

Experiential Model for Assessing Physical and Non-Physical Factors of Thermal Comfort in Interface Spaces of Higher Education Buildings in the City of Isfahan

Sanaz Motalaei¹, Meghedy Khodabakhshian^{2*}, Fatemeh Alsadat Majidi³, Mahdiah Abravesh⁴

Received: 2023/08/30

Revised: 2023/10/17

Accepted: 2024/06/29

Published: 2025/10/07

Highlights

- ≠ Thermal comfort in closed interface spaces lacks a dedicated standard, despite their unique characteristics.
- ≠ Factors affecting thermal comfort are prioritized as climatic, physical, and psycho-personal.
- ≠ Air temperature holds the highest weight among physical factors, surpassing air velocity.
- ≠ Design aspects like "building orientation" significantly impact thermal comfort perceptions.

Extended Abstract

Introduction

Thermal comfort in built environments has long been a focal point in architectural and environmental design studies. However, closed interface spaces—areas that connect main indoor environments but serve distinct functions—often lack specific thermal comfort standards. These spaces, prevalent in academic buildings, present opportunities to optimize energy use and improve user experience.

The absence of established guidelines for thermal comfort in such transitional zones highlights a research gap. Unlike primary indoor spaces, interface areas accommodate varying user needs, differing levels of clothing coverage, and shorter residence times. Consequently, using standard indoor temperature settings may lead to inefficiencies in energy use and discomfort among occupants.

The current research addresses this gap by exploring factors influencing thermal comfort in closed interface spaces within hot and dry climates, focusing on academic settings. By prioritizing and analyzing these factors through robust methodologies, the study aims to provide actionable insights for architects and designers, ensuring these spaces serve as functional, multi-purpose environments rather than merely transitional zones.

Theoretical Framework

The theoretical framework for this research is grounded in the integration of thermal comfort theories, environmental psychology, and architectural design principles, tailored to the unique context of closed interface spaces in hot and dry climates. This framework serves as the foundation for understanding and analyzing the complex interactions between climatic, physical, and psycho-personal factors that influence thermal comfort.

¹ PhD Student in Architecture, Department of Architecture, Faculty of Architecture & Urbanism, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

^{2*} Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture & Urbanism, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran. Corresponding Author, [Email: meg.kh@khuif.ac.ir](mailto:meg.kh@khuif.ac.ir)

³ Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture & Urbanism, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

⁴ Assistant Professor, Department of Architecture, School of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.

Methodology

This study employs a descriptive-analytical approach to evaluate and prioritize the factors influencing thermal comfort in closed interface spaces. The research was conducted in three phases:

1. **Literature Review and Data Collection**

Previous studies and library research provided a foundation for understanding thermal comfort determinants.

2. **Delphi Round-Trip Method**

using expert opinions, criteria and sub-criteria were refined through questionnaires and interviews. A hierarchical experiential model was developed based on these findings.

3. **Weighting and Prioritization**

Expert Choice software was utilized to assign weights to criteria and sub-criteria. The model's accuracy was validated by correlating climatic measurements with questionnaire responses.

By integrating qualitative and quantitative methods, this research ensures a comprehensive analysis of thermal comfort factors, emphasizing their relative significance in closed interface spaces.

Results & Discussion

The findings reveal that factors influencing thermal comfort in closed interface spaces can be broadly categorized into three groups: climatic, physical, and psycho-personal. Each category includes sub-criteria with varying levels of impact.

1. Climatic Factors

- ≠ **Air Temperature**: The most influential factor, significantly impacting occupants' thermal perception.
- ≠ **Humidity Levels**: Secondary in importance, contributing to overall comfort but less critical than temperature.
- ≠ **Air Velocity**: Despite its impact, this factor holds the lowest weight within climatic considerations.

2. Physical Factors

- ≠ **Building Orientation**: Orientation to the sun has a profound effect on thermal comfort.
- ≠ **Space Configuration**: Height, shape, and layout of spaces influence air circulation and heat distribution.
- ≠ **Interior Finishes**: Factors like wall color have a subtle but measurable impact on perceived comfort.

3. Psycho-Personal Factors

- ≠ **Clothing Adaptability**: Occupants' ability to adjust clothing for thermal regulation plays a significant role.
- ≠ **Activity Level**: Physical activity alters thermal needs, emphasizing the importance of tailored environmental settings.

Discussion

The research underscores the necessity of a multi-faceted approach to thermal comfort in transitional academic spaces. Focusing solely on one factor, such as air temperature, neglects the complex interplay between climatic, physical, and psycho-personal elements.

Moreover, design features like orientation and space configuration not only improve thermal comfort but also optimize energy efficiency. These findings suggest that closed interface spaces can be transformed into versatile, functional areas rather than mere passageways.

Conclusion

This study sheds light on the intricacies of thermal comfort in closed interface spaces within academic environments, particularly in hot and dry climates. By identifying and prioritizing factors affecting comfort, the research offers a pathway to more efficient and user-centered design.

The results demonstrate the dominance of physical factors, with air temperature emerging as the most critical determinant. Nonetheless, integrating climatic and psycho-personal considerations ensures a holistic approach to comfort.

Practical implications include the potential to repurpose interface spaces for diverse uses, from study zones to communal areas, thereby enhancing their functionality and reducing resource wastage. Future research could explore visual and acoustic comfort parameters, further contributing to the optimization of these unique spaces.

Keywords

Thermal Comfort, Thermal Perception, Intermediate Enclosed Spaces, Hierarchical Model, University Enclosed Intermediate Spaces.



Citation:

Motalaei, S., Khodabakhshian, M., Majidi, F. A., & Abravesh, M. (2025). Experiential Model for Assessing Physical and Non-Physical Factors in Thermal Comfort of Enclosed Intermediate Spaces in Higher Education Buildings (Case Study: Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology). *Journal of Urban Sustainable Development*, 6(20), 35-62.



DOI: <https://doi.org/10.22034/usd.2024.2017425.1169>



DOR: <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.27170128.1404.6.20.3.0>

URL: https://usdjournals.daneshpajoohan.ac.ir/article_728839.html?lang=en



Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by Daneshpajoohan Pishro Higher Education Institute. This article is an open access article licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

مدل تجربی سنجش فاکتورهای فیزیکی و غیر فیزیکی آسایش حرارتی در فضاهای واسط ساختمان‌های آموزش عالی شهر اصفهان^۱

ساناز مطلایی^۲، مقدی خدابخشیان^{۳*}، فاطمه السادات مجیدی^۴، مهدیه آبروش^۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۱۵

چکیده: این پژوهش با یک مدل تجربی مرتبط با مطالعات آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته آموزشی، اهمیت هر یک از معیارهای آن‌ها را از نظر ارجحیت و اهمیت مورد بررسی قرار می‌دهد. روش تحقیق در گام نخست توصیفی-تحلیلی، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای است. لذا، ابتدا به وسیله توزیع پرسشنامه و با استفاده از رتبه‌بندی ابعاد و معیارها، از روش رفت و برگشتی دلفی، اجزای مدل تدقیق شده و یک مدل تجربی سلسله مراتبی که متشکل از سه بخش است، تنظیم شد. سپس از طریق تحلیل سلسله مراتبی، رتبه‌بندی ابعاد و معیارهای موجود در مدل تجربی پرداخته شده و وزن هر کدام از معیارهای این مدل در مقایسه با سایر معیارهای هم‌سطح خود به کمک نرم‌افزار اکسپرت چویس، ارزش‌گذاری شد. نتایج نشان می‌دهد وزن عوامل فیزیکی، به‌طور کلی بیشتر از سایر عوامل و وزن عوامل غیر فیزیکی-روانی و فردی کمتر از سایر عوامل است. در بین عوامل فیزیکی، دمای هوا دارای بیشترین وزن و سرعت جریان هوا دارای کمترین وزن است. وزن عوامل فیزیکی نیز نشان می‌دهد که وزن عامل «جهت کلی ساختمان نسبت به خورشید» در ادراک آسایش حرارتی در فضاهای بسته بیشتر از بقیه و وزن «رنگ دیوارهای داخلی» و «ارتفاع فضاها» کمتر از بقیه و قابل چشم‌پوشی است. وزن عوامل فردی و روانی نشان می‌دهد که وزن همه عوامل آن مانند ویژگی‌های فیزیولوژیکی و سازگاری‌های جسمی و روانی یکسان است و وزن رفتارهای غیر واکنشی سنگین‌تر از بقیه است. همچنین، داده‌های فیزیکی با استفاده از سنجش عوامل اقلیمی به وسیله دیتالاگرها مورد سنجش قرار گرفت و ارتباط این عوامل با احساس آسایش حرارتی افراد با استفاده از پرسشنامه ارزیابی شد. نتایج این اعتبارسنجی، مدل تجربی سلسله مراتبی را تأیید نمود.

واژگان کلیدی: آسایش حرارتی، ادراک حرارتی، فضاهای بسته واسطه، مدل سلسله مراتبی، فضاهای واسطه بسته ساختمان‌های آموزش عالی.

^۱ این مقاله مستخرج از رساله دکتری ساناز مطلایی با عنوان «ارزیابی تأثیر آسایش حرارتی بر رفتار افراد در فضاهای بسته واسطه آموزشی با استفاده از مدل سازگاری (نمونه موردی: دانشگاه صنعتی اصفهان) است که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در دانشکده معماری و شهرسازی انجام شده است.

^۲ دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

^{۳*} استادیار، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران؛ نویسنده مسئول:

meg.kh@khuisf.ac.ir

^۴ استادیار، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

^۵ استادیار، گروه معماری، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۱- مقدمه و بیان مسئله

ایجاد آسایش در فضاها، نقش مستقیمی در میزان استفاده از آن‌ها و رفتار و نوع حضور افراد دارد. هر یک از عوامل محیطی از طریق متغیرهایی مانند سرما، گرما، صوت و نور بر حواس انسان تأثیر می‌گذارند و این پاسخ به محرک‌های محیطی است که تعیین‌کننده میزان آسایش است. هرچند عوامل مؤثر بر آسایش، وزن ندارند، اما اکثر مطالعات بر اهمیت شرایط حرارتی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات بر رضایت از فضا و مهم‌ترین معیار آسایش محیطی تأکید دارند و محاسبه آسایش حرارتی را مقدم بر آسایش صوتی و بصری فرض نموده‌اند (Oral et al., 2004). در معماری، فضاهایی که بین فضای داخل و خارج قرار دارند، نه تنها به دلیل ویژگی‌های فیزیکی، بلکه به دلیل داشتن پتانسیل برای ذخیره انرژی موردتوجه هستند و با توجه به سبک زندگی صنعتی در قرون اخیر، نیاز به فضایی که افراد بتوانند با محیط بیرون و طبیعت، ارتباط برقرار کنند، بیشتر شده است. این فضاها که در متن حاضر به‌عنوان "فضای واسط"، نام‌گذاری شده‌اند، از نظر محل قرارگیری، درواقع پلی بین محیط بیرون و درون ساختمان هستند که می‌توانند آب‌وهوای تعدیل‌شده‌ای داشته باشند و لذا شرایط محیطی متنوعی دارند (Pitts, 2013).

از طرفی دیگر، در ساختمان‌های امروزی، فضاهای واسط و انتقالی، فقط به جهت عبور و مرور استفاده نمی‌شوند بلکه به‌عنوان فضاهایی چندمنظوره تلقی می‌شوند که در ساختمان‌های آموزشی، تجاری، فرهنگی، تفریحی و پایانه‌های مسافربری و غیره، علاوه بر عبور و مرور، به‌عنوان فضای محاوره و گفتگو، فعالیت‌های آموزشی، محل کافی‌شاپ‌ها و رستوران‌ها، محلی برای قرارهای ملاقات کاری و یا صرفاً جهت لذت بردن از طبیعت، می‌باشند. لذا بررسی آسایش حرارتی در این نوع فضاها با کاربری چندمنظوره می‌تواند در افزایش بازدهی کار و فعالیت افراد در فضا، بسیار بااهمیت باشد. در سال‌های اخیر باوجود مطالعات متعدد و اعمال استانداردهای مختلف در حوزه آسایش حرارتی، همچنان سطوحی از نارضایتی توسط

کاربران در فضاهای مختلف گزارش می‌شود؛ ازاین‌رو سنجش تأثیر مؤلفه‌هایی فراتر از معیارهای محیطی (اقلیمی) و فردی می‌تواند به تدقیق پیش‌بینی در مدل‌های آسایش حرارتی بیانجامد (بنا زاده و همکاران، ۱۳۹۹).

فاکتورهای متعددی ازجمله فاکتورهای اقلیمی، فاکتورها و ویژگی‌های کالبدی فضا و فاکتورهای روان‌شناختی و فردی می‌توانند روی ادراک آسایش حرارتی افراد در فضا مؤثر باشند. هرچند در سال‌های اخیر، پژوهشگران متعددی، در مورد تأثیر هرکدام از این فاکتورها به‌طور خاص روی ادراک و آسایش حرارتی پژوهش‌هایی را انجام داده‌اند (بنا زاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ عبداله‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ مجیدی، ۱۳۹۷؛ حیدری و داوطلب، ۱۳۹۸؛ سرگزی و همکاران، ۱۳۹۹)، ولی هنوز مدلی جامع جهت سنجش کلیه عوامل و ارجحیت و اهمیت هرکدام روی آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته ساختمان‌های آموزشی ارائه نشده است. به‌عنوان مثال بخش اعظمی از هزینه‌های طرح مربوط به عوامل کالبدی فضا نظیر مصالح و شیوه ساخت است ولی آیا این عوامل صرفاً جهت بحث زیبایی‌شناسی فضا کاربرد دارد و یا می‌تواند در دوران بهره‌برداری ساختمان نیز آسایش حرارتی افراد را فراهم نماید و از هزینه‌های دوران بهره‌برداری فضا نظیر استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع و سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی بکاهد یا خیر. همچنین این مطالعه می‌تواند فاکتورها و معیارهای دارای اهمیت بیشتر در ادراک آسایش حرارتی را مشخص نماید تا در مطالعات میدانی جهت ابزاری مورد استفاده قرار گیرد و در وقت و هزینه پژوهشگر جهت تأکید بر فاکتورهای دارای اهمیت بالاتر، کمک نماید.

سؤال اصلی این پژوهش عبارت است از این که چگونه می‌توان بین این دو بخش (سازگاری روانی افراد به‌منظور رسیدن به آسایش) و (ویژگی‌های کالبدی فضا)، ارتباط برقرار کرد و آن‌ها را سنجید؟ درواقع ابعاد، معیارها و زیرمعیارهای عوامل این دو بخش از پیش‌فرض پژوهش کدام هستند؟ در مرحله بعد اولویت‌بندی اجزای عوامل مفاهیم یادشده، چگونه باید باشند؟

تابشی و نیز ایجاد گرمای گلخانه‌ای به دلیل تابش آفتاب در این اقلیم، توجیه نخواهد داشت و لذا نتایج حاصل از آسایش حرارتی و رفتار افراد در این فضاها با فضای مورد پژوهش حاضر، متفاوت خواهد بود.

همچنین بسیاری از تحقیقات انجام گرفته در خارج کشور، از طریق شبیه‌سازی نرم‌افزاری صورت گرفته است و در این حالت به دلیل اینکه شرایط روحی و جسمی کاربران در نظر گرفته نمی‌شود، نمی‌تواند گویای آسایش حرارتی در شرایط واقعی باشد. البته در سال‌های اخیر در خارج کشور، پژوهش‌ها بیشتر به سمت مطالعه میدانی و جمع‌آوری اطلاعات شخصی به‌وسیله پرسشنامه نیل پیداکرده‌اند ولی نمونه‌ها و نوع فضاها انتخابی و نیز اقلیم‌های مورد تحقیق، با پژوهش حاضر متفاوت هستند (شکل شماره ۱).



شکل ۱. بررسی اهمیت و ضرورت مطالعه میدانی آسایش حرارتی فضاها واسطه به‌عنوان نوعی از فضای بافر، در ساختمان‌های معاصر

۱-۱- مفاهیم مربوط به آسایش حرارتی و اهمیت بررسی آسایش حرارتی در فضاهای بسته واسطه

تحقیقات انجام گرفته بر روی پایداری محیط‌زیست و نحوه کاهش انتشار گاز کربن، لزوم بررسی موضوع آسایش حرارتی را مشخص می‌نماید و این در حالی است که فضاهای واسطه در ساختمان‌های غیرمسکونی به دلیل چند عملکردی بودن و تقسیم فضاها و نیز ایجاد نقاط مکث در فضا و ارتباط بین فضاهای مختلف، نقشی پررنگ و غیرقابل انکار دارند. به دلیل استفاده بیشتر کاربران از فضاهای واسطه در ساختمان‌های معاصر، مطالعه روی این فضاها در جهان رو به افزایش است. این فضاها در ساختمان‌های معاصر، به دلیل وسعت در

بررسی پیشینه تحقیق در داخل کشور نشان داد که تاکنون تحقیقی راجع به فضاهای بافر و واسطه بسته در ساختمان‌های معاصر غیرمسکونی صورت نگرفته است. بیشتر مطالعات انجام شده در حوزه آسایش حرارتی در ایران مربوط به ساختمان‌های بومی و سنتی مسکونی و در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی نیز در مورد آسایش حرارتی در فضاهای باز و نیمه‌باز شهری صورت گرفته است. لذا جهت بررسی رابطه مصرف انرژی با دمای آسایش در فضاهای واسطه و انتقالی داخلی، خلأ تحقیقاتی وجود دارد.

با توجه به پژوهش‌های انجام شده اخیر در کشورهای پیشرفته، لازم است تا تفاوت پژوهش پیش رو با پژوهش‌هایی که بیشترین شباهت را دارند عنوان گردد. در مرحله اول لازم به ذکر است، با توجه به مرور پژوهش‌های پیشین در این زمینه، آسایش حرارتی در فضاهای انتقالی، استاندارد مشخصی ندارند و برای تعیین آسایش حرارتی در این نوع فضاها می‌بایست به‌ناچار از استانداردهای فضاهای اصلی استفاده نمود که از نظر کارکرد تأسیسات مکانیکی، مدت‌زمان استفاده افراد، نوع فعالیت‌ها و نوع پوشش با فضاهای واسطه و انتقالی متفاوت هستند. در نتیجه جهت رسیدن به استاندارد آسایش حرارتی برای این نوع فضاها و همان‌گونه که در پیشنهادات مطالعاتی آتی اکثر پژوهش‌های پیشین در این زمینه آمده است، نیاز است که پارامترهای اقلیمی و فردی در فضاهای واسطه متعدد و در اقلیم‌های مختلف با کاربری‌های متفاوت از طریق مطالعه میدانی و توزیع و تکمیل پرسشنامه مورد بررسی قرار گیرد.

عمده‌ترین تفاوت پژوهش‌های اخیر با پژوهش حاضر در اقلیم مورد مطالعه و نوع مصالح مورد استفاده در فضای واسطه است. از آنجا که بیشتر تحقیقات انجام گرفته در این زمینه در کشور انگلستان با آب‌وهوای معتدل انجام گرفته است، بیشتر فضاهای واسطه مورد مطالعه، ساختمان‌های مدرن با نمای تمام شیشه‌ای هستند و به دلیل متفاوت بودن اقلیم این پژوهش‌ها با پژوهش حاضر که در اقلیم گرم و خشک به انجام خواهد رسید، مسلماً استفاده از نمای شیشه‌ای به دلیل نداشتن ظرفیت حرارتی قابل توجه و بالا بردن دمای متوسط

ساختمان‌های غیرمسکونی، کاربری چندمنظوره دارند. منتهی قوانین و مقررات و استاندارد ویژه این فضاها جهت تأمین آسایش حرارتی کاربران وجود ندارد (Hou, 2016). از طرف دیگر، کاربران در بدو ورود به ساختمان‌ها، با انواعی از فضاهای نیمه‌باز واسط نظیر رواق‌ها، پیلوتی‌ها و فضاهای بسته واسط نظیر لابی، آتریوم و کریدورها مواجه می‌شوند که این فضاها می‌توانند به‌عنوان نماینده‌ای از دمای کل ساختمان، از نظر ذهنی، آسایش حرارتی افراد را تحت تأثیر قرار بدهد و روی رفتار آن‌ها برای مواجه با فضای اصلی بسیار تأثیرگذار است (Pitts, 2013). درک صحیح فاکتورهای سازگاری حرارتی افراد با محیط می‌تواند برای طراحان اطلاعات ارزشمندی را تأمین نماید، چراکه این اطلاعات می‌تواند در

استفاده از فضاهای واسط بسته در داخل ساختمان از نظر نوع استفاده و مدت‌زمان حضور افراد در این فضاها بسیار مؤثر واقع شوند و به‌جای فضاهای زائد و غیرقابل استفاده، فضایی پویا و سرزنده طراحی نمایند. همچنین این اطلاعات می‌تواند جهت کاهش مصرف انرژی در فضاهای اصلی به مهندسان کمک نماید. مسلماً طراحی ناموفق این فضاها و نادیده گرفتن فرصت‌های سازگاری حرارتی برای افراد در این نوع فضاها باعث شده است که در بسیاری از ساختمان‌های مدرن، صرفاً جهت عبور و مرور از آن‌ها استفاده می‌کنند (Hou, 2016). بدین منظور، در (جدول شماره ۱)، خلاصه‌ای از پژوهش‌های اخیر انجام گرفته در این زمینه در خارج و داخل کشور آمده است.

جدول ۱. خلاصه‌ای از پژوهش‌های انجام‌شده در داخل کشور در مورد آسایش حرارتی در فضاهای واسط و انتقالی به ترتیب سال میلادی/شمسی

تحقیقات اخیر انجام‌گرفته آسایش حرارتی فضاهای واسط در خارج از کشور				
ردیف	عنوان	نویسنده و سال انتشار	روش و وسایل اندازه‌گیری/ کاربری ساختمان	خلاصه نتایج
۱	تجزیه و تحلیل آسایش حرارتی در حین حرکت در یک فضای انتقالی نیمه‌باز	Zhang et al., 2020	اندازه‌گیری میدانی و پرسشنامه	ارائه یک مدل از همبستگی بین نتایج برای آسایش حرارتی در حین راه رفتن
۲	رمزگشایی آسایش حرارتی در فضاهای واسط: سه مجتمع تجاری در ایتالیا	Avantaggiato et al., 2021	اندازه‌گیری میدانی و پرسشنامه	- ارزیابی مدل فانگر و مدل تطبیقی برای فضاهای واسط - افراد در فضاهای واسط مجتمع‌های تجاری تمایل داشتند با طیف وسیع‌تری از شرایط محیطی داخلی سازگار شوند. بیش از ۸۰ درصد از مشتریان دمای عملیاتی تا ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد را همچنان راحت می‌دانستند. این نتایج پتانسیل زیادی را برای صرفه‌جویی در انرژی ایجاد می‌کند و راه را برای راه‌حل‌های غیرفعال مانند تهویه طبیعی هموار می‌کند.
۳	ویژگی‌های محیط حرارتی، کیفیت هوا و آسایش مسافران در فضای ترانسفور زیرزمینی ایستگاه‌های مترو در پکن	Lin et al., 2022	اندازه‌گیری میدانی و پرسشنامه	نتایج نشان داد که محیط حرارتی و کیفیت هوای تجربه‌شده توسط مسافران به‌طور پویا با فرآیند انتقال مسافر تغییر می‌کند. دمای داخلی و رطوبت نسبی (RH) نه تنها تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوای بالای زمین، بلکه همچنین عمق ایستگاه قرار گرفتند، و دمای داخل در زمستان راحت‌تر از تابستان بود.

تحقیقات اخیر انجام گرفته آسایش حرارتی فضاهای واسط در داخل کشور				
ردیف	عنوان	نویسنده و سال انتشار	روش و وسایل اندازه گیری / کاربری ساختمان	خلاصه نتایج
۱	ارائه مدل آسایش حرارتی در فضای باز عمومی محلات مسکونی با تکیه بر نظریه سازگاری	مجیدی، ۱۳۹۷	پرسشنامه - اندازه گیری میدانی - مشاهده	دمای هوا و احساس راحتی، دارای بالاترین میزان همبستگی در فضای باز محلات مسکونی شهر اصفهان می باشند.
۲	بررسی آسایش حرارتی در فضاهای نیمه باز (مورد پژوهی: خانه های بومی شهر رشت)	حسینی لیچایی و همکاران، ۱۴۰۱	اندازه گیری میدانی و پرسشنامه	این فضاها در شهر رشت می توانند در بازه ۱۷/۷۵ تا ۲۹/۲۵ درجه سانتی گراد، یعنی حدود ۲۰ در صد از فصل سرد، آسایش حرارتی را برای افراد فراهم کنند. همچنین مشخص شد که بازه آسایش حرارتی افراد در فصل سرد در این فضاها، بسیار نزدیک به این بازه در فضاهای بسته در این اقلیم است.
۳	ارزیابی آسایش حرارتی فضای باز در فرم های مختلف حیاط در مقیاس همسایگی نمونه موردی: اقلیم سرد و نیمه خشک سبزوار	اخلاقی نژاد و باقری سبزواری، ۱۴۰۲	با استفاده از نرم افزار Envi-met	دهانه های باز شو در فرم های حیاط مرکزی منقطع، حیاط مرکزی محصور و حیاط U شکل به عنوان متغیرهای مورد بررسی قرار می گیرند و آسایش حرارتی فضای باز با شاخص های UTCI و PET مقایسه می شود. نتایج نشان می دهند که حیاط مرکزی محصور، فرم محافظت شده تری در مقابل باد و تابش در این اقلیم سرد و نیمه خشک است.

۲-۱- آسایش حرارتی به کمک مدل سازگاری (تطبیقی)^۱

در سپتامبر سال ۱۹۷۰، هیمفریز^۲، بیان داشت باوجوداینکه در فضاهای مختلف شرایط متفاوت حرارتی حاکم است و سیستم فیزیولوژیکی انسان ها همانند هم کار می کند ولی پاسخ به شرایط محیطی یکسان نیست. به عبارت دیگر اگر در محیط تغییری در جهت عدم آسایش حرارتی اتفاق بیافتد، افراد به کمک راه حل هایی نظیر تغییر لباس، باز و بسته کردن بازشوها، تغییر موقعیت مکانی خود در فضا و مواردی از این قبیل، تلاش می کنند تا به آسایش حرارتی برسند (Humphreys, 1970). لذا نظریه او تحت نظریه سازگاری (تطبیقی) و به اختصار AM خوانده می شود. تعیین آسایش حرارتی در این روش از طریق مطالعات میدانی در هر اقلیم و کاربری و با استنتاج نتایج حاصل از پرسشنامه، قابل

انجام است (Chun, 2004). سازگاری حرارتی می تواند در سه گروه دسته بندی شود: سازگاری فیزیولوژیکی، سازگاری فیزیکی و سازگاری روانی (Lin, 2003; Nikolopoulou & Steemers, 2003). در مطالعه پیش رو این نوع سازگاری از طریق پرسشنامه، مورد سنجش قرار می گیرد.

۲-۱-۱- سازگاری فیزیولوژیکی^۳

بدن انسان برای کنترل حرارت جهت دفع یا جذب از محیط اطراف، به طور غیرارادی یکسری تغییرات فیزیولوژیکی را انجام می دهد. هنگامی که آسایش حرارتی وجود داشته باشد، جریان خون عمدتاً از طریق سیاهرگ های نسبتاً عمیق بدن صورت می گیرد و گرمای کمی از خون به پوست انتقال می یابد. با افزایش دمای هوا و سطوح اطراف، رگ های سطحی، گشاد می شوند و در نتیجه مقدار بیشتری از خون در نزدیکی پوست جریان پیدا کرده، دمای پوست افزایش می یابد

³ Physiological Adaptation

¹ Adaptive Model (AM)

² Humphreys

و بدین ترتیب انتقال گرما از طریق تابش و جابجایی به محیط اطراف افزایش می‌یابد. هنگامی که گشادی رگ‌ها به بیشترین حد خود برسد، دمای پوست نسبتاً در سرتاسر بدن یکنواخت می‌شود و در این حالت هیچ حرارت اضافی از طریق تابش و جابه‌جایی دفع نخواهد شد و تبخیر، تنها شیوه باقیمانده برای دفع حرارت در این حالت است. با این حال، فرایند تعرق با گذشت زمان، کاهش می‌یابد و بعد از آن که بدن چند ساعت در معرض حرارت قرار گیرد، به دلیل از سرعت تعرق کاسته خواهد شد (Moore, 1993,45).

این سازگاری می‌تواند با توجه به نژاد، جنس، سن و فاکتورهایی از این قبیل، متفاوت باشد (Nikolopoulou & Steemers, 2003) که در پژوهش پیشرو از طریق پرسشنامه مورد سنجش قرار می‌گیرد و سپس وزن معیارها در نرم‌افزار اکسپرت چویس^۱ مورد سنجش و مقایسه قرار می‌گیرد.

۱-۲-۲- سازگاری فیزیکی^۲

شامل تمام رفتارهای آگاهانه و غیر آگاهانه ایست که فرد از طریق تطبیق شرایط خود با حرارت محیط (رفتار واکنشی)^۳ یا تغییر محیط برای رسیدن به آسایش حرارتی (رفتار غیر واکنشی)^۴ انجام می‌دهد (Nikolopoulou & Steemers, 2003).

رفتارهای واکنشی افراد مانند تغییر لباس یا تغییر حالت و موقعیت و یا نوشیدن مایعات سرد یا گرم و رفتارهای غیر واکنشی (تعاملی) افراد که منجر به تغییر محیط مطابق نیازهای حرارتی افراد می‌شود مانند باز یا بسته نمودن پنجره‌ها، تغییر در درجه گرمایش یا سرمایش سیستم تهویه مکانیکی، یا باز و بسته نمودن سایبان داخلی یا خارجی. این تغییرات منجر به تغییر گرمای بدن به سمت آسایش حرارتی می‌شود (Nikolopoulou & Steemers, 2003).

۱-۲-۳- سازگاری روانی^۵

در شرایط ثابت، افراد مختلف، احساس حرارتی متفاوتی دارند که تنها بازتابی از شرایط محیطی نیست. درواقع این تغییرات می‌تواند ناشی از تغییر در توقعات افراد و اطلاعات آن‌ها درباره محیط باشد.

یکی از جنبه‌های سازگاری حرارتی، سازگاری روانی است که شامل سطح توانایی کنترل بر محیط، تجربیات پیشین، مدت زمان در معرض، طبیعت اطراف، انتظارات و محرک‌های محیطی است (Nikolopoulou & Steemers, 2003). انتظارات و تجربیات گذشته در سازگاری روانی مؤثر است و از این رو سیستم کنترل حرارتی بدن انسان از صرف یک ترموستات دمایی بسیار فراتر است (De Dear & Brager, 1998).

سازگاری روانی شامل تأثیر متغیرهای شناختی و فرهنگی است و بیانگر شدت تأثیر عادات و انتظارات بر تجربه حرارتی است. تغییر لباس، استفاده از نوشیدنی خنک در روزهای گرم، افزایش لباس پیش از خروج از فضای بسته در زمستان همگی تصمیماتی است که بر اساس خاطرات و تجربیات گذشته شکل می‌گیرد. این تجربیات می‌تواند ناشی از احساس ناخوشایند گرما و سرمای بیش از حد در روزهای گرم و سرد سال باشد (Foo & Mavrogianni, 2018).

با توجه به مطالب گفته شده، به صورت کلی زیر معیارهای سازگاری روانی، در (شکل شماره ۲)، آمده است. در ادامه، زیر فاکتورهای مربوط به سازگاری روانی، به صورت مختصر شرح داده می‌شود.

⁴ Intractive Behavior

⁵ Psychological Adaptation

¹ ExpertChoice

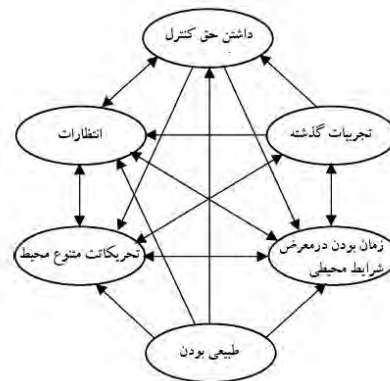
² Physical Adaptation

³ Reactive Behavior

داخل را تجربه کنند. نقش انتظارات در آسایش حرارتی برای اولین بار توسط مکین تایر^۴ (۱۹۸۰)، بدین ترتیب بیان شد: واکنش هر فرد نسبت به دما، به طور عمده به انتظارات، فردیت، و هر آنچه در لحظه در حال انجام آن است وابسته است. انتظارات سبب می شود بیشتر تحت تأثیر آنچه گمان می کنند، قرار گیرند تا شرایط واقعی (Nikolopoulou et al., 2001). همچنین آیولوسیم^۵ (۱۹۸۱)، مدل فیزیولوژیکی-روانی خود را در جهت ادراک حرارتی، ایده انتظارات را توسعه داد تا بتواند ترجیح حرارتی را جایگزین دمای آسایش و یا دمای خنثی نماید؛ انتظار حرارتی در مدل وی وابسته به عوامل اقلیمی-فرهنگی مطرح شده است (Auliciems., 1981). انتظارات پیشین از نظر روانی به پیش بینی فرد منجر می شود؛ به گونه ای که فرد گمان می برد پیش از ورود به فضایی که قبلاً تجربه نموده است باید احساس حرارتی مشابهی داشته باشد؛ از این رو در جهت مقابله و یا تحمل آن شرایط حرارتی، دست به اقداماتی می زند (Foo & Mavrogianni, 2018). چرخه ای پیوسته از انتظارات و تجربیات وجود دارد که بر روی پیش بینی فرد از شرایط ترجیح حرارتی و اعمال واکنش و در نهایت تأمین سازگاری روانی وی اثرگذار است (بنزاده و همکاران، ۱۳۹۹). با در نظر گرفتن این فرضیه که وقتی فرد احساس نارضایتی کند، به گونه ای عمل می کند که شرایط آسایش خود را بازیابی کند، این واکنش ها به عنوان رفتارهای سازگاری توصیف می شوند. کاربران معمولاً به دو شیوه معمول به نارضایتی پاسخ می دهند: یا با شرایط محیطی تطبیق (سازگاری محیطی) می یابند و یا خود (سازگاری فردی) را تطبیق می دهند (Korsavi et al., 2018).

د. تجربیات گذشته^۶

سطوح سازگاری یک محیط مشخص به طور قوی با تجارب قبلی فرد و در نتیجه ارزیابی شخصی او در ارتباط است. تجربه از یک مکان مشخص و در یک زمان مشخص در یک مکان



شکل ۲. خطوط تأثیر بین پارامترهای مختلف سازگاری روانی (Nikolopoulou & Steemers, 2003)

الف. طبیعی بودن^۱

محیطی را توصیف می کند که از هر گونه تصنع عاری است و به موجب آن، به نظر می رسد انسان ها می توانند تغییرات گسترده تری از محیط فیزیکی را در آن تحمل کنند به شرطی که به طور طبیعی تولید شده باشند (Nikolopoulou & Steemers, 2003).

ب. زمان قرار گرفتن در معرض شرایط محیطی^۲

هنگامی که فرد قرارگیری در شرایط ناخوشایند را کوتاه مدت پیش بینی کند، با دید منفی به آن نگاه نمی کند؛ به عنوان مثال خروج از داخل یک ماشین گرم برای ورود به ساختمان در زمستان که نارضایتی قابل توجهی ایجاد نمی کند ولی اگر قرار باشد محیط برای استفاده طولانی مدت باشد، این مسئله قابل توجه است (Nikolopoulou & Steemers, 2003).

ج. انتظارات^۳

انتظارات به معنای شرایطی است که ترجیح داده می شود که محیط شبیه به آن باشد؛ نسبت به آنچه واقعاً هست (Nikolopoulou & Steemers, 2003). به عنوان مثال، افراد قبل از ورود به یک ساختمان مدرن، انتظار دارند که به محض ورود به این ساختمان، سیستم های تأسیساتی مکانیکی فعال باشد. لذا در فصل گرم، انتظار هوای خنک دارند و در فصل سرد، انتظار دارند هوای گرمی را در فضای

⁵ Auliciems

⁶ Experience

¹ Naturalness

² Time of Exposure

³ Expectations

⁴ MacIntyre

از همه پارامترها لازم است (Yılmaz & Dirmiş Araan, 2011).

در سال ۱۳۹۰، امیدوار و همکاران، مطلوبیت شرایط آسایش مدارس شهر یزد را بر اساس شاخص‌های زیست‌اقلیمی، با استفاده از مطالعه توصیفی-تحلیلی، تعیین نمودند. ایشان بیان نمودند که هدف آن‌ها از این مطالعه، استفاده حداکثر از پتانسیل‌های محیطی در جهت صرفه‌جویی انرژی و بالا بردن کیفیت آسایشی در محیط آموزشی و سالم‌سازی محیط زیست است. مطالعات این محققان شامل دو بخش اقلیمی و معماری است. در بخش اقلیمی نتایج نشان می‌دهد که حدود ۵۵ درصد طول سال، هوای شهر یزد از لحاظ دمایی و رطوبتی، خارج از محدوده آسایش قرار دارد. نتایج بخش معماری حاکی از آن است که جهت استقرار و نحوه قرارگیری (کشیدگی شرقی-غربی) با استانداردهای اقلیمی شهر یزد هماهنگی دارد. وجود پنجره‌ها در نمای جنوبی و شمالی مدارس این شهر باعث تهویه طبیعی بهتری در این مدارس شده است. در زمینه سایبان و عمق استاندارد این سایبان‌ها با شرایط اقلیمی، تناسبی با این شهر ندارند (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۰).

زمردیان و همکاران (۲۰۱۶)، آسایش حرارتی در کلاس درس در اقلیم گرم و خشک شهر کاشان را مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش، آسایش حرارتی دانش‌آموزان دختر پایه ابتدایی ۱۰ تا ۱۱ سال در دو کلاس درس در مدرسه‌ای در شهر کاشان ارزیابی شده است. ارزیابی شامل دو بخش کمی و کیفی، شامل استفاده هم‌زمان از پرسشنامه و اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی بوده است. ایشان بیان می‌کنند که آسایش حرارتی در مدارس به دلیل سن، جنسیت، نوع فعالیت، پوشش و زمان استفاده دیکته شده، موضوعی چالش‌برانگیز بوده که نیازمند مطالعات میدانی است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که شرایط حرارتی کلاس‌های درس در تمامی ساعت‌های مورد مطالعه قابل قبول نبوده و با هیچ کدام

بر درک شرایط گرمایی محیط تأثیر می‌گذارد. دمایی که مردم در آن احساس راحتی می‌کنند به آنچه قبلاً تجربه کرده‌اند بستگی دارد و تجربه می‌تواند به دودسته کوتاه‌مدت و بلندمدت تقسیم شود (Nikolopoulou et al., 2001).

۲. داشتن حق کنترل و یا انتخاب شرایط^۱

فراهم نمودن حق انتخاب برای کاربران فضا بر کنترل ادراکی آنان تأثیر خواهد گذاشت و مدت‌زمان حضور در فضا را نیز افزایش خواهد داد (Paciuck, 1990).

۳. تحریکات متنوع محیط^۲

شرایط آسایش بر اساس شرایط خنثی (افراد در آن نه احساس سرما کنند و نه احساس گرما) در نظر گرفته می‌شود، اما این باور در حال افزایش است که شرایط محیطی متغیر نسبت به شرایط ثابت ترجیح دارد و در حقیقت یک محیط با شرایط ثابت، غیر قابل تحمل می‌شود (Nikolopoulou et al., 2001).

۲- پیشینه و مبانی نظری تحقیق

در سطح جهانی، بخش قابل توجهی از انرژی ساختمان، برای دستیابی به انرژی حرارتی و روشنایی ساختمان مصرف می‌شود (اکبری و کلویز، ۱۳۹۷). با توجه به مصرف ۴۰ درصد انرژی جهانی در ساختمان‌ها، درک تعاملات ساکنان با ساختمان‌ها برای تأمین گرمایش و سرمایش جهت صرفه‌جویی در انرژی ضروری است (بنازاده و همکاران، ۱۳۹۹). علاوه بر مصالح ساختمانی، فرم ساختمان و سایر عوامل مرتبط با آن، به شدت بر آسایش حرارتی داخلی و انرژی روشنایی ساختمان‌های با تهویه مطبوع و طبیعی، تأثیر می‌گذارد (اکبری و کلویز، ۱۳۹۷). بر مبنای مفهوم سازگاری نحوه تعامل ساکنین با محیط در سطوح فیزیولوژیکی، روانی و رفتاری می‌تواند در تأمین آسایش حرارتی، مصرف انرژی و نحوه طراحی بسیار مؤثر باشد (Abdollahzadeh et al., 2021)، پارامترها به هم پیوسته بوده و برای دستیابی به آسایش حرارتی بهینه و کارایی انرژی، یک ترکیب مناسب

² Environmental Stimulations

¹ Perceived Control

از استانداردها مطابقت ندارد (Zomorodian et al., 2016).

در سال ۱۳۹۸، پژوهشی در مورد خارخانه های فضاهای مسکونی منطقه سیستان و نقش آن در آسایش حرارتی در این منطقه انجام گرفت. پژوهشگران با استفاده از اندازه گیری میدانی به این نتیجه دست یافتند که به طور میانگین و در کل شبانه روز دمای هوای اتاق بدون خارخانه تنها ۰/۵۸ درجه سانتی گراد از دمای بیرون پایین تر است؛ در صورتی که دمای اتاق دارای خارخانه ۷/۶۹ درجه سانتی گراد از دمای هوای بیرون، خنک تر است (حیدری و داوطلب، ۱۳۹۸).

بنا زاده و همکاران (۱۳۹۹)، طی مطالعات اکتشافی مختلف به این نتیجه رسیدند که یکی از معیارهای اثرگذار در آسایش حرارتی، تفاوت در پیشینه حرارتی است که تفاوت های فردی در ادراک حرارتی را رقم می زند. بر این اساس طی پژوهشی، تأثیر سابقه ذهنی کوتاه مدت و بلندمدت کاربران در ادراک آسایش حرارتی را موردسنجش قرار دادند. از این رو، باهدف شناسایی تأثیر سابقه ذهنی افراد بر ادراک آسایش حرارتی و نهایتاً واکنش رفتاری مناسب در جهت سازگاری، مطالعه ای میدانی (در قالب پرسشنامه و مشاهده) در ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز، در دی ماه ۱۳۹۷ به مدت چهار روز کاری، را انجام داده است. نتایج مطالعه هم زمان مؤلفه های فردی، محیطی و فیزیولوژیکی بر پاسخ های حرارتی افراد بر روی ۱۰۸ شرکت کننده نشان می دهد، سابقه ذهنی کوتاه مدت و بلندمدت افراد می تواند در پاسخ های حرارتی فرد، به طور خاص، بر ترجیح حرارتی اثرگذار باشد (بنازاده و همکاران، ۱۳۹۹).

نقش رفتارهای فیزیکی در رسیدن به آسایش حرارتی در منطقه سیستان نیز توسط سرگزی و همکاران (۱۳۹۹)، با استفاده از روش اندازه گیری پارامترهای اقلیمی و ثبت پرسشنامه، موردبررسی قرار گرفت. مهم ترین رفتارهای تطبیقی جهت رسیدن به آسایش حرارتی در روزهای گرم این

منطقه، باز کردن کُلک، باز کردن دُرچه و آبدهی به خارخانه بود (سرگزی و همکاران، ۱۳۹۹).

در سال ۱۴۰۰، عبدالله زاده و همکاران، سازگاری حرارتی افراد در آپارتمان های شهر شیراز، ایران را که در اقلیم گرم و خشک هستند، مورد مطالعه قرار دادند. ایشان با استفاده از روش تحقیق کمی و استفاده از نظر سنجی های آسایش حرارتی، اولویت رفتاری و عوامل نارضایتی حرارتی را مورد استفاده قرار دادند. سپس با تحلیل همبستگی بین متغیرها و توصیف تحلیلی و استنباطی به بررسی سازگاری حرارتی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان می دهد که محدوده آسایش حرارتی ساکنان در دمای بالاتری، نسبت به استانداردها است و ۴۵٪ نارضایتی ساکنان از شرایط حرارتی به علت عدم طراحی مناسب اقلیمی است (عبدالله زاده و همکاران، ۱۴۰۰).

در تمامی این پژوهش ها، تعدادی از پارامترها مورد بررسی قرار گرفته است. منتهی اینکه هر کدام از این پارامترها به چه میزان در ادراک آسایش حرارتی مؤثر هستند، تعیین نشده است. ییلدیز و دراموس آرسان^۱ (۲۰۱۱)، تعدادی پارامترهای ساختمانی که بر بارهای انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان های آپارتمانی در آب و هوای گرم و مرطوب تأثیر می گذارند را شناسایی نمودند. در این مطالعه، یک تحلیل حساسیت^۲ برای تعیین مهم ترین پارامترها برای ساختمان ها در آب و هوای گرم مرطوب با در نظر گرفتن طراحی یک ساختمان آپارتمان موجود در ازبیر، ترکیه انجام شد. این پژوهشگران، روش مونت کارلو را برای تجزیه و تحلیل حساسیت و عدم قطعیت با روش نمونه برداری لاتین هایپر مکعب^۳ (LHC) انتخاب نمودند. نتایج نشان می دهد که حساسیت پارامترها در ساختمان های آپارتمانی بر اساس هدف بارهای انرژی و مکان های موجود در ساختمان، مانند طبقات همکف، میانی و بالا متفاوت است. علاوه بر این، مساحت کل پنجره، ضریب انتقال حرارت (U) و ضریب افزایش حرارت خورشیدی (SHGC) شیشه بر اساس

² Sensitivity Analysis

³ Latin Hypercube

¹ ddddz& uu rmuş Arsan

جهت‌گیری بیشترین تأثیر را بر عملکرد انرژی ساختمان‌های آپارتمانی در آب‌وهوای گرم و مرطوب دارند (Yildız & Drr mss sss ss, 2011).

در سال ۲۰۱۸، مطالعه‌ای میدانی در اقلیم گرم و مرطوب برزیل در ساختمان با تهویه طبیعی باهدف سنجش تأثیر پیشینه حرارتی بر ترجیح حرارتی افراد انجام شده است. داده‌های گردآوری شده به دودسته تقسیم شد: افرادی که پیش از آزمون فضای با تهویه مکانیکی را تجربه کرده‌اند و آن‌هایی که چنین فضایی را تجربه ننموده‌اند. اغلب کاربرانی که تهویه مکانیکی را تجربه ننموده بودند، شرایط بدون تغییر را ترجیح دادند و گروه دیگر شرایط خنک‌تری را خواستار شدند (Rupp et al., 2018).

در سال ۲۰۱۹، نورانی و همکاران^۱، جهت‌گیری ساختمان و نسبت بازشو به دیوار^۲ که دو پارامتر تأثیرگذار در آسایش حرارتی می‌باشند را در ساختمان‌های با کاربری مسکونی در اقلیم نیمه‌خشک، مورد مطالعه قرار دادند. ایشان در پژوهش خود از شبیه‌سازی با نرم‌افزار دیزاین بیلدر^۳ کمک گرفتند و به این نتیجه رسیدند که مقدار بهینه نسبت بازشو به دیوار، در تمامی جبهه‌های ساختمان مقدار ۴۰ درصد است. همچنین نتایج نشان داد که مقدار ۳۰ سانتی‌متر پیش‌آمدگی سایبان به همراه نسبت بازشو به دیوار ۴۰ درصد، می‌تواند مقدار مصرف انرژی را تا ۲۶ درصد کاهش دهد. همچنین از نظر جهت بهینه قرارگیری ساختمان دریافتند، ساختمان‌هایی که به صورت طولی در امتداد یک محور ۲۵ درجه شمال شرقی قرار گرفته‌اند، در مقایسه با ساختمان‌هایی که به صورت طولی در امتداد شرق به غرب چیده شده‌اند، سه درصد مصرف انرژی کمتری دارند (Noorani et al., 2019).

همچنین فاوا و همکاران^۴ در سال ۲۰۱۹، تأثیر پارامترهای انسانی ذهنی در محاسبه آسایش حرارتی و مصرف انرژی ساختمان‌ها را مورد تحلیل و بررسی قرار دادند. مطالعه ایشان بیشتر معطوف به شاخص متابولیک فرد^۵ و نرخ

لباس^۶ است. این پژوهشگران برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش مونت کارلو^۷ استفاده نمودند. نتایج نشان می‌دهند مقادیری که استاندارد ISO-7730 معرفی نموده است، برحسب انتخاب توسط افراد و طراح، می‌تواند تأثیر قابل توجهی در شرایط آسایش حرارتی داشته باشد (Robledo-Fava et al., 2019).

۱-۲- مفاهیم مربوط به ویژگی‌های کالبدی فضا مؤثر بر آسایش حرارتی

معماران اطلاعات نسبتاً محدودی در مورد تأثیر پارامترهای ساختمان بر عملکرد انرژی در مراحل اولیه طراحی ساختمان دارند (Morbiter et al., 2001). لذا، اتخاذ تصمیمات طراحی معماری در مراحل اولیه، از جمله ادغام مقادیر بهینه پارامترهای ساختمان نسبت به شرایط اقلیمی و نوع ساختمان، یک وظیفه مهم در طول فرآیند طراحی ساختمان است. زیرا، گروه طراحی دارای گزینه‌های مختلفی برای انتخاب پارامترهای ساختمان است. از طرف دیگر، شرایط اقلیمی علاوه بر اینکه بر میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها تأثیر می‌گذارند، معیارهای مستقلی هستند که کنترل آن برای افراد غیرممکن است (Lam et al., 2010).

تصمیماتی که شرایط اقلیمی سایت را در فرآیند طراحی ساختمان‌ها نادیده می‌گیرند، می‌توانند منجر به افزایش انرژی مورد نیاز شوند. باین حال، ممکن است با رعایت اصول ساده انتقال حرارت و انتخاب مقادیر مناسب برای حساس‌ترین پارامترهای ساختمان، مقدار قابل توجهی انرژی برای گرمایش و سرمایش صرفه‌جویی شود. بنابراین، شناسایی تأثیر پارامترهای ساختمان بر عملکرد انرژی ساختمان می‌تواند از فرآیند تصمیم‌گیری در طول مراحل طراحی معماری پشتیبانی کند. در غیر این صورت، گروه طراحی باید بر عملکرد اجزای

^۴ Robledo-Fava et al., 2019

^۵ metabolic index (met)

^۶ insulation by clothing (clo)

^۷ The Monte Carlo Method

^۱ Noorani et al., 2019

^۲ Window to Wall Ratio (WWR)

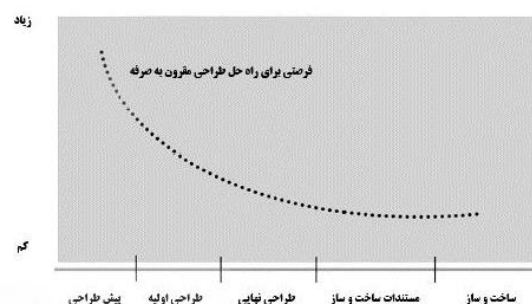
^۳ DesignBuilder Software

ضخامت عایق بر روی دیوار و سقف خارجی، روشنایی، گرمای آزادشده توسط ساکنان و دمای تنظیم شده^۴ برای سرمایش انجام دادند. نتایج نشان داد که ضخامت عایق دیوار و سقف خارجی و همچنین روشنایی الکتریکی تأثیر قابل توجهی بر بارهای سرمایشی ندارند ولی دمای تنظیم شده برای خنک سازی تأثیر قابل توجهی بر بارهای خنک کننده دارد (Badescu et al. 2010). مکری و همکارانش^۵، متغیرهای طراحی را که بیشترین تأثیر را بر تغییر مصرف انرژی ساختمان و در نتیجه آسایش حرارتی ساکنان دارند، شناسایی کرد. علاوه بر این، سهم هر پارامتر طراحی در عملکرد انرژی ساختمان در یک ساختمان اداری معمولی مورد بررسی قرار گرفت دارند (Mechri et al., 2010). واضح است که مطالعات قبلی معمولاً بر ساختمان‌های اداری متمرکز بود. بنابراین، نیاز به تحقیقاتی وجود دارد که بر پارامترهای مؤثر بر عملکرد انرژی ساختمان‌ها و در پی آن آسایش حرارتی افراد در سایر کاربری‌ها نظیر فضاهای با کاربری آموزشی دانشگاهی متمرکز باشد.

۲-۱-۱- شناسایی عوامل کالبدی مؤثر بر ادراک آسایش حرارتی کاربران از منظر نظریه پردازان و پژوهشگران پیشین

تا هنگامی که فضا از نظر حرارتی راحت نباشد، بعید است مورد استفاده قرار گیرد و اگر هم مورد استفاده واقع شود، به جای استفاده طولانی مدت، صرفاً برای عبور و مرور استفاده می شود. آسایش حرارتی، احساس رضایت و راحتی حاصل از هماهنگی جنبه‌های فیزیولوژیکی، روان شناختی و کالبدی انسان و محیط اطرافش است که طیف وسیعی از شرایط آسایش حرارتی، صوتی، بصری، بویایی و کیفیت هوا تا زیبایی را شامل می شود. ایجاد آسایش در فضاهای عمومی نقش مستقیمی در میزان استفاده از آن‌ها و رفتار و نوع حضور افراد دارد. هر یک از این عوامل محیطی از طریق متغیرهایی مانند سرما، گرما، صوت و نور بر حواس انسان تأثیر می گذارند و این پاسخ به محرک‌های محیطی است که

فعال، به عنوان مثال، سیستم‌های گرمایش، سرمایش، تهویه و روشنایی که معمولاً در مرحله طراحی دیر هنگام انتخاب می شوند، تکیه کند. نکته اساسی دیگر این است که اثرات این پارامترها باید در مراحل اولیه طراحی معماری شناخته شود، زیرا تلاش‌های بعدی برای بهبود عملکرد انرژی باعث از دست دادن فرصت برای راه حل مقرون به صرفه تر می شود (شکل شماره ۳).



شکل ۳. تأثیر ورودی‌ها بر عملکرد ساختمان (ASHREA, 2006, P.57)

دانستن اینکه کدام پارامترها مهم‌ترین هستند برای افزایش کارایی در فرآیند طراحی ساختمان‌هایی که نیازمند عملکرد انرژی بالایی هستند و همچنین برای حمایت از سیاست‌گذاران در توسعه قوانین و محدودیت‌های طراحی محلی با مصرف انرژی بر اساس شرایط آب و هوایی ضروری است (Yıldız & Drr mss sss ss, 2011).

مطالعات مختلفی وجود دارد که به تعریف پارامترهای حساس ساختمان برای عملکرد انرژی می پردازد. به عنوان مثال توسط دویت^۱، مشخص شد که برخی پارامترها تأثیر مهمی بر آسایش حرارتی در ساختمان‌های اداری با تهویه طبیعی دارند (De Wit, 2001). هایزبرگ و همکارانش^۲ بر اجرای یک مدل برای طراحی ساختمان‌های پایدار متمرکز شدند و پارامترهای مهمی را یافت که برای کاهش مصرف انرژی اولیه ساختمان‌های انتخابی و آسایش حرارتی کاربران مهم هستند (Heiselberg et al., 2009). بادسکو و همکارانش^۳ بر روی اولین ساختمان اداری پسیو (غیر فعال) رومانیایی مطالعه کردند و تجزیه و تحلیل حساس محلی را برای یافتن تأثیر

^۴ Set point temperature

^۵ Mechri

^۱ De Wit

^۲ Heiselberg et al.

^۳ Badescu et al.

تعیین‌کننده میزان آسایش است (ضابطیان و خیرالدین، ۱۳۹۹).

در اولین قدم، جهت‌گیری ساختمان و نیز جهت فضای مورد مطالعه نسبت به خورشید بر عملکرد حرارتی کلی ساختمان و طراحی گرمایش و سرمایش برای رسیدن به آسایش حرارتی ساکنین تأثیر دارد. جهت‌گیری صحیح یک گزینه کم‌هزینه برای بهبود آسایش حرارتی سرنشینان و کاهش انرژی سرمایش و گرمایش است. جهت‌گیری ساختمانی مناسب باعث می‌شود که خورشید زمستانی مطلوب وارد ساختمان شود و در تابستان بارو به جریان باد تابستانی تهویه شود (Albatayneh, 2018).

اجزای پوسته ساختمان، مانند سایبان‌ها، رنگ مصالح نما، جنس و رنگ دیوارهای خارجی، سقف‌های خارجی، شیشه‌های خارجی و موقعیت قرارگیری آن‌ها به جهت بهره‌مندی از تهویه عرضی یا ورود نور خورشید به داخل فضا، درصد بازشوها به جهت تهویه، عایق‌ها و دستگاه‌های خنک‌کننده در ساختمان‌ها با بهره‌وری انرژی و به دنبال آن با آسایش حرارتی کاربران مرتبط هستند (Al-Saadi & Budaiwi, 2007; Chen et al., 2015; Ge et al., 2018; Lomas, 2007; Onyenokporo & Ochedi, 2012; Sabouri, 2019). مصرف انرژی و متناسب با آن آسایش حرارتی افراد در فضا، تحت تأثیر تناسب فضا (طول، عرض و ارتفاع) و همچنین نسبت بازشوهای نور گذر به جداره‌های کدر (WWR)^۱ ساختمان‌ها قرار می‌گیرد (Ghiai et al., 2014; Hemsath & Bandhosseini, 2015; Parasonis & Keizikas, 2010; Zhang et al., 2017).

جهت‌گیری ساختمان، شکل و قرار گرفتن در معرض تابش خورشیدی می‌تواند بر مصرف انرژی و در نتیجه کارایی افراد در ساختمان‌ها تأثیر بگذارد (Mirraimi et al., 2016). به عقیده بسیاری از پژوهشگران، جهت‌گیری ساختمان در ایجاد یا عدم ایجاد تهویه طبیعی تأثیر زیادی دارد (Al-Tamimi, 2011; Chen et al., 2015; Gupta & Tiwari, 2016; Du et al., 2020). نور روز و حرکت هوا در یک ساختمان تحت تأثیر شکل ساختمان است که متعاقباً تحت تأثیر جهت‌گیری آن قرار می‌گیرد (Chen et al., 2015; Lomas, 2007). به طور مشابه، پاراسونیز و کیزیکاز^۲ (۲۰۱۰)، مشاهده کردند که حتی اگر ویژگی‌های فیزیکی ساختمان یکسان باقی بماند تغییرات در شکل یک ساختمان باعث تغییر در اتلاف انرژی می‌شود که متعاقباً روی ادراک حرارتی کاربران مؤثر است (Parasonis & Keizikas, 2010).

عوامل کالبدی مؤثر بر مصرف انرژی و آسایش حرارتی کاربران که توسط پژوهشگران پیشین مورد بررسی قرار گرفته‌اند، در (جدول شماره ۲)، به صورت جمع‌بندی آمده است. باین وجود، تأثیر اهمیت و وزن هر کدام از این پارامترها و تأثیر آن‌ها بر مصرف انرژی و متعاقباً آسایش حرارتی کاربران، در ساختمان‌های دانشگاهی به طور صریح بررسی نشده است. بنابراین، تمرکز این مطالعه بر روی تأثیر اهمیت هر یک از این پارامترهای فیزیکی پوسته ساختمان بر آسایش حرارتی کاربران در ساختمان‌های دانشگاهی، به ویژه در منطقه اقلیم گرم و خشک ایران است.

جدول ۲. جمع‌بندی عوامل کالبدی مؤثر بر ادراک آسایش حرارتی کاربران از منظر نظریه پردازان و پژوهشگران پیشین

نام عامل	موارد کلیدی مطرح شده مؤثر بر مصرف انرژی و آسایش حرارتی
جهت‌گیری نسبت به خورشید	جهت‌گیری کلی ساختمان (Albatayneh, 2018) جهت‌گیری فضای مورد مطالعه (Chen et al., 2015) جهت بازشوها و جداره‌های نور گذر (Ourghi et al., 2007)

^۲ Parasonis & Keizikas, 2010

^۱ Window to Wall Ratio (WWR)

نام عامل	موارد کلیدی مطرح شده مؤثر بر مصرف انرژی و آسایش حرارتی
اجزای پوسته ساختمان	جنس و رنگ مصالح جداره‌ها در پوسته ساختمان و نحوه عایق‌بندی (اقلیمی و همکاران، ۱۴۰۰) نسبت پنجره‌های نور گذر به جداره‌های کدر (WWR) (فلاح، ۱۳۹۸) نوع و جنس سایبان‌های خارجی و داخلی (حسین آبادی و همکاران، ۱۳۹۱) موقعیت قرارگیری و ارتفاع پنجره‌ها از کف (O.K.B) (حاتمی، ۱۳۹۲) بهره‌مندی از تهویه عرضی (ddd& uu rmuş Arsnn, 2011) طول، عرض و ارتفاع فضا (ddd& uu rmuş Arsnn, 2011) فرم فضا (ضرغامی، ۱۳۹۴)
تناسبات فضا	

۳- روش تحقیق

برای رسیدن به اهداف پژوهش در گام نخست با روش توصیفی کلیه مبانی، نظریات و نمونه تجارب در زمینه بررسی شرایط آسایش حرارتی فضاهای بسته واسط با کاربری آموزشی و همچنین سطوح مختلف فاکتورهای فیزیکی و کالبدی ساختمان بررسی شده است. بدین منظور، فضاهای واسط بسته در دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با تهویه طبیعی به عنوان مطالعه موردی، انتخاب شدند. این فضاهای واسط شامل؛ لابی آسانسور و لابی ورودی، ساباط طبقه دوم و طبقه سوم و نیز فضاهای بزرگ بین کردورها می‌باشند.

علت انتخاب این دانشکده، در مرحله اول به دلیل نوع تهویه فضاهای واسط بود، که همان گونه که قبلاً ذکر شد به وسیله تهویه طبیعی و تهویه عرضی بین بازوها صورت می‌گیرد. همین‌طور، فضاهای واسط در این دانشکده، می‌توانند به عنوان فضاهای جمعی و چندمنظوره در بیشتر اوقات سال مورد استفاده قرار گیرند ولی در حال حاضر صرفاً به عنوان رفت و آمد و ارتباط بین فضاهای اصلی مورد استفاده است (شکل شماره ۶). همچنین، شیوه ساخت این دانشکده، از شیوه و مصالح ساخت در اکثر فضاهای آموزشی در اقلیم گرم و خشک ایران تبعیت می‌کند. لذا، نتایج این پژوهش می‌تواند قابلیت تعمیم به فضاهای با کاربری مشابه را داشته باشد. جزئیات ساخت و ساز در این دانشکده در (جدول شماره ۳)، آمده است. در مرحله بعد، جهت اعتبارسنجی داده‌های

فاکتورهای فیزیکی، پرسشنامه‌ای بین ۱۶۰ نفر از افراد در فضا در تابستان ۱۴۰۰ الی بهار ۱۴۰۱ توزیع گردید و نتایج حاصل از شرایط آسایش حرارتی افراد ثبت شد. همچنین، در مرحله ثبت پرسشنامه‌ها، دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا به وسیله دیتالاگرهای قابل حمل و در ارتفاع متوسط فرد ایستاده (۱۷۰ سانتی‌متر)، ثبت گردید. این پرسشنامه در ضمیمه، آمده است. نتایج به دست آمده از این پرسشنامه، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-V26، مورد ارزیابی قرار گرفت.

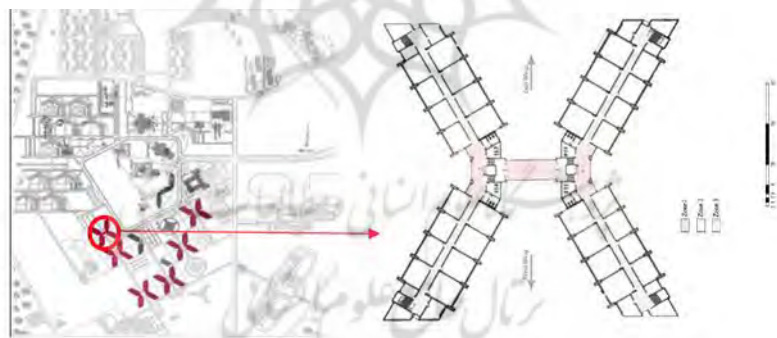
هر طبقه دارای سه منطقه حرارتی است. زون ۱، هسته طبقات شامل راه‌پله و راهرو اصلی، به عنوان یک زون کنترل نشده مدل‌سازی شد و طراحی پارامتریک این قسمت مورد ارزیابی قرار گرفت. این منطقه به عنوان یک زون اشغالی کم تراکم در مدل‌سازی لحاظ شده است. این فضای واسط بسته، در دوره مورد مطالعه به عنوان فضای نشستن و گپ و گفتگو دانشجویان و فضایی جهت ارتباط بین دو قسمت اصلی دانشکده است. زون ۲، طبقه اصلی است که شامل کلاس‌ها، آزمایشگاه‌ها و دفاتر آموزش است. زون ۳، قسمت اشغال نشده‌ای است که فقط می‌تواند برای سیرکولاسیون استفاده شود (شکل شماره ۴ و شکل شماره ۵). این دانشکده، دارای سیستم مکانیکی مرکزی^۱ برای گرمایش و سرمایش است اما فضاهای بسته واسط اصلی (ساباط‌ها)، با تهویه طبیعی^۲ کار می‌کنند.

² Natural Ventilation

¹ Central HVAC System

جدول ۳. جزئیات ساخت و ساز دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، بر اساس مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۹ (۱۴۰۲)

جزئیات	نام لایه	ضخامت (mm)	شاخص $R(m^2k/w)$
جزئیات دیوار	سنگ جداره داخلی	۲۰	۰/۰۵
	پلاستر سیمان	۲۰	۰/۰۲
	دیوار آجری	۲۲۰	۰/۲۸
	پلاستر سیمان	۲۰	۰/۰۲
	آجر نما	۳۰	۰/۰۳
کل U-Value (W/m^2K)			۲/۵
جزئیات سقف (متصل به فضای کنترل نشده)	موزاییک	۲۰	۰/۰۱۲
	ملات سیمانی	۲۰	۰/۰۲
	سقف تیرچه بلوک سفالی	۲۰۰	۰/۲۶
	پلاستر سیمانی	۳۰	۰/۰۳
	لایه هوا	-	۰/۲۲
کل U-Value (W/m^2K)			۱/۸۴
جزئیات بام	آسفالت	۳۰	۰/۰۴۳
	عایق رطوبتی	۱۰	۰/۰۴۳
	ملات سیمانی	۲۰	۰/۰۱۷
	پوکه	۵۰	۰/۲
	سقف تیرچه بلوک	۲۰۰	۰/۲۶
	پلاستر	۲۰	۰/۰۵۷
	لایه هوا	-	۰/۱۴۰
	کل U-Value (W/m^2K)		۱/۳۲



شکل ۴. پلان دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان (اداره مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۴۰۱)

خبرگان امر تدقیق و به کمک نرم افزار اکسپرت چویس^۲ اولویت بندی شد. این مدل در دو بخش کلی فاکتورهای فیزیکی و فاکتورهای غیر فیزیکی، دسته بندی گردیده است. در این ساختار فاکتورهای فیزیکی، عواملی هستند که با ابزارهای موجود قابل درک و سنجش می باشند و فاکتورهای غیر فیزیکی، فاکتورهایی هستند که جزو داده های کیفی دسته بندی می شوند. بر این اساس، این مدل تلفیقی در سه زیر

در مرحله بعد، با استفاده از فرآیند مفهوم سازی به استخراج ابعاد و معیارها و زیرمعیارهای موضوع، با استفاده از توزیع پرسشنامه (ضمیمه) بین متخصصان امر و استفاده کنندگان از فضا پرداخته شد و داده های به دست آمده، در قالب یک مدل گردآوری شد. زمان متوسط پاسخ گویی به این پرسشنامه حدود ۲۰ دقیقه است. سپس، از طریق روش دلفی^۱ (به صورت رفت و برگشتی) عوامل یاد شده با اعمال نظر

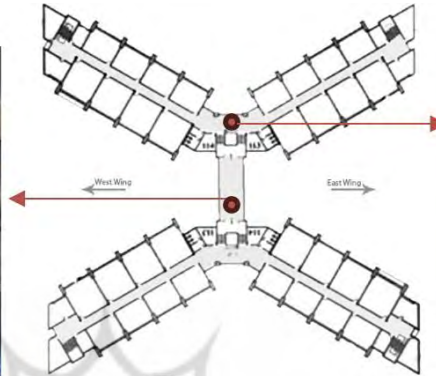
^۲ ExpertChoice

^۱ Delphi Method



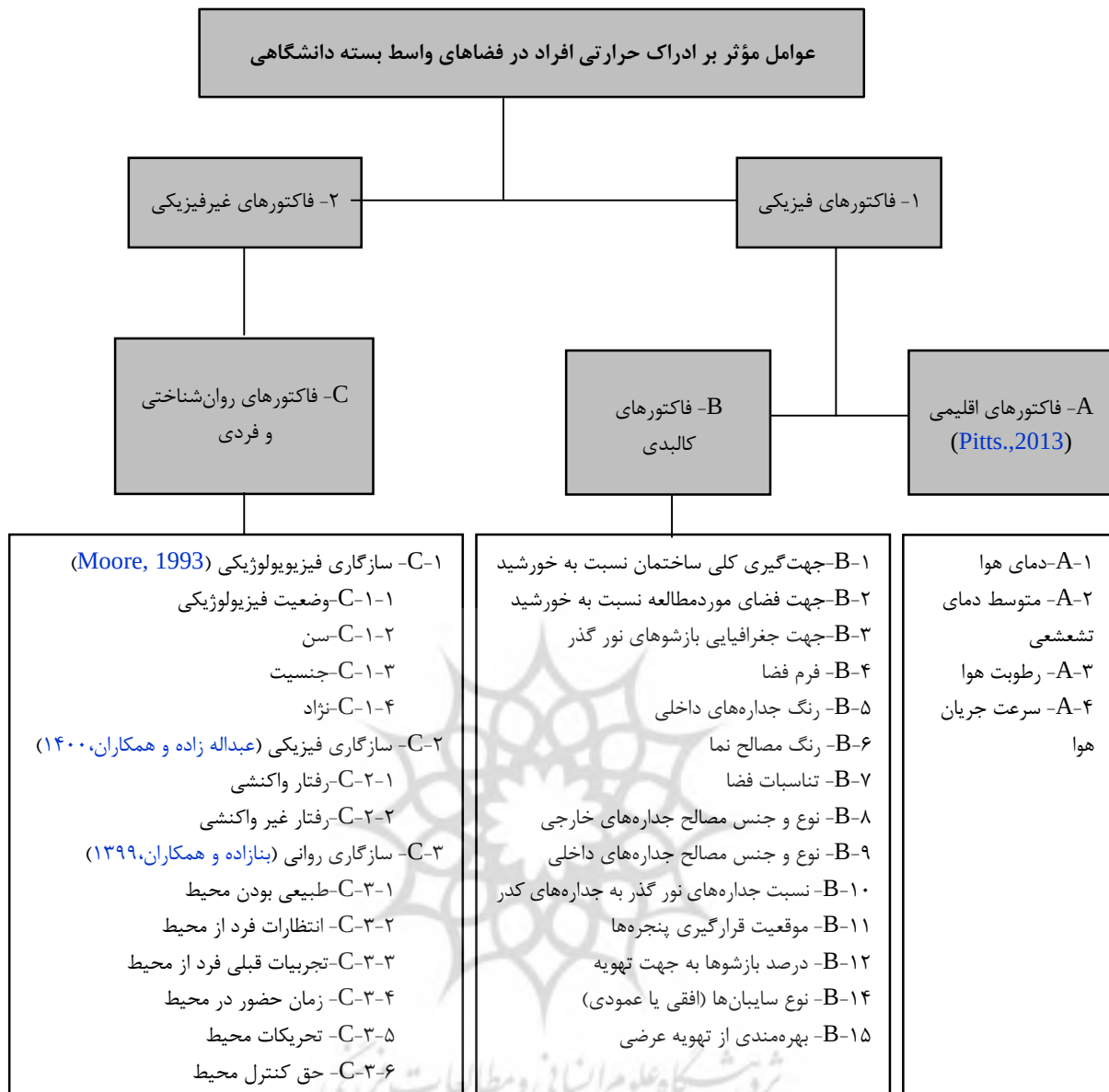
بخش A: عوامل اقلیمی، B: فاکتورهای کالبدی فضا و C: فاکتورهای روان‌شناختی و فردی، به همراه معیارهای مؤثر در هر یک از فاکتورها تقسیم‌بندی شده است (شکل شماره ۷).

شکل ۵. حجم دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان



شکل ۶. فضاهای واسطه بسته دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۷. مدل تجربی عوامل مؤثر بر ادراک حرارتی افراد در فضاهای واسط دانشگاهی

جدول ۴. وزن ابعاد مؤثر در ادراک آسایش حرارتی فضاهای واسط بسته با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس

وزن	بعد
۰٫۵۴	A- فاکتورهای اقلیمی
۰٫۲۹۷	B- فاکتورهای کالبدی
۰٫۱۶۳	C- فاکتورهای روانی و فردی

۴-۱- وزن عوامل مربوط به سنجش فاکتورهای اقلیمی

بر اساس مدل تجربی، زیرمعیارهای مؤثر بر ادراک آسایش حرارتی در بعد اقلیمی عبارت‌اند از: دمای هوا، متوسط دمای

۴- بحث و یافته‌ها: وزن دهی ابعاد، معیارها و زیر معیارهای مدل با استفاده از روش دلفی

ابتدا وزن فاکتورهای اقلیمی، کالبدی و روان‌شناختی / فردی، بر اساس نتایج به‌دست آمده از پرسشنامه خبرگان و وزن دهی در نرم‌افزار اکسپرت چویس^۱ در (جدول شماره ۴)، آمده است. بر این اساس این محاسبات، وزن فاکتورهای اقلیمی، کالبدی و روان-فردی به ترتیب برابر ۰٫۵۴، ۰٫۲۹۷ و ۰٫۱۶۳ به دست آمد.

^۱ Expert Choice

متغیرهای مستقل میزان جریان هوا و رطوبت در فضاهای داخلی است. همچنین این اطلاعات نشان می‌دهند که رابطه بین دمای هوای داخلی و سرعت جریان باد در فضاهای داخلی با احساس حرارتی افراد، مطابق با داده‌های موجود، مثبت است ولی بین احساس حرارتی افراد در فضاهای واسطه بسته مورد مطالعه با رطوبت داخلی، رابطه عکس وجود دارد. همچنین، متغیرهای پیش‌بین در این آزمون می‌توانند ۱۸ درصد واریانس متغیر ملاک را به‌طور کلی پیش‌بینی کنند. سطح معناداری این مدل، مطابق با آزمون آنووا، قابل قبول است.

همان‌گونه که در (جدول شماره ۶)، قابل مشاهده است، اعداد VIF (عامل افزایش واریانس)، کوچک‌تر از ۱۰ و اعداد Tolerance، بزرگ‌تر از ۰/۱ هستند که نشان می‌دهد از مفروضات مربوط به چند هم‌خطی، پیروی شده است.

همچنین ضرایب بتا نشان می‌دهند که از بین متغیرهای مستقل بررسی‌شده، دمای هوای داخلی، در احساس حرارتی افراد، نقش مؤثرتری دارند و دارای معناداری بالایی نیز است. همبستگی جزئی نیز نشان می‌دهد که متغیرهای دمای هوای داخلی، رطوبت داخلی و سرعت جریان باد به ترتیب ۱۶/۶، ۱۳، ۰/۸۲ درصد از واریانس متغیر ملاک را تبیین کرده‌اند.

جدول ۶. داده‌های آماری حاصل برای رگرسیون چندگانه هم‌زمان بین متغیرهای مستقل دمای هوا، رطوبت و میزان جریان هوا در فضای داخلی با متغیر وابسته احساس حرارتی

متغیر	ضریب همبستگی پیرسون	ضریب تعیین	سطح معنی‌داری ANOVA	VIF	Tolerance	ضریب بتا	همبستگی جزئی
دمای هوا داخلی	۰/۴۱۳	۰/۱۸	<۰/۰۰۱	۱/۰۸۴	۰/۹۲۳	۰/۴۲۴	۰/۴۰۷
رطوبت داخلی	-۰/۰۸۲			۱/۰۸۴	۰/۹۲۲	۰/۰۳۸	۰/۰۳۶
جریان هوای داخلی	۰/۰۹۲			۱/۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۰۹۱	۰/۰۹۱

حرارتی بعد از فاکتورهای اقلیمی قرار دارند و این موضوع اهمیت بررسی زیرمعیارهای مؤثر این بخش را مشخص می‌کند. بر اساس نظرات کارشناسان و خبرگان و نیز با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، معیارهای مؤثر بعد عوامل کالبدی بر

تشعشعی، رطوبت هوا و سرعت باد. (جدول شماره ۵)، وزن بعد عوامل اقلیمی و معیارهای آن در ادراک آسایش حرارتی فضاهای واسطه بسته که از طریق روش دلفی در نرم‌افزار اکسپرت چویس به‌دست آمده را نشان می‌دهد.

جدول ۵. وزن بعد عوامل اقلیمی و معیارهای آن در ادراک آسایش حرارتی فضاهای واسطه بسته با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس

بعد	وزن	معیار	وزن
A- بعد فاکتورهای اقلیمی	۰/۵۴۰	۱-A- دمای هوا	۰/۴۸۳
		۲-A- متوسط دمای تشعشعی	۰/۳۴۴
		۳-A- رطوبت هوا	۰/۱۱۰
		۴-A- سرعت جریان هوا	۰/۰۶۳

همچنین، اعتبارسنجی این داده‌های کمی، با استفاده از تحلیل پرسشنامه‌ها بین ۱۶۰ نفر از افراد حاضر در فضا بین فصول مورد بررسی، انجام شد. برای این منظور، ابتدا نمودارهای بهنجاری و پراکندگی داده‌ها بررسی شد و مشخص گردید که داده‌ها تقریباً بهنجار هستند و نمودار پراکندگی داده‌های حاصل از پرسشنامه نیز نشان می‌دهد که از مفروضات چند هم خطی پیروی شده است.

تحلیل داده‌های به‌دست آمده نشان می‌دهد، از بین متغیرهای مستقل مورد بررسی در این آزمون، همبستگی بین متغیر دمای هوای داخل با احساس حرارتی افراد، بیشتر از

۴-۲- وزن عوامل مربوط به سنجش عوامل کالبدی

بر اساس نتایج حاصل از پرسشنامه توزیع شده بین خبرگان امر، عوامل کالبدی فضا در رتبه دوم اهمیت در ادراک آسایش

ادراک آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته عبارت‌اند از: جهت‌گیری کلی ساختمان نسبت به خورشید، جهت فضای مورد مطالعه نسبت به خورشید، جهت جغرافیایی بازشوها، نور گذر، فرم فضا، رنگ داخلی جداره‌ها، رنگ مصالح نما، تناسب فضا، نوع و جنس مصالح جداره‌های خارجی، نوع و جنس مصالح جداره‌های داخلی، نسبت جداره‌های نور گذر به جداره‌های کدر، ارتفاع پنجره‌ها از سطح کف، درصد بازشوها به جهت تهویه، ارتفاع فضا، نوع سایبان‌ها (افقی یا عمودی)، بهره‌مندی از تهویه عرضی (جدول شماره ۷)، نشان داده شده است.

جدول ۷. وزن بعد عوامل کالبدی و معیارهای آن در ادراک آسایش حرارتی فضاهای واسط بسته با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس

وزن	معیار	وزن	بعد
۰/۱۸۱	B-۱- جهت‌گیری کلی ساختمان نسبت به خورشید	۰/۲۹۷	B- بعد عوامل کالبدی
۰/۱۴۸	B-۲- جهت فضای مورد مطالعه نسبت به خورشید		
۰/۱۱۷	B-۳- جهت جغرافیایی بازشوها نور گذر		
۰/۰۲۶	B-۴- فرم فضا		
۰/۰۲۰	B-۵- رنگ جداره‌های داخلی		
۰/۰۳۱	B-۶- رنگ مصالح نما		
۰/۰۲۲	B-۷- تناسب فضا		
۰/۰۳۷	B-۸- نوع و جنس مصالح جداره‌های خارجی		
۰/۰۲۵	B-۹- نوع و جنس مصالح جداره‌های داخلی		
۰/۰۸۵	B-۱۰- نسبت جداره‌های نور گذر به جداره‌های کدر ^۱		
۰/۰۶۶	B-۱۱- موقعیت قرارگیری پنجره‌ها		
۰/۰۸۷	B-۱۲- درصد بازشوها به جهت تهویه		
۰/۰۲۰	B-۱۳- ارتفاع فضا		
۰/۰۵۲	B-۱۴- نوع سایبان‌ها (افقی یا عمودی)		
۰/۰۸۴	B-۱۵- بهره‌مندی از تهویه عرضی		

۳-۴- وزن عوامل مربوط به سنجش عوامل روان‌شناختی و فردی معیار سازگاری فیزیولوژیکی فرد، سازگاری فیزیکی و سازگاری روانی و احساسی است. نتایج حاصل از وزن فاکتورهای روان‌شناختی و فردی و معیارهای آن در (جدول شماره ۸)، آمده است.

بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و همان‌گونه که در مدل تجربی مطرح شد، فاکتورهای روان‌شناختی و فردی خود دارای سه

جدول ۸. وزن بعد عوامل روان‌شناختی و فردی و معیارهای آن در ادراک آسایش حرارتی فضاهای واسط بسته با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس

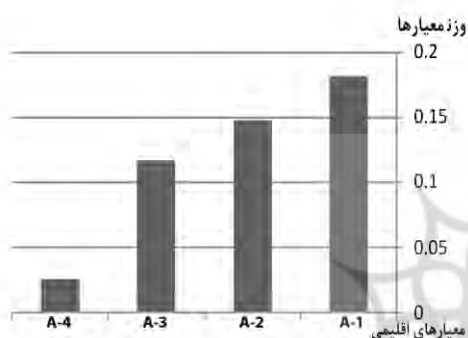
وزن	زیر معیار	وزن	معیار	وزن	بعد
۰/۴۶۷	C-۱-۱- وضعیت فیزیولوژیکی	۰/۳۳۳	C-۱- سازگاری فیزیولوژیکی	۰/۱۶۳	C- بعد عوامل روان‌شناختی و فردی
۰/۲۷۷	C-۱-۲- سن				
۰/۱۶۰	C-۱-۳- جنسیت				
۰/۰۹۵	C-۱-۴- نژاد				

^۱ Window to Wall Ratio (WWR)

وزن	زیر معیار	وزن	معیار	وزن	بعد
۰/۴۶۹	C-۲-۱-رفتار واکنشی	۰/۳۳۳	C-۲- سازگاری فیزیکی		
۰/۵۳۱	C-۲-۲-رفتار غیر واکنشی				
۰/۱۰۳	C-۳-۱-طبیعی بودن محیط	۰/۳۳۳	C-۳- سازگاری روانی		
۰/۱۷۰	C-۳-۲- انتظارات فرد از محیط				
۰/۰۹۳	C-۳-۳-تجربیات قبلی فرد از محیط				
۰/۲۰۵	C-۳-۴- زمان حضور در محیط				
۰/۱۷۳	C-۳-۵- تحریکات محیط				
۰/۲۵۵	C-۳-۶- حق کنترل محیط				

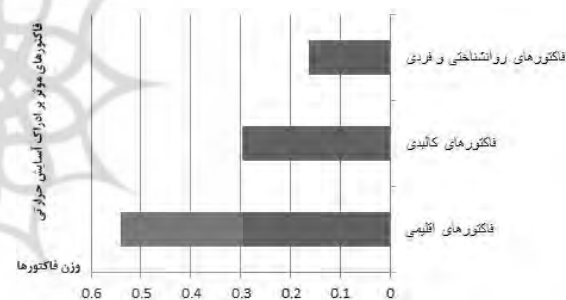
۴-۴- تحلیل داده‌ها

بر اساس نتایج به دست آمده از نرم افزار، سهم تأثیر فاکتورهای اقلیمی در ادراک آسایش حرارتی، بیشتر از فاکتورهای فیزیکی و سهم تأثیر فاکتورهای فیزیکی بیشتر از تأثیر فاکتورهای روان شناختی و فردی است (شکل شماره ۸).



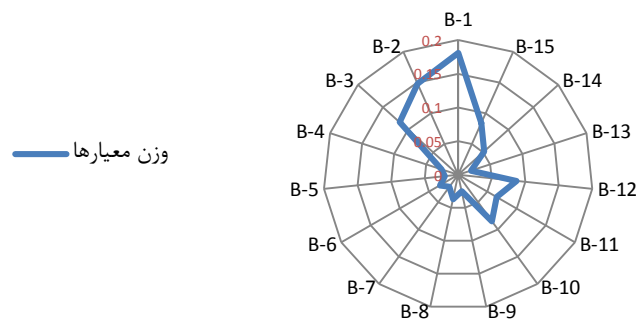
شکل ۹. وزن معیارهای فاکتور اقلیمی در ادراک آسایش حرارتی با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس

همچنین نتایج حاکی از آن است که بعد عوامل کالبدی در رتبه دوم اهمیت و بعد از تأثیر فاکتورهای اقلیمی قرار دارد و از آنجا که قسمت اعظمی از هزینه های طرح و ساخت مربوط به بعد عوامل کالبدی است، استفاده از معیارهای مؤثر این بعد، می تواند تأثیر به سزایی در کاهش هزینه های ساخت و نیز مصرف انرژی در دوران بهره برداری ساختمان باشد. بنا بر نتایج به دست آمده از (جدول شماره ۶)، وزن معیارهای "جهت گیری کلی ساختمان نسبت به خورشید" و "جهت فضای مورد مطالعه نسبت به خورشید" در ادراک آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته از همه بیشتر و وزن معیارهای "رنگ جداره های داخلی" و "ارتفاع فضا" در ادراک آسایش حرارتی فضاهای واسطه بسته از همه کمتر و قابل چشم پوشی است (شکل شماره ۱۰).



شکل ۸. وزن دهی فاکتورهای اقلیمی، کالبدی و روان شناختی در ادراک آسایش حرارتی با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس

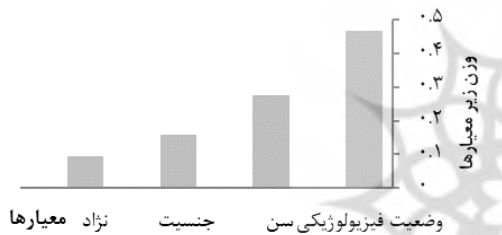
بر اساس (جدول شماره ۵) و نیز، نتایج به دست آمده از معیارهای فاکتور اقلیمی، تأثیر زیر معیار دمای هوا بر ادراک آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته از همه بیشتر و تأثیر زیر معیار سرعت هوا بر ادراک آسایش حرارتی در فضاهای واسطه بسته از همه کمتر است (شکل شماره ۹).



راهنمای نمودار :

B-۱- جهت‌گیری کلی ساختمان نسبت به خورشید	B-۶- رنگ مصالح نما	B-۱۱- موقعیت قرارگیری پنجره‌ها
B-۲- جهت فضای مورد مطالعه نسبت به خورشید	B-۷- تناسبات فضا	B-۱۲- درصد بازشوها به جهت تهویه
B-۳- جهت جغرافیایی بازشوها نور گذر	B-۸- نوع و جنس مصالح جداره‌های خارجی	B-۱۳- ارتفاع فضا
B-۴- فرم فضا	B-۹- نوع و جنس مصالح جداره‌های داخلی	B-۱۴- نوع سایبان‌ها (افقی یا عمودی)
B-۵- رنگ جداره‌های داخلی	B-۱۰- نسبت جداره‌های نور گذر به جداره‌های کدر	B-۱۵- بهره‌مندی از تهویه عرضی

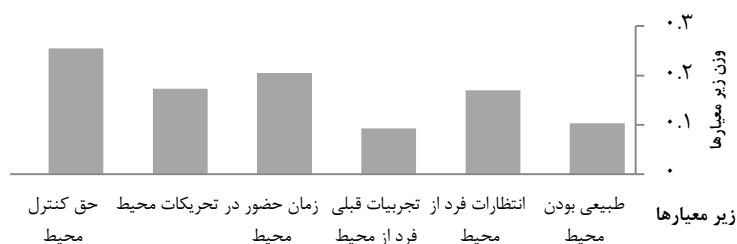
شکل ۱۰. وزن معیارهای فاکتور کالبد در ادراک آسایش حرارتی با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس



شکل ۱۱. وزن زیر معیارهای فاکتور روان‌شناختی و فردی (سازگاری فیزیولوژیکی) در ادراک آسایش حرارتی با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس



شکل ۱۲. وزن زیر معیارهای فاکتور روان‌شناختی و فردی (سازگاری فیزیکی) در ادراک آسایش حرارتی با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس



بر اساس نتایج به دست آمده از پرسشنامه و نرم‌افزار اکسپرت چویس، عوامل روان‌شناختی و فردی در رتبه سوم اهمیت نسبت به دو معیار فاکتورهای اقلیمی و ویژگی‌های کالبدی فضا در ادراک آسایش حرارتی در فضاهای واسط بسته قرار دارند. همچنین وزن همه معیارهای فیزیولوژیکی، فیزیکی و روانی به یک میزان است و همه در درجه اهمیت یکسان قرار دارند. از بین زیر معیارهای معیار سازگاری فیزیولوژیکی، وزن معیار وضعیت فیزیولوژیکی فرد از همه بیشتر و وزن معیار نژاد فرد از همه کمتر است (شکل شماره ۱۱) و از بین زیر معیارهای معیار سازگاری فیزیکی وزن رفتار غیر واکنشی بیشتر از رفتار واکنشی است (شکل شماره ۱۲) و با بررسی نتایج به دست آمده مشخص شد که وزن زیر معیار "حق کنترل محیط" در معیارهای سازگاری روانی از همه بیشتر است و زیر معیارهای دیگر در درجات و اولویت بعدی قرار می‌گیرند (شکل شماره ۱۳).

شکل ۱۳. وزن زیر معیارهای فاکتور روان‌شناختی و فردی (سازگاری روانی) در ادراک آسایش حرارتی با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس

۵- نتیجه‌گیری

فضاهای واسطه‌بسته در ساختمان‌های آموزشی، تنها به‌عنوان فضای عبور و مرور و سازمان‌دهی دهنده فضاهای اصلی استفاده شود که نتیجه آن هدر رفتن فضا، هزینه و مصرف انرژی خواهد بود. این فضاها پتانسیل بالایی برای فضاهای جمعی، کافی‌شاپ‌ها و رستوران‌ها و کاربری‌های مرتبط با فضاهای آموزشی مانند پایگاه تایپ و زیراکس، محل قرارگیری کامپیوترها برای تحقیق دانشجویان، قفسه‌های کتاب‌باز، محل قرارگیری میزهای نور و میزهای نقشه‌کشی در دانشکده‌های مرتبط با طراحی و دیگر فعالیت‌های مرتبط را دارا می‌باشند که بنا به موقعیت قرارگیری آن فضاهای واسطه‌بسته، می‌توان این کاربری‌ها را در نظر گرفت. نتایج این تحقیق می‌تواند معماران و سازندگان بنا را یاری نماید تا به پارامترهایی که نقش بیشتر و اولویت بالاتری بین دیگر عوامل مؤثر در آسایش حرارتی افراد دارند، در مرحله پیش از طراحی فضا، توجه بیشتری مبذول دارند. پژوهش‌های آتی می‌توان، نسبت به آسایش بصری و صوتی در فضا، پژوهش‌های مشابه را انجام داد و از برآیند آن‌ها نسبت به موضوع و طراحی اقدام نمود.

۶- منابع

- ≠ اداره مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان. (۱۴۰۱). دفتر اسناد و نقشه‌ها. دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
- ≠ اخلاقی نژاد، فاطمه، و باقری سبزواری، هادی. (۱۴۰۲). ارزیابی آسایش حرارتی فضای باز در فرم‌های مختلف حیاط در مقیاس همسایگی نمونه موردی: اقلیم سرد و نیمه‌خشک سبزواری. نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۲۸(۱)، ۶۱-۴۵.

دمای استاندارد که در حال حاضر برای کنترل فضاهای واسطه‌بسته استفاده می‌شود، به‌رغم تفاوت‌های اساسی در کاربری، پوشش افراد، زمان ماندگاری افراد و نیازهای کاربران، مانند محیط‌های داخلی اصلی است. در حال حاضر، هیچ استاندارد آسایش حرارتی برای این فضاهای واسطه وجود ندارد و پژوهش‌های اندکی مرتبط با این فضاها در سال‌های اخیر انجام شده است. در این فضاهای واسطه‌بسته، پتانسیل بالایی برای صرفه‌جویی در انرژی و بهبود کیفیت محیط داخلی وجود دارد. در نتیجه، پژوهش حاضر باهدف ارزیابی و اولویت‌بندی تأثیر معیارها و زیرمعیارهای فیزیکی و غیر فیزیکی مؤثر بر آسایش حرارتی در فضاهای واسطه‌بسته در فضاهای دانشگاهی اقلیم گرم و خشک، شکل گرفت. ارزیابی این فاکتورها، ابتدا به‌وسیله گردآوری مطالعات پیشین و تحقیقات کتابخانه‌ای انجام شد و سپس با استفاده از روش رفت و برگشتی دلفی توسط پرسشنامه و مصاحبه تدقیق گشت و توسط مدل تجربی ارائه شد. سپس، نتایج حاصل از پرسشنامه و مصاحبه‌ها، توسط نرم‌افزار اکسپرت چویس، وزن دهی و اولویت‌بندی شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، فاکتورهای مؤثر بر آسایش حرارتی در فضاهای واسطه‌بسته به ترتیب عبارت‌اند از عوامل اقلیمی، عوامل کالبدی و عوامل روانی-فردی. همچنین، هر یک از زیر معیارهای این عوامل اصلی، به‌طور دقیق، اولویت‌بندی و وزن دهی شدند. نتایج این پژوهش می‌تواند در فضاهای آموزش عالی در اقلیم گرم و خشک تعمیم داده شود و برای ساخت‌وسازهای آتی مورد استفاده و توجه قرار گیرد.

از برآیند مباحث پیش و به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که توجه صرف به یکی از عوامل آسایش حرارتی نمی‌تواند در کارایی و بازدهی یک فضای بسته واسطه مؤثر باشد و نمی‌تواند آن را تبدیل به فضایی با کاربرد چندمنظوره نماید. توجه کم به هر یک از عوامل می‌تواند باعث شود، فضایی بزرگ و با پتانسیل بالا برای کاربری چندمنظوره مانند

<https://doi.org/10.22061/jsaud.2022.8201.1935>

≠ حیدری، ابولفضل، و داوطلب، جمشید. (۱۳۹۸). نقش خارخانه در تعدیل دمایی فضای زیست در مسکن روستایی مؤثر در ارتقاء پایداری معماری (مطالعه موردی: مسکن روستایی سیستان). معماری و شهرسازی پایدار، ۷(۲)، ۶۷-۵۵.

<https://doi.org/10.22061/jsaud.2020.5724.1553>

≠ حسین آبادی سعید، لشکری حسن، سلمانی مقدم محمد. (۱۳۹۱). طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی شهر سبزوار با تأکید بر جهت گیری ساختمان و عمق سایبان. نشریه جغرافیا و توسعه، ۲۷(۱۰)، ۱۱۶-۱۰۳.

<https://doi.org/10.22111/gdij.2012.343>

≠ سرگزی، محمدعلی، طاهباز، منصوره، و حاج ابراهیم زرگر، اکبر. (۱۳۹۹). رفتارهای سازگارانه و آسایش حرارتی تابستانه در فضاهای داخلی معماری بومی منطقه سیستان. معماری اقلیم گرم و خشک، ۸(۱۲)، ۱۹۶-۱۶۹.

<https://doi.org/10.29252/ahdc.2021.15847.1489>

≠ عبدالله زاده، سیده مهسا، حیدری، شاهین، و عینی فر، علیرضا. (۱۴۰۰). بررسی سازگاری حرارتی در آپارتمان‌های اقلیم گرم و خشک: مطالعه آسایش رفتار حرارتی در آپارتمان‌های شیراز. نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی، ۱۱(۳)، ۳۳-۴۸.

<https://doi.org/10.23224991.1400.11.3.2.9>

≠ ضابطیان، الهام، و خیرالدین، رضا. (۱۳۹۹). ارزیابی ادراک منظر ثابت رنگی در فضاهای شهری، نمونه موردی: میدان امام حسین (ع) تهران. منظر، ۱۲(۵۰)، ۳۹-۲۸.

<https://sid.ir/paper/965500/fa>

≠ ضرغامی اسماعیل. (۱۳۹۴). بررسی رابطه فرم ساختمان‌های مسکونی با میزان مصرف انرژی آنها در

≠ اقلیمی، مریم و محمدی، علی و ترکاشوند، عباس و فیضی، محسن، ۱۴۰۰، تأثیر رنگ و دمای نور بر آسایش حرارتی در فضاهای داخلی به منظور کاهش مصرف انرژی بر اساس فرضیه رنگ-دما، پنجمین کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و مدیریت شهری.

<https://civilica.com/doc/1249526>

≠ اکبری، حسن و رشید کلویر، حجت اله. (۱۴۰۱). بهینه‌سازی فرم، نسبت ابعادی و جهت‌گیری ساختمان بر اساس تابش خورشید و جهت باد (مطالعه‌ی موردی: شهرهای تبریز، یزد و بندرعباس). (مطالعات جغرافیایی مناطق خشک)، ۳۴(۹)، ۱۳-۱.

https://jargs.hsu.ac.ir/article_161479.html

≠ امیدوار، کمال، عزیزاده شورکی، یحیی و زارعشاهی، عبدالنبی. (۱۳۹۰). تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مدارس شهر یزد بر اساس شاخصهای زیست-اقلیمی. معماری اقلیم گرم و خشک، ۱(۱)، ۱۱۷-۱۰۱.

<https://doi.org/10.26453711.1390.1.1.7.0>

≠ بنازاده، بهاره، حیدری، شاهین، و هادیان فرد، حبیب. (۱۳۹۹). سنجش تأثیر سابقه ذهنی کوتاه‌مدت و بلندمدت کاربران در ادراک آسایش حرارتی (مطالعه موردی: ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز). معماری و شهرسازی پایدار، ۸(۲)، ۱-۲۰.

<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.25886274.1399.8.2.1.8>

≠ حاتمی، مونا. (۱۳۹۲). تحلیل همزمان عملکرد حرارتی و روشنایی پنجره (در ساختمان‌های اداری در اقلیم تهران) (پایان‌نامه کارشناسی ارشد معماری و انرژی). دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ایلام، ایران.

≠ حسنی لیجایی، بهمن، حیدری، شاهین، و مفیدی شمیرانی، سید مجید. (۱۴۰۱). بررسی آسایش حرارتی در فضاهای نیمه‌باز (مورد پژوهی: خانه‌های بومی شهر رشت). معماری و شهرسازی پایدار، ۱۰(۲)، ۱۸۴-۱۶۵.

<https://squa.elsevierpure.com/en/publications/performance-based-envelope-design-for-residential-buildings-in-hot-climates>

≠ Al-Tamimi, N. A. M. (2011). *Impact of Building Envelope Modifications on the Thermal Performance of Glazed High-Rise Residential Buildings in the Tropics*. PhD thesis, School of Housing, Building & Planning, University Science Malaysia, Penang, Malaysia.

≠ ASHRAE. (2006). *ASHRAE green guide: the design, construction, and operation of sustainable buildings*. Burlington: Elsevier Publications.

≠ Auliciems, A. (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology*, 25(2), 109-122.

<https://doi.org/10.1007/BF02184458>

≠ Avantaggiato, M., Belleri, A., Oberegger, U. F., & Pasut, W. (2021). Unlocking thermal comfort in transitional spaces: A field study in three Italian shopping centres. *Building and Environment*, 188, 107428.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107428>

≠ Badescu, V., Laaser, N., Crutescu, R. (2010). Warm season cooling requirements for passive buildings in southeastern Europe (Romania). *Energy*, 35(8), 3284-3300.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.04.013>

≠ Chen, X., Yang, H., & Lu, L. (2015). A comprehensive review on passive design approaches in green building rating tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 1425-1436.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.003>

≠ Chun, Ch., Kwok, A., & Tamura, A. (2004). Thermal comfort in transitional spaces- basic concepts: literature review and trial measurement. *Building and Environment*, 39(10), 1187-1192.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.02.003>

≠ De Dear, R., & Brager, G. (1998). Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. *ASHRAE Transactions*, 104(1), 1-18.

اقلیم گرم و خشک شهر سمنان. نشریه انرژی ایران. ۱۸ (۴).

<http://necjournals.ir/article-۷۹۵-۱-fa.html>

≠ فلاح، حسین. (۱۳۹۸). تعیین نسبت بهینه پنجره به دیوار در جبهه جنوبی ساختمان‌های آموزشی در کرمان. فصلنامه نقش جهان، ۹(۲)، ۱۱۵-۱۰۵.

<http://dori.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.2.3.4>

≠ مجیدی، فاطمه السادات. (۱۳۹۷). ارائه مدل آسایش حرارتی در فضای باز عمومی محلات مسکونی با تکیه بر نظریه سازگاری (نمونه موردی: محلات منتخب جدید و قدیم شهر اصفهان) (رساله دکتری تخصصی معماری). دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

≠ مقررات ملی ساختمان ایران. (۱۳۹۹). صرفه جویی در مصرف انرژی، مبحث ۱۹، دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان، ویرایش چهارم، ۲۴۷-۲۰۹.

<https://inbr.ir/upload/mabhas/1402-08/mabhas19-1402-08.pdf>

≠ Abdollahzadeh, N., Velashjerdi Farahani, A., Soleimani, K., & Zomorodian, Z. (2023). Indoor environmental quality improvement of student dormitories in Tehran, Iran. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 41(1), 258-278.

<https://doi.org/10.1108/IJBPA-09-2021-0128>

≠ Albatayneh, A., Mohaidat, S., Alkhazali, A., Dalalah, Z., & Bdour, M. (2018). The Effect of Building Envelope Design on the Overall Thermal Performance. *Environmental Science & Sustainable Development*, 3(1), 63-69.

<https://doi.org/10.21625/essd.v3iss1.276>

≠ Al-Saadi, S. N., & Budaiwi, I. M. (2007). Performance-based envelope design for residential buildings in hot climates. *Conference proceedings of the 10th Conference of IBPSA held in Beijing, China*. Conducted by International Building Performance Simulation Association. Beijing: IBPSA.

- based on the adaptive thermal comfort. *Building Engineering*, 18, 321-330.
- <https://doi.org/10.1016/j.jobte.2018.03.022>
- ≠ Ghiai, M. M., Mahdavinia, M., Parvane, F. & Jafarikhah, S. (2014). Relation between energy consumption and window to wall ratio in high-rise office buildings in Tehran. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 3(2), 366-375.
- <https://european-science.com/eojnss/article/view/1423>
- ≠ Gupta, N., & Tiwari, G. N. (2016). Review of passive heating/cooling systems of buildings. *Energy Science & Engineering*, 4(5), 305-333.
- <https://doi.org/10.1002/ese3.129>
- ≠ Heiselberg, P., Brohus, H., Hesselholt, A., Rasmussen, H., Seinre, E., & Thomas, S. (2009). Application of sensitivity analysis in design of sustainable buildings. *Renewable Energy*, 34(9), 2030-2036.
- <https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.02.016>
- ≠ Hemsath, T. L., & Bandhosseini, K. A. (2015). Building design with energy performance as primary agent. *Energy Procedia*, 78, 3049-3054.
- <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.722>
- ≠ Hou, G. (2016). *An investigation of thermal comfort and the use of indoor transitional space*. Ph.D. Thesis, Cardiff University, United Kingdom.
- https://librarysearch.cardiff.ac.uk/permalink/44/WHELF_CAR/b7291a/cdi_proquest_journals/2001104607
- ≠ Humphreys, M.A. (1970). A simple theoretical derivation of thermal comfort conditions. *JIHVE*, 38, 95-98.
- https://www.researchgate.net/publication/284309288_A_simple_theoretical_derivation_of_thermal_comfort_conditions
- ≠ Korsavi, S. S., Montazami, A., & Brusey, J. (2018). Developing a Design Framework to Facilitate Adaptive Behaviours. *Energy and Buildings*, 179, 360-373.
- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.09.011>
- <https://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6>
- ≠ de Wit, M. S. (2001). *Uncertainty in predictions of thermal comfort in buildings*. Ph.D. thesis, Delft University of Technology, Netherlands.
- https://www.researchgate.net/publication/27342440_Uncertainty_in_predictions_of_thermal_comfort_in_buildings
- ≠ Du, T., Jansen, S., Turrin, M. & van den Dobbelsteen, A. (2020). Effects of architectural space layouts on energy performance: a review. *Sustainability*, 12(5), 1829.
- <https://doi.org/10.3390/su12051829>
- ≠ Robledo-Fava, R., Hernández-Luna, M. C., Fernández-de-Córdoba, P., Michinel, H., Zaragoza, S., Castillo-Guzman, A., & Selvas-Aguilar, R. (2019). Analysis of the Influence Subjective Human Parameters in the Calculation of Thermal Comfort and Energy Consumption of Buildings. *Energies*, 12(8), 1531.
- <https://doi.org/10.3390/en12081531>
- ≠ Foo, J. S., & Mavrogianni, A. (2018). Seeing is believing, or is it? An assessment of the influence of interior finish characteristics on thermal comfort perception at a university campus in a temperate climate. *10th Windsor Conference- Rethinking Comfort held in Windsor Great Park*. Conducted by Cumberland Lodge. Windsor: Cumberland Lodge.
- http://discovery.ucl.ac.uk/10058376/1/Mavrogianni_W18_PROCEEDINGS_extracted%20.pdf
- ≠ Rupp, R. F., Kim, J., de Dear, R., & Ghisi, E. (2018). Associations of occupant demographics, thermal history, and obesity variables with their thermal comfort in air-conditioned and mixed-mode ventilation office buildings. *Building and Environment*, 135, 1-9.
- <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.049>
- ≠ Ge, J., Wu, J., Chen, S., & Wu, J. (2018). Energy efficiency optimization strategies for university research buildings with hot summer and cold winter climate of China

- ≠ Morbitzer, C., Strachan, P., Webster, J., Spires, B., & Cafferty, D. (2001). Integration of building simulation into the design process of an architecture practice. *Conference proceedings of the 7th international IBPSA conference on building simulation*. Conducted by International Building Performance Simulation Association. Rio de Janeiro, Brazil.
- <https://strathprints.strath.ac.uk/6315/1/strathprints006315.pdf>
- ≠ Nikolopoulou, M., & Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35(1), 95–101.
- [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00084-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00084-1)
- ≠ Nikolopoulou, M., Baker, N., & Steemers, K. (2001). Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces: Understanding the Human Parameters. *Solar Energy*, 70(3), 227–235.
- [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00093-1)
- ≠ Noorani, K., Hedayati Marzbali, M., Maghsoodi Tilaki, M.J. & Abdullah A. (2019). Assessing the impact of building parameters on energy performance in residential settings, *4th International Conference on Rebuilding Place*. Conducted by Universiti Sains Malaysia. Minden: Universiti Sains Malaysia.
- <https://doi.org/10.15405/epms.2019.12.89>
- ≠ Onyenokporo, N. C., & Ochedi, E. T. (2019). Low-cost retrofit packages for residential buildings in hot-humid Lagos, Nigeria. *Building Pathology and Adaptation*, 37(3), 250-272.
- <http://dx.doi.org/10.1108/IJBPA-01-2018-0010>
- ≠ Oral, G. K., Yener, A. K., & Bayazit, N. T. (2004). Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions. *Building and Environment*, 39(3), 281-287.
- [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00141-0](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00141-0)
- ≠ Paciuk, M. (1990). *The role of personal control of the environment in thermal*
- ≠ Lam, J.C., Wan, K. K. W., Lam T. N.T., & Wong, S. L. (2010). An analysis of future building energy use in subtropical Hong Kong. *Energy*, 35(3), 1482-1490.
- <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.12.005>
- ≠ Lin, Ch., Wu, L., Xia, H., Zhen, M., Shen, Ch., Zhu, J., & Li, X. (2022). Characteristics of the thermal environment, air quality, and passenger comfort in the underground transfer space of metro stations in Beijing. *Building Engineering*, 59, 105093.
- <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.105093>
- ≠ Lin, Y. H. (2003). The algorithm of fuzzy linguistic numbers and its comparison of scoring. *J. Natl. Taichung Univ. Educ.*, 17, 279–304.
- <https://www.ntcu.edu.tw/eng/library.htm>
- ≠ Lomas, K. J. (2007). Architectural design of an advanced naturally ventilated building form. *Energy and Buildings*, 39(2), 166-181.
- <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.05.004>
- ≠ Ourghi, R., Al-Anzi, A., & Krarti, M. (2007). A simplified analysis method to predict the impact of shape on annual energy use for office buildings. *Energy Conversion and Management*, 48(1), 300-305.
- <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2006.04.011>
- ≠ Mechri, H., Capozzoli, A., & Corrado, V. (2010). Use of the ANOVA approach for sensitive building energy design. *Applied Energy*, 87(10), 3073-3083.
- <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.04.001>
- ≠ Mirrahimi, S., Mohamed, M. F., Haw, L. C., Ibrahim, N. L. N., Yusoff, W. F. M., & Aflaki, A. (2016). The effect of building envelope on the thermal comfort and energy saving for high-rise buildings in hot-humid climate. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1508-1519.
- <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.055>
- ≠ Moore, F. (1993). *Environmental Control Systems: Heating, Cooling, Lighting*. Minnesota: McGraw-Hill.

Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, 895–906.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.033>

ضمیمه

پرسشنامه مربوط به پژوهش:

پرسشنامه حاضر با رویکرد "روش دلفی" برای رسیدن به رتبه‌بندی معیارها و زیر معیارهای مؤثر در ادراک آسایش حرارتی تعریف شده است. این پرسشنامه دارای سه بخش کلی است: ۱- بخش اول: اطلاعات فردی پاسخ‌دهنده بدیهی است که این اطلاعات حتی هرچند کوتاه و محدود باشند، به صورت امانت نزد پژوهشگر محفوظ می‌باشند و صرفاً جهت اهداف علمی رساله پیش رو مورداستفاده قرار می‌گیرند. ۲- بخش دوم: رتبه‌بندی معیارها این بخش جهت اولویت‌بندی معیارهای کلی مؤثر در ادراک آسایش حرارتی تدوین شده است. ۳- بخش سوم: رتبه‌بندی زیر معیارها این بخش جهت اولویت‌بندی زیر معیارهای هر یک از فاکتورهای اصلی مؤثر در ادراک آسایش حرارتی تدوین شده است.

لازم به ذکر است به دلیل اینکه این پرسشنامه بین متخصصین امر توزیع می‌گردد، از توضیحات برخی واژگان تخصصی صرف‌نظر شده است.

نام خانوادگی:

۱- اگر پرسشنامه را به صورت لینکی غیر از ارسال توسط پژوهشگر رساله دریافت کرده‌اید، لطفاً به سؤال زیر پاسخ دهید: میزان آشنایی شما با "ادراک آسایش حرارتی در فضاهای داخل ساختمان" تا چه میزان است؟

۲- به نظر شما از بین فاکتورهای اقلیمی، کالبدی و روان‌شناختی سهم کدام‌یک در ادراک آسایش حرارتی مهم‌تر است؟

۳- به نظر شما سهم "فاکتورهای اقلیمی" در ادراک آسایش حرارتی فضاهای بسته چه میزان است؟

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
-----------	------	-------	----	---------

comfort and satisfaction at the workplace. Ph.D. thesis, Faculty of Architecture, University of Wisconsin, Milwaukee, the United States.

≠ Parasonis, J., & Keizikas, A. (2010). Possibilities to reduce the energy demand for multi-storey residential buildings, in *Modern Building materials and Techniques. Conference proceedings of the 10th International Conference, Modern Building Materials, Structures and Techniques*. Conducted by Vilnius Gediminas Technical University. Vilnius: Lithuania.

https://www.researchgate.net/publication/229040169_Possibilities_to_Reduce_the_Energy_Demand_for_Multistorey_Residential_Buildings

≠ Pitts, A. (2013). Thermal Comfort in Transition Spaces. *Buildings*, 3(1), 122-142.

<https://doi.org/10.3390/buildings3010122>

≠ Sabouri, S. (2012). *Optimization of architectural properties of a tropical bungalow house with respect to energy consumption*. Master thesis, University Kebaghsaan Malaysia, Bangi, Malaysia.

≠ Yıldız, Y., & Drr mşş Araa, Z. (2011). Identification of the building parameters that influence heating and cooling energy loads for apartment buildings in hot-humid climates. *Energy*, 36(7), 4287-4296

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.04.013>

≠ Zhang, A., Bokel, R., Van den Dobbelen, A., Sun, Y., Huang, Q., & Zhang, Q. (2017). The effect of geometry parameters on energy and thermal performance of school buildings in cold climates of China. *Sustainability*, 9(10), 1708.

<https://doi.org/10.3390/su9101708>

≠ Zhang, Y., Liu, J., Zheng, Z., Fang, Z., Zhang, X., Gao, Y., & Xie, Y. (2020). Analysis of thermal comfort during movement in a semi-open transition space. *Energy and Buildings*, 225, 11031.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110312>

≠ Zomorodian, Z.S., Tahsildoost, M., & Hafezi, M. (2016). Thermal Comfort in Educational Buildings: A Review Article.

نوع و جنس مصالح جداره‌های خارجی	
نوع و جنس مصالح جداره‌های داخلی	
نسبت جداره‌های نور گذر به جداره‌های کدر ^۱	
موقعیت قرارگیری پنجره‌ها	
درصد بازشوها به جهت تهویه	
ارتفاع فضا	
نوع سایبان‌ها (افقی یا عمودی)	
بهره‌مندی از تهویه عرضی	

اگر فاکتور کالبدی دیگری وجود دارد که در سؤال قبل به آن اشاره نشده است و می‌تواند در ادراک آسایش حرارتی افراد مؤثر باشد، لطفاً ذکر بفرمایید.

۱۱- به نظر شما از بین فاکتورهای کالبدی زیر، کدامیک تأثیر چندانی در ادراک آسایش حرارتی فضاهای بسته واسطه داخلی ندارد؟

جهت‌گیری کلی ساختمان نسبت به خورشید	
جهت فضای مورد مطالعه نسبت به خورشید	
جهت جغرافیایی بازشوهای نور گذر	
فرم فضا	
رنگ جداره‌های داخلی	
رنگ مصالح نما	
تناسبات فضا	
نوع و جنس مصالح جداره‌های خارجی	
نوع و جنس مصالح جداره‌های داخلی	
نسبت جداره‌های نور گذر به جداره‌های کدر ^۲	
موقعیت قرارگیری پنجره‌ها	
درصد بازشوها به جهت تهویه	
ارتفاع فضا	
نوع سایبان‌ها (افقی یا عمودی)	
بهره‌مندی از تهویه عرضی	

۱۲- به نظر شما سهم "فاکتورهای روان‌شناختی و فردی" در ادراک آسایش حرارتی فضاهای بسته چه میزان است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۱۳- به نظر شما از بین فاکتورهای روان‌شناختی زیر، سهم کدامیک در ادراک آسایش حرارتی در فضاهای بسته واسطه بیشتر است؟

۴- به نظر شما از بین فاکتورهای اقلیمی زیر، کدامیک در مرحله بیشتر اهمیت به جهت ادراک آسایش حرارتی قرار دارد؟

دمای هوا	دمای متوسط تشعشعی	رطوبت هوا	سرعت جریان هوا
----------	-------------------	-----------	----------------

۵- به نظر شما، از بین معیارهای اقلیمی، سهم زیر معیار "دمای هوا" در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۶- به نظر شما، از بین معیارهای اقلیمی، سهم زیر معیار "دمای متوسط تشعشعی" در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۷- به نظر شما، از بین معیارهای اقلیمی، سهم زیر معیار "رطوبت هوا" در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۸- به نظر شما، از بین معیارهای اقلیمی، سهم زیر معیار "سرعت جریان هوا" در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۹- به نظر شما سهم "فاکتورهای کالبدی فضا" در ادراک آسایش حرارتی فضاهای بسته چه میزان است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۱۰- به نظر شما از بین فاکتورهای کالبدی زیر، کدامیک به ترتیب دارای اهمیت بیشتری برای ادراک آسایش حرارتی قرار دارد؟

جهت‌گیری کلی ساختمان نسبت به خورشید	
جهت فضای مورد مطالعه نسبت به خورشید	
جهت جغرافیایی بازشوهای نور گذر	
فرم فضا	
رنگ جداره‌های داخلی	
رنگ مصالح نما	
تناسبات فضا	

² Window to Wall Ratio (WWR)

¹ Window to Wall Ratio (WWR)

نژاد	
------	--

۲۰- از نظر شما کدام یک از زیر معیارهای سازگاری حرارتی فیزیولوژیکی، تأثیری در ادراک آسایش حرارتی ندارند؟

وضعیت فیزیولوژیکی	
سن	
جنسیت	
نژاد	

۲۱- به نظر شما از بین معیارهای سازگاری حرارتی فیزیکی، سهم کدام یک در ادراک آسایش حرارتی در فضاهای بسته واسط بیشتر است؟

رفتار واکنشی	
رفتار غیر واکنشی	

۲۲- به نظر شما، از بین معیارهای سازگاری حرارتی فیزیکی، سهم زیر معیار رفتار واکنشی "در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۲۳- به نظر شما، از بین معیارهای سازگاری حرارتی فیزیولوژیکی، سهم زیر معیار رفتار غیر واکنشی "در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۴- به نظر شما از بین معیارهای سازگاری حرارتی روانی، کدام یک به ترتیب اولویت سهم بیشتری در ادراک آسایش حرارتی در فضاهای بسته واسط دارند؟

طبیعی بودن محیط	
انتظارات فرد از محیط	
تجربیات قبلی فرد از محیط	
زمان حضور در محیط	
تحریکات محیط	
حق کنترل محیط	

۲۵- به نظر شما، از بین معیارهای سازگاری حرارتی روانی، سهم زیر معیار طبیعی بودن محیط "در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

سازگاری فیزیولوژیکی	سازگاری فیزیکی	سازگاری روانی
---------------------	----------------	---------------

۱۴- به نظر شما، از بین معیارهای روان شناختی، سهم زیر معیار "سازگاری حرارتی فیزیولوژیکی" در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۱۵- به نظر شما، از بین معیارهای روان شناختی، سهم زیر معیار "سازگاری حرارتی فیزیکی" در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۱۶- به نظر شما، از بین معیارهای روان شناختی، سهم زیر معیار "سازگاری حرارتی روانی" در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۱۷- به نظر شما از بین معیارهای سازگاری حرارتی فیزیولوژیکی، سهم کدام یک در ادراک آسایش حرارتی در فضاهای بسته واسط بیشتر است؟

وضعیت فیزیولوژیکی	
سن	
جنسیت	
نژاد	

۱۸- از نظر شما کدام یک از زیر معیارهای سازگاری حرارتی فیزیولوژیکی، بیشترین تأثیر را در ادراک آسایش حرارتی دارند؟

وضعیت فیزیولوژیکی	
سن	
جنسیت	
نژاد	

۱۹- از نظر شما کدام یک از زیر معیارهای سازگاری حرارتی فیزیولوژیکی، کمترین تأثیر را در ادراک آسایش حرارتی دارند؟

وضعیت فیزیولوژیکی	
سن	
جنسیت	

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۳۰- به نظر شما ، از بین معیارهای سازگاری حرارتی روانی ، سهم زیر معیار " تحریکات محیط " در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۳۱- لطفاً اگر توضیحی راجع به هر یک از قسمت‌های پرسشنامه دارید ، در قسمت زیر مطرح بفرمایید.

۲۶- به نظر شما ، از بین معیارهای سازگاری حرارتی روانی ، سهم زیر معیار زمان " در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۲۷- به نظر شما ، از بین معیارهای سازگاری حرارتی روانی ، سهم زیر معیار انتظارات از محیط " در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۲۸- به نظر شما ، از بین معیارهای سازگاری حرارتی روانی ، سهم زیر معیار " تجربیات گذشته از محیط " در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
---------	----	-------	------	-----------

۲۹- به نظر شما ، از بین معیارهای سازگاری حرارتی روانی ، سهم زیر معیار " داشتن حق کنترل محیط " در ادراک آسایش حرارتی، چه مقدار است؟

نحوه ارجاع به مقاله:

مطالایی، ساناز، خدابخشیان، مقدی، مجیدی، فاطمه السادات، و آبروش، مهدیه. (۱۴۰۴). مدل تجربی سنجش فاکتورهای فیزیکی و غیر فیزیکی آسایش حرارتی در فضاهای واسط ساختمان‌های آموزش عالی (نمونه موردی: دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان). توسعه پایدار شهری، ۶(۲۰)، ۳۵-۶۲.



DOI: <https://doi.org/10.22034/usd.2024.2017425.1169>



DOR: <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.27170128.1404.6.20.3.0>

URL: https://usdjournals.daneshpajooan.ac.ir/article_728839.html?lang=fa



Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by Daneshpajooan Pishro Higher Education Institute. This article is an open access article licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)