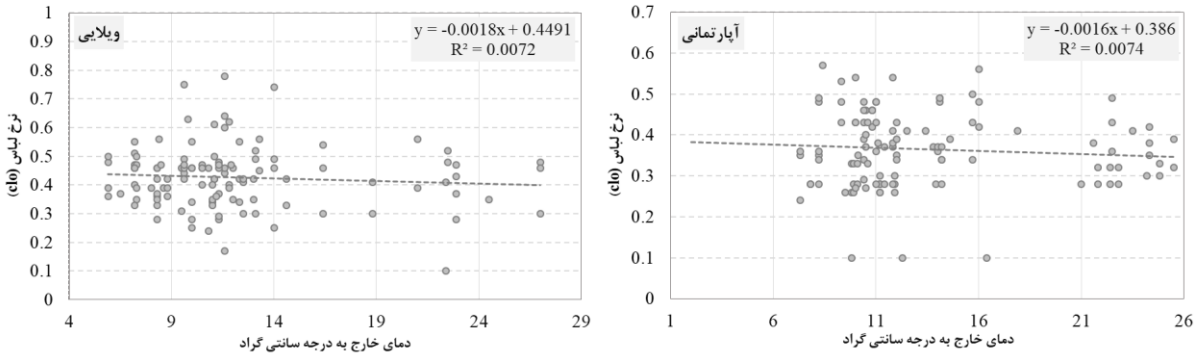
جدول ۵. توزیع احتمال دامنه آسایش حرارتی افراد در مقیاس اشری و توزیع نرمال (نمره Z) ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت

آپارتمانی								ویلایی							
٪فراوانی (نرمال)	فراوانی (نرمال)	مقدار دما (توزیع نرمال)	انحراف معیار	نمره Z	٪ فراوانی (اشری)	فراوانی (اشری)	ضرایب	٪ فراوانی (نرمال)	فراوانی (نرمال)	مقدار دما (توزیع نرمال)	انحراف معیار	نمره Z	٪ فراوانی (اشری)	فراوانی (اشری)	ضرایب
۰	۰	۱۷/۰۷	-۴/۷۳	(-۳)-(-۲)	۰	۰	-۳	۰/۰۳	۳	۱۵/۳۱	-۶/۱۹	(-۳)-(-۲)	۰	۰	-۳
۱۲	۱۴	۱۸/۶۴	-۳/۱۵	(-۲)-(-۱)	۰/۰۳	۴	-۲	۰/۱۲	۱۴	۱۷/۳۷	-۴/۱۳	(-۲)-(-۱)	۰/۰۱	۱	-۲
۰/۴۷	۵۴	۲۰/۲۲	-۱/۵۸	(-۱)-(۰)	۰/۰۳	۴	-۱	۰/۲۴	۲۸	۱۹/۴۴	-۲/۰۶	(-۱)-(۰)	۰/۰۷	۸	-۱
۰/۲۵	۲۹	۲۳/۳۷	+۱/۵۸	(۰)-(۱)	۰/۶۴	۷۴	۰	۰/۴۷	۵۵	۲۳/۵۶	+۲/۰۶	(۰)-(۱)	۰/۶۴	۷۴	۰
۰/۱	۱۲	۲۴/۹۵	+۳/۱۵	(۱)-(۲)	۰/۱۷	۱۹	۱	۰/۱۱	۱۳	۲۵/۶۳	+۴/۱۳	(۱)-(۲)	۰/۱۸	۲۱	۱
۰/۰۵	۶	۲۶/۵۲	+۴/۷۳	(۲)-(۳)	۰/۰۹	۱۰	۲	۰/۰۳	۳	۲۷/۶۹	+۶/۱۹	(۲)-(۳)	۰/۱	۱۲	۲
۱	۱۱۵	$\bar{x} = 21.4$	$\sigma = 1.58$		۰/۰۳	۴	۳	۱	۱۱۶	$\bar{x} = 21.5$	$\sigma = 2.06$		۰	۰	۳
جمع	۱۱۵				۱	۱۱۵	جمع	۱	۱۱۶				۱	۱۱۶	جمع





شکل ۷. رابطه بین دمای فضای داخلی و نرخ لباس (clo) در واحدهای ویلایی و آپارتمانی شهر رشت



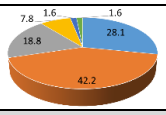
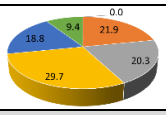
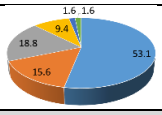
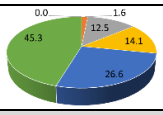
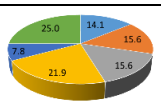
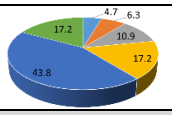
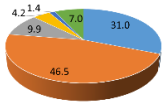
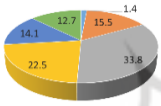
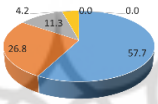
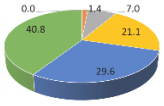
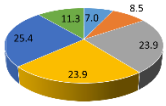
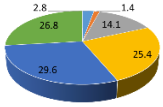
شکل ۸. رابطه بین دمای فضای بیرونی و نرخ لباس (**clo**) در واحدهای ویلایی و آپارتمانی شهر رشت

در شکل ۹ ترجیح حرارتی ساکنان ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی به تفکیک آورده شده است. در این راستا از ساکنان درباره ترجیح حرارتی دمای محیط مسکونی سؤال شد. نتایج نشان داد که در حدود ۷۵/۹ و ۷۴/۸ درصد افراد مورد سؤال در ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی به تغییر دمای محیط علاقه‌مند نبوده و به‌نوعی شرایط خنثی (بدون تغییر) را انتخاب کردند. ۱۱/۲ درصد ساکنان ساختمان‌های ویلایی ترجیح حرارتی "سردتر شود" و ۱۲/۹ درصد افراد ترجیح حرارتی " گرم‌تر شود" را پیشنهاد کردند. این مهم در مساکن ویلایی برابر با ۱۹/۱ درصد "سردتر شود" و ۶/۱ درصد "گرم‌تر شود" به دست آمد. در نتیجه می‌توان گفت، درصد افراد علاقه‌مند به گزینه ترجیح حرارتی "سردتر شود" در واحدهای آپارتمانی بیشتر از ساختمان‌های ویلایی بوده و همین‌طور درصد افراد علاقه‌مند به گزینه ترجیح حرارتی "گرم‌تر شود" در ساختمان‌های ویلایی بیشتر از واحدهای آپارتمانی هستند.

شکل ۹. ترجیح حرارتی ساکنان ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت

در این پژوهش فرض بر آن است که افراد جهت کاهش اثرات عدم آسایش در فضای مسکونی، رفتارهای سازگارانه شخصی و محیطی از خود بروز می‌دهند. این موضوع از این اصل سازگاری مشتق شده است که "اگر تغییری در شرایط حرارتی رخ دهد که باعث عدم آسایش شود، مردم به شیوه‌های مختلف درصدد بازیابی آسایش خود هستند". از این‌رو ساکنان خودشان را با فضای داخلی ساختمان با اتخاذ رفتارهای سازگارانه از قبیل باز کردن پنجره، تغییر لباس، تنظیم پرده‌ها، کنترل گرمایش و سرمایش و سیستم تهویه انطباق می‌دهند. بنابراین افراد در هنگام سازگاری با فضای داخلی، رفتارهای انطباقی مختلفی را انجام می‌دهند که این رفتارها همچنین می‌تواند بر میزان پذیرش محرک تأثیر بگذارد. بنابراین سازگاری رفتاری و روانی ساکنان بر میزان راحتی و رضایت آن‌ها در ارتباط با فضای داخلی ساختمان مهم است. در جدول ۶ اولویت‌های رفتار حرارتی افراد در صورت سردتر شدن فضای داخلی مساکن ویلایی و آپارتمانی در ماه‌های سرد (دی و بهمن) آورده شده است. در این جدول، ۶ گزینه پوشیدن لباس گرم، خوردن نوشیدنی گرم، بستن پنجره‌ها، استفاده از پتو، زیاد کردن درجه سیستم گرمایش و تغییر مکان و رفتن به بخش گرم‌تر خانه برای پرسش‌شوندگان مطرح شده است، که افراد اولویت شخصی خود را به ترتیب از گزینه اول تا ششم مشخص کردند. نتایج این جدول نشان می‌دهد که گزینه "بستن پنجره‌ها" با ۵۳/۱۳٪ به عنوان اولویت اول و گزینه "پوشیدن لباس گرم" و "خوردن نوشیدنی گرم" به ترتیب با ۴۲/۱۹ و ۲۰/۳۱ درصد، اولویت‌های دوم و سوم مساکن ویلایی از نگاه ساکنان بودند. این مهم در مورد واحدهای آپارتمانی به ترتیب اولویت اول، دوم و سوم نیز گزینه "بستن پنجره‌ها"، "پوشیدن لباس گرم" و "خوردن نوشیدنی گرم" در حدود ۵۷/۷۵، ۴۶/۴۸ و ۳۳/۸ درصد به دست آمد. در نتیجه اولویت‌های رفتار سازگارانه در این نوع از ساختمان‌ها شبیه هم است، تنها درصد آن تا حدودی متفاوت است.

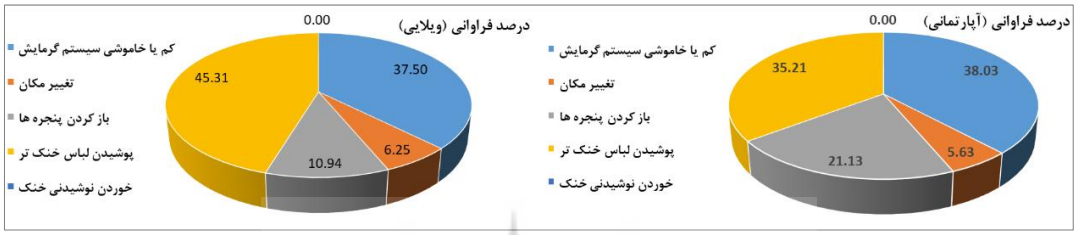
جدول ۶. اولویت رفتار حرارتی ساکنان واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در فصل سرد

نوع واحد	اولویت	پوشیدن لباس گرم	خوردن نوشیدنی گرم	بستن پنجره‌ها	استفاده از پتو	بالا بردن درجه سیستم گرمایش	تغییر مکان و رفتن به بخش گرم‌تر خانه
ویلایی	اول	۲۸/۱۳	۰	***۵۳/۱۳***	۰	۱۴/۰۶	۴/۶۹
	دوم	***۴۲/۱۹***	۲۱/۸۸	۱۵/۶۳	۱/۵۶	۱۵/۶۳	۶/۲۵
	سوم	۱۸/۷۵	***۳۰/۳۱***	۱۸/۷۵	۱۲/۵	۱۵/۶۳	۱۰/۹۴
	چهارم	۷/۸۱	***۲۹/۶۹***	۹/۳۸	۱۴/۰۶	۲۱/۸۸	۱۷/۱۹
	پنجم	۱/۵۶	۱۸/۷۵	۱/۵۶	۲۶/۵۶	۷/۸۱	***۴۳/۷۵***
	ششم	۱/۵۶	۹/۳۸	۱/۵۶	***۴۵/۳۱***	۲۵	۱۷/۱۹
	درصد	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
							
نوع واحد	اولویت	پوشیدن لباس گرم	خوردن نوشیدنی گرم	بستن پنجره‌ها	استفاده از پتو	بالا بردن درجه سیستم گرمایش	تغییر مکان و رفتن به بخش گرم‌تر خانه
آپارتمانی	اول	۳۰/۹۹	۱/۴۱	***۵۷/۷۵***	۰	۷/۰۴	۲/۸۲
	دوم	***۴۶/۴۸***	۱۵/۴۹	۲۶/۷۶	۱/۴۱	۸/۴۵	۱/۴۱
	سوم	۹/۸۶	***۳۳/۸***	۱۱/۲۷	۷/۰۴	۲۳/۹۴	۱۴/۰۸
	چهارم	۴/۲۳	۲۲/۵۴	۴/۲۳	۲۱/۱۳	۲۳/۹۴	***۲۵/۳۵***
	پنجم	۱/۴۱	۱۴/۰۸	۰	***۲۹/۵۸***	۲۵/۳۵	***۲۹/۵۸***
	ششم	۷/۰۴	۱۲/۶۸	۰	***۴۰/۸۵***	۱۱/۲۷	۲۶/۷۶
	درصد	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
							

در همین راستا اولویت‌های چهارم تا ششم ساکنان ساختمان‌های ویلایی نیز گزینه "خوردن نوشیدنی گرم"، "تغییر مکان و رفتن به بخش گرم‌تر خانه" و "استفاده از پتو" به میزان ۲۹/۶۹، ۴۳/۷۵ و ۴۵/۳۱ درصد تعیین شد. همچنین در واحدهای آپارتمانی اولویت‌های چهارم تا ششم به میزان ۲۵/۳۵، ۲۹/۵۸ و ۴۰/۸۵ درصد، گزینه‌های "تغییر مکان و رفتن به بخش گرم‌تر خانه"، "استفاده از پتو و تغییر مکان و رفتن به بخش گرم‌تر خانه" و "استفاده از پتو" توسط پاسخ‌دهندگان انتخاب شدند. مطابق با نتایج به دست آمده مشخص شد که افراد ساکن در ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی از راهکارهای غیرفعال به‌عنوان اولویت‌های اول تا چهارم (از قبیل تغییر لباس، بستن پنجره‌ها و ...) در مقایسه با راهکارهای فعال (بالا بردن دمای وسایل گرمایشی) استفاده می‌کنند. البته رفتارهای غیرفعال سازگارانه دیگری هم برای وصول به آسایش در فضای مسکونی وجود دارد که در این مطالعه بررسی نشده است. باید گفت افرادی که بیشتر نگران صرفه‌جویی انرژی در خانه هستند، از شرایط محیطی داخل خانه در زمستان رضایت بیشتری دارند. همچنین آگاهی و علاقه ساکنان به صرفه‌جویی در مصرف انرژی باعث رضایت بیشتر آنان از محیط مسکونی خود می‌شود. به عبارت دیگر افزایش آگاهی در مورد مصرف بهینه انرژی و صرفه‌جویی آن، نه‌تنها میزان آسایش فضای داخلی و سطح رضایت کلی مسکن را افزایش می‌دهد، بلکه می‌تولند به تلاش‌های ملی برای صرفه‌جویی در انرژی در زمانی که صرفه‌جویی و مدیریت انرژی از اهداف اصلی منافع ملی است، کمک کند.

در شکل ۱۰ اولین اقدام صورت گرفته توسط ساکنان واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی در مواجهه با گرما به نمایش گذاشته شده است. چنانچه مشاهده می‌شود بیشتر افراد از پنج گزینه "کم کردن یا خاموشی سیستم گرمایش"، "تغییر مکان"، "باز کردن پنجره‌ها"، "پوشیدن لباس خنک‌تر" و "خوردن نوشیدنی خنک"، به ترتیب گزینه "پوشیدن لباس خنک‌تر" را در واحدهای مسکونی ویلایی (۴۵/۳۱٪) و گزینه "کم کردن یا خاموشی سیستم گرمایش" را در واحدهای مسکونی آپارتمانی (۳۸/۰۳٪) را انتخاب کردند، بطوریکه در اقدام دوم سهم این دو گزینه برای

واحدهای مسکونی مورد بررسی وارونه می‌شود. همین‌طور گزینه "باز کردن پنجره‌ها" نیز اقدام سوم و "تغییر مکان" به‌عنوان اقدام چهارم در هر دو گونه از واحدهای مسکونی در نظر گرفته شد. در نهایت گزینه "خوردن نوشیدنی خنک" با صفر درصد به‌عنوان یکی راهکارهای غیرفعال جهت گاهش گرما و آسایش توسط ساکنان مردود شناخته شده است. باید گفت سهم زیاد گزینه "پوشیدن لباس خنک‌تر" به‌عنوان یک راهکار غیرفعال در مقابل گزینه "کم یا خاموشی سیستم گرمایش" به‌عنوان راهکار فعال در فصل سرد نشان از انتخاب هوشمندانه ساکنان واحدهای مسکونی بوده و به‌نوعی با کاهش و صرفه‌جویی انرژی همخوانی دارد. در همین راستا سهم تنظیم سیستم گرمایشی به‌عنوان مهم‌ترین گزینه کنترل انرژی در صورت احساس گرما در هر دو گونه از ساختمان‌ها بسیار کم بوده و نیازمند آگاهی بیشتر ساکنان از راهکارهای فعال جهت صرفه‌جویی در انرژی است.



شکل ۱۰. اولین اقدام در فصل سرد سال در صورت احساس گرما در واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی

در نهایت از مدل رگرسیون چندجانبه برای تعیین مقدار تأثیر عوامل محیطی، معماری و فردی و جمعیتی بر رضایت ساکنان از آسایش حرارتی در فضای مسکونی استفاده شد. در این مدل آسایش ساکنان در مقیاس اشری به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای مختلف عوامل محیطی، معماری و فردی و جمعیتی به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. در جدول ۷ نتایج مدل رگرسیونی چندجانبه آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این جدول میزان ضریب همبستگی چندجانبه (R)، ضریب تبیین (R2)، Adj.R2 (ضریب تبیین تنظیم شده)، آزمون دوربین–واتسون، مقدار F، معنی‌داری (Sig.)، مقدار ثابت معادله رگرسیونی (Constant) و همچنین ضرایب آن برای متغیرهای مستقل درگیر در معادله رگرسیونی ($\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$) قرار داده شده است. میزان R برای واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی برابر با ۰/۶۸ و ۰/۶۶ بدست آمد، این در حالی است ضریب تبیین این رابطه برای این دو تیپ از ساختمان‌ها به ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۴۴ محاسبه شد. ضریب تبیین محاسبه شده نشان‌دهنده آن است که ۴۷ و ۴۴ درصد از تغییرات متغیر وابسته (آسایش حرارتی) توسط متغیرهای مستقل مورد بررسی قابل تبیین است. به عبارت دیگر این مقدار نسبت تغییر در نظر گرفته شده مدل رگرسیونی در بالا و پایین میانگین است. اما تفاوت بین R2 و Adj.R2 را باید در نظر داشت زیرا R2 نشان می‌دهد چه تعداد نقاط داده با خط رگرسیون با فرض اینکه هر تک متغیر، تغییر در متغیر وابسته را تبیین می‌کند متناسب است، این در حالی است Adj.R2 می‌گوید که نقاط داده تا چه اندازه متناسب با یک خط رگرسیون هستند که در واقع درصد تغییرات را فقط با متغیرهای مستقلی که بر متغیر وابسته تأثیر می‌گذارد نشان می‌دهد. بنابراین Adj.R2 نسبت به R2 از کارآیی بیشتری برخوردار بوده و از ورود متغیرهای غیر مؤثر در رابطه جلوگیری می‌کند. با این وصف مقدار Adj.R2 نسبت به R2 کوچک‌تر خواهد شد. بدین ترتیب مقدار Adj.R2 رابطه رگرسیونی چندجانبه برای ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی ۰/۳۸ و ۰/۳۵ محاسبه شد. آزمون دوربین–واتسون (جدول ۷) نشان‌دهنده استقلال باقی‌مانده‌ها است، زیرا مقدار این آزمون نزدیک به ۲ باشد استقلال باقی‌ملنده‌ها از آن مستفاد می‌شود. تحلیل واریانس (Anova) بیانگر آن است که مدل رگرسیونی برای تمامی متغیرها مناسب است زیرا با

توجه به بزرگ بودن F و مقدار $Sig = 0.000 < 0.05$ نتیجه می‌گیریم که مدل رگرسیونی مناسب بوده و بیشتر تغییرات متغیر وابسته در مدل رگرسیونی دیده شده است (جدول ۷).

جدول ۷. مدل رگرسیون چندجانبه جهت تعیین متغیرهای موثر بر رضایت ساکن از آسایش در فضای مسکونی ویلایی و آپارتمانی در فصل سرد

عوامل	ضریب ثابت و متغیرها	ساختمان‌های ویلایی: ضرایب استاندارد نشده B	ضرایب استاندارد نشده SE	ضرایب استاندارد شده Beta	t	p-value	Collinearity Statistics Tolerance	Collinearity Statistics VIF	ساختمان‌های آپارتمانی: ضرایب استاندارد نشده B	ضرایب استاندارد نشده SE	ضرایب استاندارد شده Beta	t	p-value	Collinearity Statistics Tolerance	Collinearity Statistics VIF
		R=0.68, R²=0.47, Adjusted R²=0.38, Durbin-Watson=2.113, F=5.419 & Sig.=0.00							R=0.66, R²= 0.44, Adjusted R²=0.35, Durbin-Watson=1.767, F= 5.081 & Sig.=0.00						
محیطی	ثابت معادله (Constant)	-۱/۴۱۴	۲/۰۳۳		-۰/۶۹۵	۰/۴۸۸			-۱/۳۳۱	۲/۶۸۹		-۰/۴۹۱	۰/۶۲۴		
	دمای فضای داخلی	۰/۱۰۵	۰/۰۴۶	***۰/۲۷۲***	۲/۲۹	۰/۰۲۴	۰/۳۸۴	۲/۶۰۴	۰/۰۱۶	۰/۰۷۵	۰/۰۲۷	۰/۲۱۵	۰/۸۳۱	۰/۳۶۸	۲/۷۱۵
	دمای فضای بیرونی	-۰/۰۵۲	۰/۰۲۱	***-۰/۳۲۶***	-۲/۴۹	۰/۰۱۴	۰/۳۱۵	۳/۱۷۱	-۰/۰۵۴	۰/۰۲۶	***-۰/۲۹۴***	-۲/۱۳	۰/۰۳۶	۰/۳	۳/۳۳۴
	رطوبت فضای داخلی	۰/۰۱۹	۰/۰۱۱	***۰/۲۵۹***	۱/۶۵۳	۰/۱۰۲	۰/۲۱۹	۴/۵۷۶	-۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	-۰/۰۹	-۰/۵۸	۰/۵۶۳	۰/۲۳۸	۴/۲۰۴
	رطوبت فضای بیرونی	-۰/۰۲	۰/۰۰۷	***-۰/۲۹۸***	-۲/۸۶	۰/۰۰۵	۰/۴۹۵	۲/۰۲۱	-۰/۰۱۶	۰/۰۱	***-۰/۲***	-۱/۶۰۵	۰/۱۱۲	۰/۳۷	۲/۷۰۴
	سرعت جریان هوا (داخلی)	-۰/۶۲۳	۱/۰۰۸	-۰/۰۵۱	-۰/۶۱۸	۰/۵۳۸	۰/۷۸۶	۱/۲۷۲	-	-	-	-	-	-	-
	سرعت جریان هوا (بیرونی)	۰/۰۴۵	۰/۱۴۵	۰/۰۳۱	۰/۳۱۳	۰/۷۵۵	۰/۵۴۱	۱/۸۴۸	-۰/۰۸۷	۰/۰۸	-۰/۰۹۷	-۱/۰۹	۰/۲۷۸	۰/۷۱۸	۱/۳۹۲
معماری	مساحت ساختمان	۰/۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۱۰۲	۰/۹۱۹	۰/۶۷۴	۱/۴۸۳	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	***-۰/۴۱۲***	-۱/۸۸	۰/۰۶۳	۰/۱۲	۸/۳۴۹
	فاصله کف تا سقف	۰/۰۱۴	۰/۲۴۹	۰/۰۰۶	۰/۰۵۷	۰/۹۵۵	۰/۵۵۱	۱/۸۱۶	۰/۷۶۶	۰/۷۳۴	۰/۰۹۳	۱/۰۴	۰/۲۹۹	۰/۷۱۵	۱/۳۹۸
	تعداد فضاهای داخلی	۰/۰۷	۰/۰۷۶	۰/۰۸۹	۰/۹۳۲	۰/۳۵۳	۰/۵۸۸	۱/۷۰۲	۰/۲۵۸	۰/۱۹۹	***۰/۲۵۸***	۱/۲۹	۰/۱۹۹	۰/۱۴۵	۶/۹۱۴
فردی - جمعیتی	تعداد افراد خانوار	-۰/۱۲۲	۰/۰۸۵	***-۰/۱۷۱***	-۱/۴۳	۰/۱۵۶	۰/۳۷۵	۲/۶۶۶	۰/۱۳۲	۰/۱۲۶	۰/۰۹۱	۱/۰۴	۰/۰۳	۰/۷۵۵	۱/۳۲۴
	سن	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	-۰/۰۶۷	-۰/۷۸۱	۰/۴۳۷	۰/۷۲۶	۱/۳۷۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۶۸	۰/۶۸۸	۰/۴۹۳	۰/۵۹۶	۱/۶۷۹
	قد	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	-۰/۰۳۵	-۰/۳۷۳	۰/۷۱	۰/۶۱	۱/۶۳۸	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	***-۰/۱۳۱***	-۱/۵۴	۰/۱۲۷	۰/۷۹۱	۱/۲۶۴
	وزن	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۳۳	۰/۳۵۱	۰/۷۲۶	۰/۶۱۵	۱/۶۲۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۲۴	۰/۲۹	۰/۷۷	۰/۸۵۹	۱/۱۶۴
	نرخ لباس	۰/۶۳۳	۰/۶۰۴	۰/۰۸۶	۱/۰۴۸	۰/۲۹۷	۰/۸۰۶	۱/۲۴	-۱/۶۹۵	۱/۰۱۹	***-۰/۱۶۸***	-۱/۶۶	۰/۰۹۹	۰/۵۶۳	۱/۷۷۵
	ترجیح حرارتی	-۰/۹۶۹	۰/۱۲۹	***-۰/۶***	-۷/۵۱۱	۰/۰۰	۰/۸۴۳	۱/۱۸۶	-۱/۰۶۹	۰/۱۵۵	***-۰/۵۵۱***	-۶/۸۸	۰/۰۰	۰/۸۹۶	۱/۱۱۶
	میزان فعالیت	۰/۱۴۴	۰/۲۵۱	۰/۰۴۶	۰/۵۷۲	۰/۵۶۹	۰/۸۳۸	۱/۱۹۴	۰/۳۸۷	۰/۲۹۹	***۰/۱۰۳***	۱/۲۹	۰/۱۹۸	۰/۹۱	۱/۰۹۹

اما ضرایب β_1 تا β_{16} مؤثر بر آسایش حرارتی که به‌نوعی وزن هر متغیر در معادله رگرسیون چندگانه محسوب می‌شود نشان می‌دهد که در ساختمان‌های ویلایی دمای فضای داخلی (۰/۲۷۲)، دمای فضای بیرونی (۰/۳۲۶-)، رطوبت فضای داخلی (۰/۲۵۹)، رطوبت فضای بیرونی (۰/۲۹۸-)، تعداد افراد خانوار (۰/۱۷۱-) و ترجیح حرارتی (۰/۶-) برای رضایت حرارتی ساکنان از محیط داخلی بسیار مهم هستند. در همین راستا مقدار وزن β در ساختمان‌های آپارتمانی بیانگر آن است که دمای فضای بیرونی (۰/۲۹۴-)، رطوبت فضای بیرونی (۰/۲-)، مساحت ساختمان (۰/۴۱۲-)، تعداد فضای داخلی (۰/۲۵۸)، قد (۰/۱۳۱-)، نرخ لباس (۰/۱۶۸-)، ترجیح حرارتی (۰/۵۵۱-) و میزان فعالیت (۰/۱۰۳) نیز برای رضایت حرارتی ساکنان واحدهای آپارتمانی حیاتی است. به‌طور خلاصه، در ساختمان‌های ویلایی نقش عوامل محیطی در آسایش حرارتی ساکنان بسیار مهم بوده و عوامل فردی و جمعیتی در مرتبه دوم قرار دارد. ضمناً نقش عوامل معماری در آسایش حرارتی ساکنان این تیپ از مساکن بی‌معنی بوده است. در همین راستا در واحدهای آپارتمانی به ترتیب اولویت عوامل فردی و جمعیتی، عوامل معماری و سپس محیطی در آسایش حرارتی ساکنان مؤثر بودند. در مجموع ساکنان مساکن ویلایی، زمانی که دمای فضای داخلی و رطوبت افزایش می‌یابد از شرایط حرارتی محیط داخلی احساس رضایت بیشتری داشته و با کاهش دما و رطوبت فضای بیرونی و همچنین کاهش تعداد افراد خانوار و ترجیح حرارتی از احساس رضایت آن‌ها کاسته می‌شود. همچنین در واحدهای آپارتمانی مشخص شد که تأثیر دما و رطوبت فضای بیرونی، مساحت ساختمان، نرخ لباس و ترجیح حرارتی بر آسایش حرارتی ساکنان منفی بوده و تأثیر تعداد فضای داخلی و میزان فعالیت بر آسایش حرارتی آن‌ها مثبت است. سایر متغیرها نیز تأثیر معنی‌داری در آسایش حرارتی ساکنان نشان ندادند.

بحث و نتیجه‌گیری

آسایش حرارتی و چگونگی واکنش افراد ساکن در فضاهای مسکونی یکی از موضوعات و مسائل مهم در ارتباط با مصرف بهینه انرژی محسوب می‌شود. در این

پژوهش سعی شده در ابتدا آسایش حرارتی و چگونگی سازگاری ساکنان واحدهای مسکونی ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در فصل سرد (دی و بهمن) مورد بررسی و سپس اولویت‌های رفتاری ساکنان این دو تیپ از ساختمان‌ها جهت نیل به آسایش حرارتی شناسایی شود. همچنین با استفاده از مدل رگرسیون چندجانبه میزان رابطه و تأثیر عوامل محیطی، معماری و فردی - جمعیتی بر آسایش حرارتی افراد در مقیاس اشری تعیین گردید. یافته‌های این تحقیق در راستای پاسخ به سه سؤال مطرح شده در ابتدای پژوهش به شرح زیر ارائه می‌گردد:

پاسخ پرسش اول: ساکنان ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی شهر رشت در هنگام سازگاری با فضای داخلی، رفتارهای انطباقی مختلفی را انجام می‌دهند که به ترتیب اولویت بستن پنجره‌ها (۵۳/۱۳٪)، پوشیدن لباس گرم (۴۲/۱۹٪)، خوردن نوشیدنی گرم (۲۰/۳۱ و ۲۹/۶۹٪)، تغییر مکان و رفتن به بخش گرم‌تر خانه (۴۳/۷۵) و استفاده از پتو (۴۵/۳۱) در مساکن ویلایی و بستن پنجره‌ها (۵۷/۷۵)، پوشیدن لباس گرم (۴۶/۴۸)، خوردن نوشیدنی گرم (۳۳/۸)، استفاده از پتو تغییر مکان و رفتن به بخش گرم‌تر خانه (۲۹/۵۸) و استفاده از پتو (۴۵/۳۱) واحدهای آپارتمانی بوده است. در نتیجه افراد به ندرت سراغ وسایل گرمایشی رفته و از روش‌های سازگارانه جهت وصول آسایش حرارتی بهره می‌برند. انتخاب استراتژی‌های غیرفعال در مقابل استراتژی‌های فعال نشان از انتخاب هوشمندانه ساکنان شهر رشت در راستای صرفه‌جویی انرژی دارد.

پاسخ پرسش دوم: اولین اقدام آگاهانه در مواجهه با گرمای زیاد پوشیدن لباس خنک‌تر توسط ساکنان مساکن ویلایی، خاموشی و یا کاهش درجه وسایل گرمایشی توسط ساکنان واحدهای آپارتمانی انتخاب شد. این اقدام آگاهانه نیز نشان از انتخاب هوشمندانه ساکنان شهر رشت در راستای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در داخل ساختمان‌های مسکونی دارد (اولویت رفتار بهینه در جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی). هدف از طرح و بررسی این سؤال، ارزیابی این نکته است که آیا ساکنان ساختمان‌های مسکونی شهر رشت با توجه به اهمیت و تأکید فراوان بر صرفه‌جویی انرژی، رفتارهای خود را با هدف صرفه‌جویی و بهینه نمودن مصرف انرژی خانوار در نظر می‌گیرند؟ آیا ساکنان شهر رشت قدرتِ داشتن نهایت هماهنگی با چالش‌های موجود در ساختمان را دارند؟ آیا ساکنان ساختمان‌ها به مسئولیت اجتماعی خود در قبال صرفه‌جویی و بهینه نمودن مصرف انرژی واقف هستند؟

پاسخ پرسش سوم: بررسی سازگاری افراد شهر رشت نسبت به دمای آسایش استاندارد (۲۱ تا ۲۵ درجه) نشان داد که سازگاری ساکنان مساکن ویلایی به میزان ۴/۹ − و ۱/۹+ درجه سانتی‌گراد و ساکنان واحدهای آپارتمانی به میزان ۲/۱- و ۰/۸ درجه سانتی‌گراد از حد پایین و بالای دامنه استاندارد آسایش است. دامنه فوق با استفاده از نمره Z برابر ۵/۶۹- و ۲/۶۹ برای ساکنان ویلایی و ۳/۹۳- و ۱/۵۲+ برای واحدهای آپارتمانی است. نتایج نشان داد که دامنه آسایش بین ۱۶/۱ تا ۲۶/۹ درجه سانتی‌گراد برای ساکنان ساختمان‌های ویلایی و بین ۱۸/۹ تا ۲۵/۸ درجه سانتی‌گراد برای ساکنان ساختمان‌های آپارتمانی در تغییر است (مقیاس اشری). دامنه دمای خنثی هم برابر با مقادیر تعیین شده برای دامنه آسایش ساکنان ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی بدست آمد. در همین راستا دامنه آسایش دمایی ساکنان بین ۱۵/۳۱ تا ۲۷/۶۹ درجه سانتی‌گراد در ساختمان‌های ویلایی بین ۱۷/۰۷ تا ۲۶/۵۲ درجه سانتی‌گراد با استفاده از توزیع نرمال (نمره Z) بدست آمد ($\alpha = 0.025,\ Cl = 95\%$). بدلیل عدم تفاوت نه چندان مهم دامنه آسایش در مقیاس اشری و نمره استاندارد ($\bar{x} \pm 3\sigma$)، می‌توان نتایج این دو روش را بجای هم بکار برد. از جمله مهم‌ترین نتایج این پژوهش علاوه بر نتایج بدست آمده جهت پاسخ به سه سؤال مطرح شده نیز به شرح زیر می‌باشد:

در مجموع ۶۳/۸ و ۶۴/۳ درصد افراد ساکن در منازل ویلایی و آپارتمانی احساس حرارتی خنثی دارند. براساس استاندارد اشری محدوده ۱±، شرایط مناسب برای افراد

است، از این‌رو درصد فراوانی ساکنان واقع در محدوده آسایش به ترتیب برابر با ۸۸/۸ و ۸۴/۳ برای ساختمان‌های ویلایی و آپارتمانی بدست آمد. این نشان‌دهنده آن است که درصد زیادی از ساکنان هر دو تیپ از ساختمان‌ها با محیط حرارتی اطراف خود سازگاری خوبی پیدا کردند. در نهایت با استفاده از مدل رگرسیون چندگانه مشخص شد که فاکتورهای محیطی در مساکن ویلایی و فاکتورهای فردی و جمعیتی در واحدهای آپارتمانی بیشترین تأثیر را در آسایش حرارتی ساکنان دارند. همچنین تنها متغیر فاکتور فردی- جمعیتی (تعداد افراد خانوار) در آسایش ساختمان‌های ویلایی مؤثر بوده و نقش سایر متغیرها ازلحاظ آماری معنی‌دار نبوده است. در همین راستا در واحدهای آپارتمانی فاکتورهای معماری و محیطی نیز در آسایش حرارتی این واحدها تأثیر داشته و نقش برخی از متغیرها نیز بی‌اهمیت و بی‌معنی بوده است. درنتیجه می‌توان گفت این تحقیق برای درک رفتار ساکنان در ارتباط با آسایش حرارتی فضای داخلی مساکن ویلایی و آپارتمانی بسیار مهم و بااهمیت است. به عبارتی دریافت اطلاعات از رفتارهای سازگارانه، ویژگی‌های محیطی، معماری و فردی و جمعیتی ساکنان می‌تواند در راستای بهبود میزان آسایش فضای داخلی و کاهش مصرف انرژی و همچنین مدیریت آن مؤثر باشد. بنابراین نتایج این پژوهش می‌تواند مرجع مفیدی برای طراحان، مدیران و مجریان ساختمانی جهت افزایش آسایش و رضایت ساکنان باشد و در طراحی محیط سالم مسکونی برمبنای رویکرد کاربر محور نقش ایفا کند. بنابراین توصیه‌هایی زیر جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی مساکن ویلایی و آپارتمانی شهر رشت پیشنهاد می‌شود:

ارتقاء دانش کاربران برای بهبود قدرت انطباق‌پذیری با محیط داخل ساختمان برای افزایش سطح آسایش از طریق آموزش.

ایجاد فضای حد واسط به منظور سازگاری بهتر افراد با دمای فضای داخلی و جلوگیری از تنش دمایی و کاهش مصرف انرژی و کنترل جابجایی هوای داخل و خارج.

تأثیر جهت ساختمان و جانمایی فضاهای داخلی بر عدم آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی آن که باید در طراحی ساختمان‌ها توسط معماران در این شهر جدی گرفته شود.

استفاده از ابزارهای غیرفعال ازجمله عایق حرارتی برای دیوارها، سقف،کف ساختمان و پنجره‌های دوجداره در راستای کاهش هدر رفت انرژی.

رعایت نسبت پنجره به دیوار در این منطقه از کشور ایران که تأثیر بسزایی در گرمایش و سرمایش ساختمان، تبادلات حرارتی ناخواسته و کاهش مصرف انرژی خواهد داشت.

تشکر و قدردانی: از تمامی شهروندان عزیز شهر رشت که در تکمیل پرسشنامه‌ها و اندازه‌گیری‌های میدانی در شرایط سخت کرونا به پژوهشگران کمک نمودند کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

اعلام عدم تعارض منافع: "نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است".

منابع

1. Lee T K., Cho S H. & Kim J. T., Residents' Adjusting Behaviour to Enhance Indoor Environmental Comfort in Apartments. 2012, 28–40, 21(1), Indoor and Built Environment, DOI: 10.1177/1420326X11420120.

2. Wong L T., Fong K N K. Mui K. W. Wong W W Y. & Lee L. W., A field

survey of the expected desirable thermal environment for older people. 2009, 336–345, 18(4), Indoor Built Environ, https://doi.org/10.1177/1420326X09337044.

3. Chao C Y., Chan G Y. & Ho L., Feasibility study of an indoor air quality measurement protocol on parameters in mechanically ventilated and air-conditioned buildings. 2001, 3–19, 10(1), Indoor Built Environ, https://doi.org/10.1159/000049209.

4. Nasrollahi N., Knight I. & Jones P., Workplace satisfaction and thermal comfort in air conditioned office buildings: findings from a summer survey and field experiments in Iran. 2008, 69–79, 17(1), Indoor Built Environ, DOI: 10.1177/1420326X07086945.

5. Cheng M J., Hwang R L. & Lin T. P., Field experiments on thermal comfort requirements for campus dormitories in Taiwan. 2008, 191–202, 17(3), Indoor Built Environ, DOI: 10.1177/1420326X08090571.

6. Choi Y. J., Comparison study on indoor environmental effects of front balcony in apartment house. 2005, 265–274, 21(10), J Archit Inst Korea, http://journal.auric.kr/jaik/Archive_sc/200510/10.

7. Kim Y K., Park J Y. & Yee J. J., An experimental study on evaluation of drainage flow performance and noise in the united plumbing system. 2010, 297–304, 26(4), J Archit Inst Korea, http://journal.auric.kr/jaik_pd/ArticleDetail/RD_R/240845.

8. Kim J T, & Kim G., Overview and developments in optical daylighting systems for building a healthy environment. 2010, 256–259, 45, Indoor Built Environ,

https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.024.

9. Tavakoli E., Zomorodian Z-S. Tahsildoost M. & Hafezi M., Assessment of Occupant's Behavior on Energy Consumption: Case of Shahid Pakdel Residential Complex in Esfahan. 2019, 7-29, 22(3), Iranian Journal of Energy, http://necjournals.ir/article-1-1533-en.html.

10. EBC IEA., Annex 53- "Total energy use in buildings". 2013, 53, 132, Final Report Annex, DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.07.038.

11. Hong T., Taylor-Lange S C. D'Oca S. Yan D. & Corgnati S. P., Advances in research and applications of energy-related occupant behavior in buildings. 2016, 694-702, 116, Energy and Building, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.052

12. Schweiker M., & Shukuya M., Comparison of theoretical and statistical models of air-conditioning-unit usage behaviour in a residential setting under Japanese climatic conditions. (2009), 2137-2149, 44 (10), Building and Environment, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.03.004.

13. Fabi V., Andersen R V. Corgnati S. & Olesen B. W., Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models. 2012, 188-198, (58), Building and Environment, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.07.009.

14. Hashemi Rafsanjani L., & Heidari S., Evaluating adaptive thermal comfort in residential buildings in hot-arid climates Case study: Kerman province. 2018, 43-65, 6 (7), Journal of architecture in hot

of apartment residents for achieving thermal comfort in warm months in Shiraz. 2019, 1-12, 7(1), Journal of Sustainable Architecture and Urban Design, Doi:10.22061/jsaud.2019.3652.1158.

21. Mortaheb R., & Heidari S., Presenting a model of energy saving using the thermal comfort equation in Isfahan residential complexes. Internationl Conference on Architecture, Urbanism, Civil Engineering, Art, Environment Future; look to the past, March 2016, Tehran, Iran, Institute of Art and Architecture.

22. Zare Mohazabieh A., Shahcheraghi A. & Heydari S., Indoor Environmental Quality with an Emphasis on Thermal Comfort in Traditional Houses, Case studies: Two Qajar Houses in Shiraz. 2016, 85-100, 5(9), Journal of Iranian Architecture Studies, https://jias.kashanu.ac.ir/article_111760.html.

23. Zare Mohazzabieh A., Heydari S. & Shahcheraghi A., Indoor Environmental Quality in Qajar Houses of Shiraz with an emphasis on Thermal Comfort and Daylighting (case study: Nemati House). 2020, 269-29, 7 (10), Journal of architecture in hot and dry climate, doi: 10.29252/ahdc.2020.12108.1261.

24. Ryu J., & Kim J., Effect of Different HVAC Control Strategies on Thermal Comfort and Adaptive Behavior in High-Rise Apartments. (2021), 1-20, 13 (21), Sustainability, https://doi.org/10.3390/su132111767.

25. Hong T., Yan D. D'Oca S. & Chen C., Ten questions concerning occupant behavior in buildings: The big picture. 2016, 518-530, 114, Building and Environment, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.006.

26. Gong X., Meng Q. & and Yu Y., A Field Study on Thermal Comfort in Multi-and dry climate, DOI: 10.29252/ahdc.2018.1422.

15. Sargazi M A., Tahbaz M. Zargar A. H., Adaptive behaviors and summer thermal comfort in the indoor environments of the vernacular architecture of Sistan region, Iran. 2020, 169-196, 8 (12), Journal of architecture in hot and dry climate, Doi:10.29252/ahdc.2021.15847.1489.

16. Majidi F- A., Heidari S. Ghalenoei M. & ghasemi Sichani M., Seasonal Difference of Thermal Comfort in New and Old Neighborhoods (Case Study: Jolfa and Mardavij Districts of Isfahan). 2019, 31-42, 23 (2), Honar-Ha-Ye-Ziba: Memary Va Shahrsazi, Doi: 10.22059/jfaup.2018.255768.672006.

17. Majidi. F- A., Heidari S. Qal'eh Noei M. & Qassemi Sichani M., Evaluation of Thermal Comfort Comparisons in Residential Neighborhoods (Case study: Ali Gholi Agha and Dashtestan neighborhoods in Isfahan). 2019, 47-64, 8 (15), Journal of Iranian Architecture Studies, DOI: 10.22052/1.15.47.

18. Majidi F-A., Heidari S. Ghalehnoee M. & Ghasemi Cichani M., Assessment and Analysis of the Thermal Comfort Conditions in Open Spaces of Residential Neighborhoods Using Thermal Indicators (Case Study: Neighborhoods of Isfahan City). 2020, 113-126, 10 (2), Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU), https://doi.org/10.30475/isau.2020.103467.

19. Abodollahzadeh S M., Heidari S. & Einifar A., The investigation of thermal adaptation in apartments in hot and dry climate: A study on thermal comfort and thermal behavior in apartments in Shiraz. 2021, 33-48, 11(3), Tarbiat Modares University Press, Doi: 20.1001.1.23224991.1400.11.3.2.9.

20. Ayali H., Keshmiri H. & Movahed K., Study of thermal behavior adaptability

Storey Residential Buildings in the Karst Area of Guilin. 2021, 1-15, 13 (22), Sustainability, https://doi.org/10.3390/su132212764.

27. Wu S., & Sun J. Q., Two-stage regression model of thermal comfort in office buildings. 2012, 88-96, 57, Building and Environment, doi:10.1016/j.buildenv.2012.04.

28. Wang Z., Cao B. Lin B. Zhu Y., Investigation of thermal comfort and behavioral adjustments of older people in residential environments in Beijing. 2020, 217, Energy and Buildings, DOI: 10.1016/j.enbuild.2020.110001.

29. Galassi V., & Madlener R., Shall I open the window? Policy implications of thermal-comfort adjustment practices in residential buildings. 2018, 518-527, 119, Energy Policy, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.015.

30. Fabi V., Andersen R V. Corgnati S. & Olesen B. W., Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models. 2012, 188-198, 55, Building and Environment, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.07.009.

31. de Dear R J., & Brager G. S., Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. 1998), UC Berkeley: Center for the Built Environment. Retrieved from https://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6.

32. Wang Z., de Dear R. Luoa M. Lin B. Hea Y. Ghahramani A. & Zhu Y., Individual difference in thermal comfort: A literature review. 2018, 181–193, 138, Building and Environment, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.040.

33. Moujalled B., Cantin R. & Guarracino G., Comparison of thermal comfort algorithms in naturally ventilated office buildings. 2008, 2215-2223, 40 (12), Energy and Buildings, doi:10.1016/j.enbuild.2008.06.014.

34. Keyvanfar A., Shafaghat A. Abd Majid M Z. Lamit H B. Hussin M W. Ali K N B. & Saad A. D., User satisfaction adaptive behaviors for assessing energy efficient building indoor cooling and lighting environment. 2014, 277-295, 39, Renewable and Sustainable Energy Reviews, https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.094.

35. Afshari M., Pourdeyhimi S. Saleh Sedgh poor B., The Environmental Adaptation of Human Lifestyle. 2016, 3-16, 34 (152), Journal of Housing and Rural Environment, URL: http://jhre.ir/article-1-809-fa.html.

36. Wang X., Wang D. Chen Sh. & Wu. J., Simulation of Low Energy Consumption Strategy for Residential Buildings in Hangzhou Based on Clustering Behavior. International Symposium on Mechanics, Structures and Materials Science (MSMS 2018), AIP Conf. Proc. 1995, 020022-1–020022-5, https://doi.org/10.1063/1.5048753.

37. Forcada N., Gangolells M. Casals M. Tejedor B. Macarulla M. & Gaspar K., Field study on adaptive thermal comfort models for nursing homes in the Mediterranean climate. 2021, 252, Energy & Buildings, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111475.

38. Gou Z., Gamage W. Siu-Yu Lau S. & Sing-Yeung Lau S., An Investigation of Thermal Comfort and Adaptive Behaviors in Naturally Ventilated Residential Buildings in Tropical

Climates: A Pilot Study. 2018, 1-17, 8 (5), Buildings, Doi: 10.3390/buildings8010005.

39. Bienvenido-Huertas D., Pulido-Arcas J A. Rubio-Bellido C. & Perez-Fargallo A., Feasibility of adaptive thermal comfort for energy savings in cooling and heating: A study on Europe and the Mediterranean basin. 2021, 36, Urban Climate, https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100807.

40. Shahzad S., Disci ZN. Mody S. BK S. & Calautit J K., Older People, Thermal Comfort Behaviour and Related Energy Use. International Conference on Applied Energy 2020, Dec. 1-Dec. 10, 2020, Bangkok/Virtual Paper ID: 0002.

41. Korsavi S S., & Montazami A., Children's thermal comfort and adaptive behaviours; UK primary schools during non-heating and heating seasons. 2020, 214, Energy & Buildings, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109857.

42. Rajan K C., Rijal H B. Shukuya M. & Yoshida K., Importance of Behavioral Adjustments for Adaptive Thermal Comfort in a Condominium with HEMS System. 2019, 163-170, 15 (3), Journal of the Institute of Engineering, DOI:10.3126/jie.v15i3.32175.

43. Ioannou A., & Itard L., In-situ and real time measurements of thermal comfort and its determinants in thirty residential dwellings in the Netherlands. 2017, 487–505, 139, Energy and Buildings, http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.050.

44. Rupp, R F., Andersen R K. Toftuma J. & Ghisi E., Occupant behaviour in mixed-mode office buildings in a subtropical climate: Beyond typical models of adaptive actions. 2021, 190, Building and Environment, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107541.

45. Keyvanfar A., Shafaghat A. Abd Majida M Z. Lamit H. & Nita Ali K., Correlation Study on User Satisfaction from Adaptive Behavior and Energy Consumption in Office Buildings. 2014, 89–97, 70 (7), Journal Technology (Sciences & Engineering), DOI: https://doi.org/10.11113/jt.v70.3584.

46. Chen Sh., Zhang G. Xia X. Chen Y. Setunge S. & Shi L., The impacts of occupant behavior on building energy consumption: A review. 2021, 45, Sustainable Energy Technologies and Assessments, https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101212.

47. Albatayneh A., Jaradat M. AlKhatib M B. Abdallah R. Juaidi A. & Manzano-Agugliaro F., The Significance of the Adaptive Thermal Comfort Practice over the Structure Retrofits to Sustain Indoor Thermal Comfort. 2021, 14, Energies, https://doi.org/10.3390/en14102946.

48. Heidari SH., Thermal comfort in Iranian Courtyard housing. 2000, PhD thesis, University of Sheffield.

49. Nicol J F., Thermal comfort – A handbook for Field studies toward an adaptive model. 1993, School of Architecture, University of East London, UK.