Journal of Iranian Architecture & Urbanism
(JIAU)
Homepage: https://www.isau.ir/

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Identification and assessment of the effect of environmental, personal and social components on thermal comfort in office buildings *

Bahareh Bannazadeh [1], Shahin Heidari [2,], Habib Hadianfard [3]**

[1] *Ph.D. in Architecture, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran.*
[2] *Professor, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.*
[3] *Professor, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran.*

ARTICLE INFO

Article History:

Received	2020/03/06
Revised	2020/09/08
Accepted	2021/02/08
Available Online	2022/09/22

Keywords:

Thermal Comfort
Thermal Adaptation
Thermal Sensation
Thermal Preferences
Adaptive Behavior
Office Building

Use your device to scan and read the article online

Number of References
66

Number of Figures
3

Number of Tables
9

Extended ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Thermal comfort is one of the comfort aspects in current architectural design and can be changed by various components. Researchers emphasize that early thermal comfort studies relying on climate and environmental aspects can only justify a part of the results. Therefore, it is necessary to examine the effect of other components. Effective components could be found in physical, physiological, psychological, social, environmental, and economic aspects. So, thermal comfort can be influenced by inner and outer factors. Regarding the research literature and the variety of effective components in thermal comfort, there is a lack of research on this subject. In addition, researchers believe many relations between these components should be considered in thermal comfort studies. Therefore, as a part of a larger study, this study was conducted to investigate the effect of personal, environmental, and social components on thermal comfort. This study aims to clarify the individual and social components affecting the perception of thermal comfort to provide solutions to improve the design of office spaces. So, there are two questions: First, what are the personal and social factors affecting the perception of thermal comfort? And second, which scale is better for predicting thermal comfort based on these components?

METHODS: In this regard, a field study (including questionnaire, observation, and on-site measurement for recording climatic data using thermal sensors) was conducted in winter in a main administrative office building of Shiraz University. Questionnaires were designed to gather some of the personal components (such as age, gender, height, weight, and adaptive behaviors); social components (including education and degree level, the field of study, and position); and thermal scales (thermal sensation, thermal comfort, thermal satisfaction, thermal preference, thermal acceptability, and overall thermal comfort). Blood pressure, heart rate, and body temperature as the personal components were measured using a related standard device. Clothing and activity types were recorded and then changed into a quantitative scale. The data loggers also record the indoor air temperature and relative humidity. The field study was conducted in January 2019 for four consecutive days from 8 am to 12 pm. In total, there were 110 measurement subjects. Finally, 108 were identified as useful in the analysis by eliminating incomplete questionnaires. The main administrative building is located on the northern side of Shiraz, Iran (52.52°N, 29.63°E). The 138920 m2 building is oriented in the northwest and southeast in two blocks (with seven and ten stores). The two building blocks have some differences in constructional details and interior design. There was no compulsion to participate, and oral and short-form written consent was considered with no restrictions on participants to have freedom of their usual work day.

FINDINGS: The collected data were imported into SPSS software. A total of 22 statistical analyses were performed, including descriptive and inferential statistics (linear and multiple linear regression, Univariate ANOVA). This study selected the correlation coefficients based on the variables scale. So, Spearman, Pearson, and Eta correlation have

© 2022, JIAU. All rights reserved.

https://dx.doi.org/10.30475/ISAU.2021.222582.1371

OPEN ACCESS

* This article is derived from the first author`s Doctoral thesis entitled "Thermal Comfort in office Building Considering Psychological Factor", supervised by the second author and advised by the third, at University of Tehran Kish International Campus.

** Corresponding Author:
Email: *shheidari@ut.ac.ir*
Phone: +98(918)3410093

Extended ABSTRACT

been used to show the strength of the relations. In this study, 108 subjects participated, including 41 women and 66 men (one person did not mention gender). The age group varies from 24 to 60 years. Most of the age group is in the 31-45 range. These individuals weigh between 50 and 120 kg and have a height of 1.55 to 1.86 meters. The average body temperature was 36°C, the mean blood pressure was 126 with a minimum of 87 and a maximum of 183, and the heart rate was also in the range of 49 to 98. The average indoor air temperature during the four days of study was 23.67°C, and the average relative humidity was 24.86%. The indoor globe temperature was very close to the air temperature (23.50°C). The average outdoor temperature was 15.2°C, and the average relative humidity was 34.9%. The thermal response was considered with nine different thermal scales on the 3,5, and 7-point Likert scale. The average of each response was as follows: Thermal sensation vote (TSV)= -0.4; Thermal comfort=6; Thermal pleasure= 4.78; Temperature preferences= 0.3' Humidity preferences= -0.18; Velocity preferences= -0.35; Radiation preferences=-0.32; Thermal acceptance= 0.85; & overall thermal comfort= 4.94.

CONCLUSION: The results show that the impact of social components is negligible. However, participants in double and multiple office rooms had better thermal comfort status than in single office rooms. So, if these criteria are considered during the design process, it can help to improve the indoor environmental quality. Regarding the personal components, body mass index and clothing value are the two most influential factors. It is very important to make different thermal adaptation strategies for the occupants to have a right to choose any of them. Therefore, appropriate strategies should be considered for the components needed to provide comfortable conditions in both human resource management and architectural design. In this study, the thermal preference is an appropriate scale for predicting occupants' thermal needs based on environmental and personal components. The thermal comfort range was calculated based on Griffith's methods and was 21-26°C. It is very important to know that people feel neutral based on the thermal sensation vote in most office buildings. Still, they usually need temperature, humidity, air velocity, and radiation changes. So in architecture or mechanical engineering, we should not merely rely on thermal sensation vote to decide on heating or cooling setpoints. So, if the setpoint of the studied office building changes from 25°C to 23.6°C, we can anticipate at least a 10 percent reduction in energy consumption. People can adapt to different situations, making them flexible and resilient. But designers should be aware that this adaptation process needs more effort and, of course, more mental, psychological, and physical energy that can reduce occupant's productivity.

HIGHLIGHTS:

- Despite the application of thermal comfort standards, occupant's dissatisfaction and unproductivity show that there is a need to consider the impact of other components in addition to environmental components.
- The effect of social components on a personal thermal comfort perception is negligible.
- Thermal preference can be predicted based on personal and environmental components. Accordingly, the average preferred temperature of in this study is 23.6 °C.

ACKNOWLEDGMENTS:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-forprofit sectors.

CONFLICT OF INTEREST:

The authors declared no conflicts of interest.

COPYRIGHTS

©2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Bannazadeh, B.; Heidari, Sh.; Hadianfard, H., (2022). Identification and assessment of the effect of environmental, personal and social components on thermal comfort in office buildings. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism*., 13(1): 259-279.

https://dx.doi.org/10.30475/ISAU.2021.222582.1371

https://www.isau.ir/article_132775.html

نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران. دوره ۱۳. شماره ۱. صفحات ۲۷۹-۲۵۹. بهار و تابستان ۱۴۰۱

نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران
(JIAU)
https://www.isau.ir/

مقاله علمی- پژوهشی

شناسایی و ارزیابی اثر مولفه‌های محیطی- فردی- اجتماعی بر ادراک حرارتی جهت بهبود وضعیت در فضای اداری*

بهاره بنازاده[۱]، شاهین حیدری[۲و**]، حبیب هادیان‌فرد[۳]

۱. دکتری معماری، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران.
۲. استاد، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳. استاد، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

مشخصات مقاله

تاریخ ارسال ۱۳۹۸/۱۲/۱۶
تاریخ بازنگری ۱۳۹۹/۰۶/۱۸
تاریخ پذیرش ۱۳۹۹/۱۱/۲۰
تاریخ انتشار آنلاین ۱۴۰۱/۰۶/۳۱

واژگان کلیدی

آسایش حرارتی
سازگاری حرارتی
احساس حرارتی
ترجیح حرارتی
رفتارهای سازگاری
ساختمان اداری

چکیده

یکی از جنبه‌های متنوع آسایش در محیط‌های مصنوع، آسایش حرارتی است که تحت تاثیر مولفه‌های مختلفی می‌تواند تغییر یابد. محققان بر این مسئله تاکید می‌ورزند که مطالعات اولیه آسایش حرارتی با تکیه بر مولفه‌های اقلیمی تنها بخشی از نتایج را توجیه می‌نماید؛ از اینرو لازم است اثر سایر مولفه‌های نیز بررسی گردد. این پژوهش با هدف روشن نمودن مولفه‌های فردی و اجتماعی، علاوه‌بر محیطی، اثرگذار بر ادراک آسایش حرارتی صورت پذیرفته است تا بدین ترتیب راهکارهایی در جهت بهبود وضعیت طراحی و بهسازی فضاهای اداری ارائه نماید. بنابراین دو سوال مطرح است: یکی آنکه مولفه‌های اثرگذار بر ادراک آسایش حرارتی کدام‌اند؟ و دیگری کدام یک از پاسخ‌های حرارتی قابلیت پیش‌بینی بهتری توسط این نوع مولفه‌ها را دارا می‌باشند؟. در این راستا مطالعه‌ای میدانی (شامل پرسشنامه، مشاهده و ثبت داده‌های اقلیمی با استفاده از حس‌گرهای حرارتی) در ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز در چهار روز کاری در زمستان ۱۳۹۷ انجام شده‌است. مولفه‌های فردی (شامل سن، جنسیت، فشار خون، ضربان قلب، دمای بدن، رنگ پوست، نرخ لباس، نرخ فعالیت و رفتارهای سازگاری خودآگاه) مولفه‌های اجتماعی شامل (رشته تحصیلی، سمت، سطح تحصیلات، وضعیت مصاحبت و وضعیت مراجعین) در قالب پرسشنامه و مشاهده توسط محقق سنجیده شده‌است. دمای هوا و رطوبت نسبی داخل به عنوان مولفه محیطی، نیز توسط دیتالاگرها ثبت شده‌اند. پاسخ‌های حرارتی افراد نیز در قالب مقیاس‌های احساس حرارتی، آسایش حرارتی، رضایت حرارتی، ترجیح حرارتی، پذیرش حرارتی و آسایش حرارتی کلی سنجش شده‌اند. نتایج مطالعه بر روی ۱۰۸ کاربر در ساختمان اداری نشان می‌دهد تاثیر مولفه‌های اجتماعی قابل اغماض است اما توجه بدان‌ها در روند طراحی می‌تواند به بهبود وضعیت کمک نماید. در خصوص مولفه‌های فردی نیز شاخص توده بدن و نرخ لباس دو مولفه با بیشترین اثرگذاری می‌باشند. بنابراین وجود مولفه‌های اجتماعی کمک چندانی بر پیش‌بینی پاسخ‌های حرارتی نمی‌نماید. براساس مولفه‌های محیطی و فردی نیز، ترجیح حرارتی ضریب تعیین بالاتری را نشان می‌دهد. از آنجایی که ترجیح حرارتی زمینه‌ساز تغییرات لحظه‌ای و واکنش فرد در محیط می‌شود، از اهمیت بسزایی برخوردار است و باید مورد توجه طراحان قرار گیرد.

نکات شاخص

- با وجود اعمال استانداردهای آسایش حرارتی، اظهار نارضایتی و سطح پایین کارایی کاربران، نشان از تاثیر مولفه‌هایی علاوه بر مولفه‌های محیطی دارد.
- اثر مولفه‌های اجتماعی بر ادارک حرارتی فرد در فضای اداری قابل اغماض است.
- ترجیح حرارتی فرد براساس مولفه‌ای فردی و محیطی قابلیت پیش‌بینی و تصمیم‌گیری دارد. براین اساس میانگین دمای ترجیحی کاربران، در شرایط مورد مطالعه، برابر با ۲۳/۶ درجه سانتیگراد می‌باشد.

نحوه ارجاع به مقاله

بنازاده، بهاره؛ حیدری، شاهین و هادیان‌فرد، حبیب. (۱۴۰۱). شناسایی و ارزیابی اثر مولفه‌های محیطی- فردی- اجتماعی بر ادراک حرارتی جهت بهبود وضعیت در فضای اداری، *نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران*، ۱۳(۱)، ۲۵۹-۲۷۹.

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده نخست با عنوان «مطالعه آسایش حرارتی در کاربری اداری با نگاهی بر مولفه‌های روانشناختی» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه تهران پردیس بین‌المللی کیش انجام گرفته است.

** نویسنده مسئول
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۸۳۴۱۰۰۹۳
پست الکترونیک: shheidari@ut.ac.ir

مقدمه

افراد به طور طبیعی تمایلی جهت تطبیق با شرایط محیطی دارند که در قالب رویکرد سازگاری حرارتی نمود می‌یابد. فرض اولیه این رویکرد با ایده اصلی انطباق‌پذیری بیان می‌شود: چنانچه تغییری اتفاق افتد که شرایط نارضایتی افراد را ایجاد نماید، فرد واکنش نشان داده تا شرایط آسایش خود را بازیابی کند (Auliciems, 1981; Brager & De Dear, 1998; Humphreys et al., 2016; Nicol & Humphreys, 2002). مطالعات اولیه در خصوص مدل سازگاری حرارتی توسط هیمفریز و نیکل (۱۹۷۰) منتشر گردیده است؛ بدین ترتیب که در ساختمان‌های با تهویه طبیعی، آسایش حرارتی فرد (احساس حرارتی خنثی) با متوسط دمای ماهیانه هوای بیرون ارتباطی قوی دارد (De Dear et al., 2013). مطابق رابطه ۱، T_{comf} دمای آسایش؛ (C°)؛ $T_{a,out}$ دمای متوسط ماهیانه بیرون(C°) و A, B ضریب ثابت می‌باشند که در مطالعات میدانی تعیین می‌گردند (Halawa & Van Hoof, 2012).

$$T_{comf} = A * T_{a,out} + B \quad (1)$$

معادله سازگاری حرارتی توسط de Dear and Brager در سال ۲۰۰۴ در استاندارد ASHRAE 55 اعمال و جهت استفاده در ساختمان‌های تهویه طبیعی به‌روزرسانی گردید. در ادامه در سال ۲۰۰۷ این فرایند منجر به اعمال رویکرد سازگاری در استاندارد European standard EN 15251 نیز گردید (Candido & Dear, 2012; De Dear et al., 2013; Nicol, 2011). به دلیل تنوع معادلات ارائه شده در سازگاری حرارتی، همچنان این مدل به سادگی در استانداردها و کدهای محاسباتی مورد استفاده قرار نگرفته‌است. چراکه ماهیت مفهوم سازگاری با تبدیل شدن به اعداد و ارقام ثابت مغایرت دارد. چراکه یک دمای معمول و قابل قبول تحت تاثیر مولفه‌های مختلفی قرار می‌گیرد. به طور مثال تغییر در هزینه‌های انرژی، توسعه در سیستم‌های سرمایش و گرمایش، تغییر در شیوه‌های ساخت و حتی مد در پوشاک در سازگاری حرارتی فرد می‌توانند اثرگذار باشند (Humphreys & Nicol, 2018). به همین دلیل نیاز است مطالعات در شرایط متنوعی انجام پذیرد تا از اثر مولفه‌های مختلف اطمینان حاصل شود و نتایج با سهولت بیشتری به استاندارد تبدیل گردند. این مقاله بخشی از مطالعه‌ای کلان‌تر است که اثر ۶۰ مولفه مختلف بر ادراک حرارتی فرد سنجیده شده‌است. از آنجایی که در فضاهایی که فرد در بلندمدت حضور دارد، سازگاری حرارتی ممکن است با توجه به سایر جنبه‌ها برای وی رقم بخورد، لازم است مشخص گردد علاوه‌بر شرایط آب‌وهوایی یا مولفه‌های محیطی (دما و رطوبت) چه متغیرهای دیگری بر ادراک حرارتی و در نتیجه آسایش حرارتی وی اثرگذارند. در واقع هدف بررسی اثر تجمعی مولفه‌های مختلف و نه اثر انفرادی و مجزا است؛ که البته در خصوص بسیاری مولفه‌های محیطی و فردی مطالعاتی انجام شده‌است. از آنجایی که در مطالعات آسایش حرارتی اخیر، مدل‌های فردی آسایش حرارتی مد نظر است، این دست مطالعات می‌توانند همچون پایگاه داده‌ای عمل نموده که تصمیم‌گیری در خصوص اصلاح استانداردها و تامین آسایش حرارتی فردی و نه به صورت میانگین فراهم گردد. بنابراین مدلی پیش‌بینی کننده در اختیار خواهد بود که می‌توان ادراک حرارتی هر فرد را براساس مولفه‌های محیطی، فردی و اجتماعی تعیین نمود و در جهت تامین شرایط آسایش گام برداشت. قابل ذکر است استاندارد ASHRAE 55 شرایط آسایش حرارتی بر مبنای مدل سازگاری حرارتی را اغلب برای ساختمان‌های تهویه طبیعی توصیف می‌نماید، از اینرو لازم است تحقیقات گسترده‌تری در خصوص ساختمان‌های تهویه طبیعی و تهویه ترکیبی جهت تدقیق استانداردها انجام شود.

بدین ترتیب در این مقاله سعی بر آنست که علاوه بر مولفه‌های اقلیمی (محیطی)، تاثیر مولفه‌های فردی و اجتماعی نیز بر ادراک حرارتی کاربران ساختمانی اداری مورد بررسی قرار گیرد. از اینرو سوال اساسی این پژوهش آنست که مولفه‌های فردی و اجتماعی اثرگذار بر ادراک آسایش حرارتی کدام‌اند؟ آیا رابطه‌ای بین مولفه‌های فردی و اجتماعی و پاسخ‌های حرارتی کاربران در فضای اداری وجود دارد؟ تاثیرات مجرد و جمعی مولفه‌های محیطی، فردی و اجتماعی بر پاسخ‌های حرارتی افراد چگونه است؟ به این ترتیب مشخص می‌گردد از میان مقیاس‌های سنجش ادراک حرارتی، کدام یک توصیف بهتری از شرایط براساس مولفه‌های محیطی، فردی و اجتماعی دارند. در نهایت دمای آسایش براساس متد Griffith محاسبه شده و ارتباط آن با مولفه‌های محیطی، فردی و اجتماعی نیز مورد اشاره قرار می‌گیرد.

در جهت پاسخگویی به سوالات فوق در بخش اول مقاله مروری بر ادبیات موضوع ارائه می‌گردد و در بخش دوم مطالعه میدانی انجام شده توصیف و یافته‌های تحقیق ارائه و تحلیل می‌گردند.

پیشینه تحقیق

براساس تئوری سازگاری، آسایش حرارتی زمانی میسر می‌شود که شرایط واقعی حرارتی با انتظارات فرد تطبیق داشته‌باشد (Brager & De Dear, 1998). (Nikolopoulou et al., 2001) اعتقاد دارند بخش زیادی از احساس آسایش فرد وابسته به متغیرهای غیر حرارتی همچون معیارهای روانی، فیزیولوژیکی و رفتاری است که در قالب تطبیق با شرایط حرارتی محیط نمود می‌یابد (De Dear et al., 1998). به عنوان یک تعریف جامع، سازگاری، فرایند کاهش تدریجی پاسخ بدن به محرک‌های موجود است، از طرفی شامل کلیه تغییراتی است که ساختار جسمی

بدن اجازه می‌دهد در شرایط نامطلوب دوام آورد و زنده بماند (Shooshtarian, 2015). در این چارچوب، چگونگی سازگاری به سه شیوه مجزا قابل دستیابی است:

۱. سازگاری فیزیکی: شامل کلیه تغییراتی است که فرد جهت تطبیق خود با شرایط محیطی و یا بالعکس ایجاد می‌نماید. در این دسته دو نوع اقدام سازگارشونده مطرح است: راهکارهای فردی (همچون تغییر لباس، تغییر وضعیت، تغییر موقعیت و یا تغییر متابولیسم با تغییر در مواد غذایی و نوشیدنی) و راهکارهای فردی در تعامل با محیط (بازکردن بازشوها، روشن نمودن سیستم‌های مکانیکی) (Nikolopoulou & Steemers, 2003). این دو دسته در قالب رفتارهای سازگاری خودآگاه نیز نام‌گذاری می‌شوند و تحت تاثیر شرایط اجتماعی، اقتصادی، فرهنگ و سبک زندگی افراد نیز می‌باشند (Mishra & Ramgopal, 2013).

۲. سازگاری فیزیولوژیکی: در صورت مواجه مکرر فرد با محرک‌هایی خاص، مقاومت بدن بدان افزایش یافته‌است و زمینه‌ساز سازگاری فیزیولوژیکی می‌شود (Nikolopoulou & Steemers, 2003). براساس نظر (De Dear et al., 1998) سازگاری فیزیولوژیکی به دو طریق ژنتیکی و در تداوم بین نسل‌ها و یا در اثر گذشت زمان به دلیل انعطاف‌پذیری در سبک زندگی فرد اتفاق می‌افتد از اینرو به عنوان رفتارهای سازگاری ناخودآگاه تلقی می‌شوند.

۳. سازگاری روانی: سیستم کنترل حرارتی بدن انسان از صرف یک ترموستات دمایی بسیار فراتر است و افراد مختلف، ادراک متفاوتی نسبت به شرایط محیطی دارند. از طرفی پاسخ فرد به یک محرک محیطی به شدت آن صرفا وابسته نیست بلکه تحت تاثیر میزان اطلاعاتی است که فرد از آن محرک درک می‌نماید. از اینرو عوامل روانی هم در ادراک محیط و هم در اعمال تغییر در آن موثر است (Candido & Dear, 2012; Nikolopoulou & Steemers, 2003).

با توجه به شیوه‌های سازگاری فوق، سازگاری حرارتی فرد در طول زمان متغیر است؛ در حالی که مدل‌های سازگاری حرارتی بدین امر توجهی نداشته‌اند. با این وجود محققین بسیاری بر قابلیت پویای مفهوم سازگاری حرارتی تاکید داشته‌اند. به طور مثال (Chappells & Shove, 2007) بیان می‌دارند که آسایش مفهومی موقتی است و همواره تحت تاثیر شرایط اجتماعی و فرهنگی متغیر است؛ همین امر موجب گردیده انتظار افراد از آسایش در دهه‌های اخیر تغییر نماید. به شیوه‌ای مشابه (De Dear & Brager, 2002) تاکید می‌نمایند رابطه متقابلی میان توسعه تکنولوژی و انتظارات فرهنگی و اجتماعی وجود دارد؛ از اینرو دسترسی گسترده به سیستم‌های تهویه مطبوع موجب گردیده مفهوم آسایش در طراحی ساختمان‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Nicol, 2011; Williamson & Daniel, 2018). بخش اعظمی از مطالعات بر اهمیت هم‌پای مولفه‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی از یک سو و مولفه‌های فرهنگی- اجتماعی و روانی از سوی دیگر بر آسایش حرارتی اشاره می‌نمایند (Parsons, 2002). از اینرو مدل سازگاری در آسایش حرارتی، که به طور عمده بر ساختمان‌های تهویه طبیعی اعمال می‌شود، انتظارات حرارتی، انتظارات شناختی، زمینه فرهنگی و سایر مولفه‌های فردی بر رضایت فردی کاربران را نیز باید مد نظر قرار دهد (Brager & De Dear, 1998; Humphreys et al., 2016). بکارگیری دیدگاه سازگاری حرارتی موجب می‌گردد، مفهوم آسایش حرارتی از صرفا محصول تولیدی سیستم‌های تاسیسات مکانیکی فراتر رفته و در عوض زمینه‌ای فراهم شود تا ساختمان به گونه طراحی گردد که رفتار و عادات کاربران را نیز مد نظر قرار دهد؛ به گونه‌ای که بتوانند با اتکا به توانایی‌ها و قابلیت‌های فردی در طول زمان به آسایش دست یابند (Nicol & Roaf, 2017). در ادامه نتایج در خصوص برخی مولفه‌های اثرگذار بر آسایش حرارتی ارائه می‌گردد.

مولفه‌های فردی

تفاوت‌های فردی در حوزه آسایش حرارتی بدان معنا است که افراد در شرایط مشابه احساس متفاوتی را بروز خواهند داد. تاکنون به دلیل تمرکز بر جمعیت میانگین این نوع تفاوت‌ها نادیده گرفته شده‌است، اما این امر موجب می‌گردد همواره گروهی نارضایتی داشته‌باشند. تفاوت‌های فردی به دلایلی همچون اختلاف در تعبیر مقیاس‌های سنجش ادراک حرارتی، تفاوت در تخمین دمایی (Humphreys & Nicol, 1998)؛ تفاوت‌های فیزیولوژیکی، فرهنگی و رفتاری اتفاق افتد (Rupp et al., 2018). مطالعات مرتبط با تفاوت‌های فردی از سال‌های ۱۹۷۰ با مطالعات پیشگام این حوزه، فنگر، در محیط آزمایشگاهی با سنجش اثر سن و جنسیت بر میزان سازگاری افراد آغاز گردیده است (Wang et al., 2018).

اثر جنسیت و شرایط فیزیولوژیکی فردی

با وجود عدم اطمینان در خصوص اثر جنسیت، اما نتایج نشان می‌دهد که زنان نسبت به شرایط محیط داخلی حساس‌تر از مردان می‌باشند. خصوصا در شرایط سردتر از دمای خنثی، زنان ۷۴/۱ برابر احتمال بیشتری برای اظهار نارضایتی از خود نشان داده‌اند. همچنین تحقیقات نشان داده است زنان نیازمند تسلط و کنترل بیشتر بر محیط می‌باشند. رگرسیون لجستیک در مطالعات میدانی (Rupp et al., 2018) بیانگر آنست که دامنه دمایی شرایط قابل قبول ۲ درجه سانتیگراد برای زنان محدودتر از مردان است. نتایج مستخرج از ارزیابی پس از بهره‌برداری در ۶۰۰ ساختمان با ۳۸۲۵۷ شرکت‌کننده نشان می‌دهد متوسط رضایت حرارتی زنان در مقیاس ۷ گانه اشری، ۰/۵ درجه کمتر از مردان بوده‌است که نشان از حساسیت بیشتر زنان دارد (Wang et al., 2018). در خصوص تفاوت‌های فیزیولوژیکی، مطالعات بر روی ۱۲

مرد و ۱۳ زن در برابر شرایط دمایی ۲۲ و ۱۶ درجه سانتی‌گراد نشان از سطح متابولیسم کمتر در زنان نسبت به مردان داشته‌است. مطالعات قلبی- عروقی در برابر شرایط آب‌وهوایی سرد بر روی ۲۰ مرد و ۱۷ زن در دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان از آن دارد که مردان جریان و حجم خون بیشتری در دست‌ها و پیشانی نسبت به مردان تجربه می‌کنند و همین امر موجب می‌شود زنان کاهش دمایی بیشتری را در سطح پوست تجربه می‌نمایند (Wang et al., 2018). نتایج تحقیقات نشان از آن دارد که هیچ گونه تفاوت معناداری در خصوص دمای ترجیحی بین افراد جوان و مسن وجود ندارد. اما طیف قابل قبول دمای آسایش برای افراد مسن دامنه محدودتری به نسبت جوانان دارد. سطح پایین‌تر دمای پوست بدن، متابولیسم پایین‌تر و کارایی کمتر سیستم خودکار تنظیم حرارتی بدن[1] همگی موجب حساسیت بیشتر افراد مسن می‌شود (Wang et al., 2018).

متوسط دمای سطح پوست فاکتوری است برای سنجش احساس حرارتی، چراکه با تغییرات دمایی در محیط، اولین واکنش‌ها در سطح پوست شکل می‌گیرد. همپریس[2]، دمای انگشتان دست را عامل مناسبی جهت توصیف تغییرات احساسی کاربران در یک ساختمان می‌داند. براساس مطالعات وانگ[3]، دمای انگشتان (۳۰ درجه سانتی‌گراد) و تفاوت دمای انگشتان و ساعد (صفر درجه سانتی‌گراد) آستانه مهمی جهت احساس حرارتی کلی بدن به شمار می‌روند. ناکایاما[4]، الگوریتم پیش‌بینی کننده‌ای براساس دمای انگشتان دست برای کنترل جریان هوا در خانه‌های مسکونی ارائه داده‌است. سیم[5]، مچ‌بندی را جهت پایش دمای سطح پوست از مچ دست تا سرانگشتان طراحی نموده‌است. بدین ترتیب احساس حرارتی فرد براساس دمای مچ دست و این تکنولوژی قابل تخمین است. البته کلیه مطالعات فوق در شرایط آزمایشگاهی انجام شده است (Wu et al., 2017).

واکنش‌های آگاهانه فردی

وقتی فرد احساس نارضایتی کند، به گونه‌ای عمل می‌کند که شرایط آسایش خود را بازیابی کند، این واکنش‌ها به عنوان "رفتارهای سازگاری" توصیف می‌شوند. کاربران معمولاً به دو شیوه معمول به نارضایتی پاسخ می‌دهند: یا با شرایط محیطی تطبیق (سازگاری محیطی) می‌یابند و یا خود (سازگاری فردی) را تطبیق می‌دهند (Korsavi, 2018). رفتار کاربران بر کارایی مصرف انرژی و کیفیت محیط داخلی می‌تواند اثرگذار باشد. براساس نوع ساختمان، شرایط اقلیمی، میزان تسلط کاربران بر کنترل محیط، میزان مصرف انرژی توسط کاربر می‌تواند افزایش یا کاهش یابد به گونه‌ای که برای یک ساختمان اداری می‌تواند تا ۵۰ درصد کاهش مصرف را به همراه داشته باشد. در تحقیقی دیگر با روند شبیه‌سازی سان و هونگ[6]، در سال ۲۰۱۷ به این نتیجه رسیدند که رفتارهای کاربران می‌تواند تا ۴۱ درصد در کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری اثرگذار باشد (Hong & Yan, 2018; Kim et al., 2018; Nicol et al., 2004).

تغییرات محیط شامل مواردی همچون باز یا بسته نمودن پنجره و سایبان، روشن/ خاموش شدن سیستم روشنایی، افزودن پوشش روی کف، روشن/ خاموش نمودن فن و یا کم/زیاد کردن ترموستات می‌باشد. کاربران می‌توانند رفتارهای بسیار فردی‌تر همچون دمای نوشیدنی، موقعیت مکانی، وضعیت بدن، نوع فعالیت و نوع پوشش را با شرایط تطبیق دهند. هرچند این نوع فعالیت‌های فردی به‌وسیله مولفه‌های اجتماعی همچون فرم مخصوص محل کار ممکن است محدود گردد. بنابراین با وجود آنکه استاندارد CIBSE و ASHRAE بر مدل‌های سازگاری در ساختمان‌های تهویه طبیعی تاکید می‌ورزند، حتی در ساختمان‌های کاملاً مطبوع نیز راه‌هایی برای سازگاری یافت می‌شود (Gunay et al., 2013; S. Korsavi, 2018).

رفتارهای سازگاری و قابلیت کنترل بر محیط نقش مهمی در ادراک حرارتی افراد بر عهده دارد. کاربران با سطح کنترل بالاتر بر محیط عموما احساس آسایش حرارتی بالاتری را تجربه می‌نمایند. ارزیابی علت نارضایتی کاربران در ساختمان‌های اداری در فنلاند و کانادا نشان داد که مهم‌ترین دلیل نارضایتی عدم کنترل آنها بر فضا همچون عدم دسترسی به ترموستات سیستم گرمایش و بازشوهای متحرک است. ارتقا احساس آسایش حرارتی کاربران و تامین شرایط قابل قبول، در ساختمان اداری با تهویه ترکیبی در شرایط اقلیمی گرم، توانسته است ۱/۵ درجه سانتی‌گراد طیف دمای قابل قبول را بالاتر برد که به طور واضح تحت تاثیر قابلیت کنترل محیط توسط افراد بوده‌است. از دید روانشناسی نیز، اگر کاربران بر کنترل بر محیط آگاهی داشته‌باشند کمتر در برابر شرایط عدم آسایش احساس آزردگی می‌کنند (Jowkar & Montazami, 2018; Montazami et al., 2017).

مولفه‌های اجتماعی

یکی از ایرادات وارد به مدل تعادل حرارتی، عدم توجه به زمینه اجتماعی و فرهنگی به عنوان یکی از ابعاد آسایش حرارتی است (De Dear et al., 1998). در مقایسه با مولفه‌های روانی (Nikolopoulou et al., 2001; Nikolopoulou & Steemers, 2003)، فیزیولوژیکی (Huizenga et al., 2005; Van Hoof, 2008) و چگونگی استفاده از فضا (Ali-Toudert, 2005; Chen & Ng, 2012; Thorsson et al., 2004) تاثیر مولفه‌های اجتماعی- اقتصادی کمتر بر روی آسایش حرارتی مورد مطالعه قرار گرفته است. هالاوا و ولنهوف[7] (Halawa & Van Hoof, 2012) تاکید می‌کنند که معیارهای فرهنگی و اجتماعی در

مطالعات آسایش حرارتی جایی را به خود اختصاص نداده‌اند و به همین دلیل در استانداردهای جهانی به صورت گسترده پذیرفته شده نیستند (Yahia & Johansson, 2013). در خصوص ابعاد اجتماعی و فرهنگی کاربران مرتبط با انرژی و ساختمان از سال ۱۹۹۲ توسط کمپتون[۸] و لوتسن‌هیسر[۹] انجام شده است و توسط یااو[۱۰] به مدل مفهومی تبدیل شده است (Yao et al., 2009). این مدل در امتداد مدل PMV/PPD است و اقلیم محلی، فرهنگی و پیش‌زمینه اجتماعی را در محیط ساختمان در نظر می‌گیرد. اوبرین و گونای[۱۱] (O'Brien & Gunay, 2014)، نادیده گرفتن مولفه‌های فوق را به دلیل دشواری در محاسبه و سنجش با توجه هزینه بالای مطالعات میدانی می‌داند (Shooshtarian, 2015).

عمده‌ترین مولفه‌های اجتماعی معرفی شده تا بدین روز شامل معیارهای فرهنگی (Brager & De Dear, 1998)؛ سبک زندگی (Thorsson et al., 2004)، اقلیمی (Knez & Thorsson, 2006)، آموزش (Al-jawabra & Nikolopoulou, 2010) می‌باشد. همراهی و هم‌صحبتی یکی از زیرمجموعه‌های فرهنگ و سبک زندگی است که تاثیر بسزایی بر احساس حرارتی دارد. اعتقاد بر این است حضور فردی و بدون همراه موجب نارضایتی حرارتی در نواحی مدیترانه‌ای (Oliveira & Andrade, 2007; Pantavou et al., 2013)، گرم و خشک (Aljawabra & Nikolopou-lou, 2010) و حتی معتدل (Maras et al., 2013) شده است. براساس نظر کلینبرگ[۱۲] در سال ۲۰۰۳، تعصبات اجتماعی، شامل سبک زندگی انزواطلبانه، نرخ مرگ‌ومیر بیشتری را در دوره زمانی افزایش موج گرمایی را به همراه خواهد داشت.

اقلیم متفاوت و یا موقعیت جغرافیایی موجب تغییرات فرهنگی می‌گردند (Knez & Thorsson, 2006). البته کناوی و الکادی[۱۳] (Kenawy & Elka-di, 2013) زمینه فرهنگی و اقلیمی را دو مولفه مجزا در ارزیابی آسایش حرارتی توصیف می‌نماید. هرچند، نتایج پژوهش‌های آنان بیان‌گر تاثیر عقبه فرهنگی بر ادراک حرارتی بیش از تاثیر زمینه اقلیمی است. به بیان دیگر، معیارهای فرهنگی بر ادراک حرارتی از طریق مولفه‌های اقلیمی تاثیرگذار می‌شوند. به عنوان مثال در مطالعات سوئد و ژاپن با وجود شرایط حرارتی نسبتا مشابه، احساس حرارتی متفاوتی گزارش شده است (Knez & Thorsson, 2008) و به نظر می‌رسد این تفاوت به دلیل تفاوت فرهنگی است. از آنجایی که در یک سایت مشابه اهالی سوئد احساس رضایت بیشتری از محدوده مورد مطالعه داشته، از اینرو تاب تحمل بیشتری را بروز می‌دهند. این مسئله در قالب خصوصیت فردگرایی ژاپن نسبت به سوئد است که تفاوت در ادراک محیط را به دنبال دارد. نتایج مشابهی در سایر نمونه‌های مطالعاتی یافت شده است (Aljawabra & Nikolopoulou, 2010; Cohen et al., 2013) مهم‌ترین نتیجه بررسی تاثیر مولفه‌های فرهنگی تغییر و ارائه تعریفی جدید از دامنه آسایش حرارتی است.

آموزش بر نحوه ادراک لحظه‌ای آسایش حرارتی موثر است؛ چراکه آموزش به طور مستقیم با فرهنگ و اصول مربوطه بدان مرتبط می‌شود. آلجاوابرا و نیکولوپولو[۱۴] (Aljawabra & Nikolopoulou, 2010) در مطالعات خود به رابطه معکوس میان سطح آموزش و آسایش حرارتی دست یافته‌اند. طبق نظر یامترایپات[۱۵] و همکاران (2005)، مطالعات در فضاهای داخلی نیز مشخص نموده است نیازهای حرارتی افراد تحصیل‌کرده بیشتر از سایرین است. این نتیجه توسط فرونتزاک و وارگوکی[۱۶] نیز تایید شده است (Frontczak & Wargocki, 2011). از اینرو آنچه واضح است سطح تحصیلات منجر به تغییر در ترجیحات و انتظارات فرد می‌گردد. در مقابل در مطالعات دیگر با وجود اشاره به سطح تحصیلات افراد در فضاهای داخلی و خارجی هیچ نوع ارتباط معناداری گزارش نشده‌است. با این وجود بررسی مطالعات نشان از آن دارد این پارادایم اجتماعی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Shooshtarian, 2015).

یکی از نگرانی‌های اصلی در روند مطالعه مولفه‌های اجتماعی آنست که کدام مولفه‌ها به عنوان مولفه اجتماعی تاثیرگذار بر ارزیابی فرایند آسایش حرارتی شناسایی و طبقه‌بندی می‌شوند. این مسئله موجب تشدید تفاسیر نه چندان دقیق و اعمال نظرهای شخصی به دلیل ابهام و یا همپوشانی در مرزهای مولفه‌های اجتماعی می‌گردد. از این دست می‌توان به شواهدی در خصوص مطالعه الگوی رفتاری در خصوص افراد سیگاری و حضور در موقعیت‌های آفتابی به عنوان مولفه اجتماعی تلقی شده است (Zacharias et al., 2004). همچنین در مطالعه مروری چن[۱۷]، تفاوت‌های سنی و جنسیتی نیز به عنوان معیاری اجتماعی طبقه‌بندی شده است (Chen & Ng, 2012). از اینرو به نظر می‌رسد تعریفی دقیق از مولفه‌های اجتماعی با درجه انعطاف‌پذیری مشخص به تناسب شرایط اقلیمی/ فرهنگی موجب استانداردسازی و تنظیم پروتکل‌هایی جهت افزایش اعتبار روند ارزیابی آسایش حرارتی می‌گردد (Shooshtarian, 2015).

محاسبه دمای آسایش

در راستای محاسبه دمای آسایش در مدل سازگاری حرارتی در استانداردهای مختلف روش‌های مختلفی توصیه شده است، از جمله: الف) رگرسیون خطی احساس حرارتی و دمای هوای داخل. در این حالت، چنانچه معادله حاصل برابر صفر قرار داده‌شود، دمای خنثی محاسبه خواهد شد. ب) روش دیگر استفاده از روش تحلیلی رگرسیون پروبیت است که در آن بر مبنای ترجیح حرارتی، دمایی که پاسخ‌ها از حالت نیاز به دمای کمتر به دمای بیشتر تغییر می‌کند به عنوان دمای خنثی شناخته می‌شود. در

این روش‌ها دمای آسایش در ارتباط خطی با دمای هوای بیرون (ASHARE 55) و یا متوسط دمای ماهیانه بیرون (EN 15251) است (Humphreys et al., 2016). در شرایطی که دامنه دمایی سنجش شده محدود و اغلب پاسخ‌های احساس حرارتی بین ۱ تا ۱- باشد، همبستگی متغیرها ضعیف خواهد بود و رگرسیون، ضرایب تعیین پایینی را خواهد داشت. در این حالت توصیه می‌شود جهت محاسبه دمای آسایش از روش Griffith استفاده شود. در این روش نرخ تغییر احساس حرارتی فرد براساس تغییرات دمای داخل (دمای هوا یا دمای کروی) محاسبه می‌شود (Parkinson et al., 2020; Rijal et al., 2017; Rupp et al., 2019).

شیوه تحقیق

همانطور که در منابع مختلف اشاره گردیده‌است مطالعات آسایش حرارتی به دو شیوه اتاق آزمون و مطالعات میدانی انجام می‌گردد (Cheung & Jim, 2017; Taleghani et al., 2013; Wang et al., 2018). در مدل سازگاری حرارتی روش مطالعه میدانی و به صورت خاص‌تر پرسشنامه اهمیت می‌یابد. در مطالعه میدانی که توزیع پرسشنامه و ثبت داده‌های اقلیمی همزمان اتفاق می‌افتد با عنوان مطالعه "همین لحظه، همین مکان" شناخته می‌شود. بدین معنا که به زمان و مکان مشخص وابسته بوده، و به حافظه فرد و یا شاخص‌های آسایش حرارتی برای پیش‌بینی دمای آسایش نیازی ندارد (Humphreys & Nicol, 2018). با مطالعات میدانی در شرایط اقلیمی و فرهنگی متعدد، الگوی جامع پاسخگویی افراد در شرایط محیطی مختلف قابل دستیابی خواهد بود. روش پرسشنامه بر خوداظهاری فرد اتکا داشته و می‌تواند منطق پشت رفتار و عادات فرد را نشان دهد. این روش مقرون‌به‌صرفه برای دریافت تعداد زیادی نمونه است و به صورت آنلاین نیز قابل اجرا است (Gunay et al., 2013).

روش و ابزار پژوهش

روند مطالعه شامل دو بخش می‌باشد:

بخش اول- پرسشنامه سنجش آسایش حرارتی: در این بخش پاسخ‌های حرارتی افراد در قالب احساس حرارتی، رضایت حرارتی، آسایش حرارتی، ترجیح حرارتی (ترجیح دما، رطوبت، جریان هوا و تابش)، پذیرش حرارتی و آسایش حرارتی کلی سوالات اصلی را تشکیل می‌داده‌اند. پاسخ‌های حرارتی فوق براساس منابع مرتبط در مقیاس‌های ۷، ۵ و ۳ گانه مورد سنجش قرار گرفته‌اند. از اینرو پاسخ‌های حرارتی سنجش شده به عنوان متغیر ترتیبی شناخته می‌شوند. این بخش از پرسشنامه براساس استاندارد ASHRAE 55، ISO 10551 و EN-15251 طراحی شده است (Barthelmes et al., 2018; Chung & Lau, 2018; Földváry et al., 2018; Foo & Mavrogianni, 2018; Hong & Yan, 2018; Montazami et al., 2017; Schweiker et al., 2019; Schweiker et al., 2017; Shooshtarian & Rajagopalan, 2017; Wagner & Brien, 2018; Wagner & O'Brien, 2018). البته ضریب آلفای کرونباخ نیز محاسبه شده‌است که با مقدار ۰/۶ قابل قبول بوده و دارای پایایی مناسب است. علاوه بر این ویژگی‌های فردی (سن، جنسیت، قد، وزن)، وضعیت کارایی، سمت و تحصیلات فرد نیز سنجش شده است. قد و وزن براساس به شاخص توده بدن تبدیل شده و به همراه سن در قالب متغیر فاصله‌ای شناخته می‌شوند. واکنش فردی خودآگاه (شامل رفتارهای سازگاری فرد) نیز مورد سوال قرار گرفته است. نوع رفتارهای سازگاری فرد با برداشت از مقالات مختلف شناسایی گردیده‌اند (D'Oca et al., 2017; Damiati et al., 2016; Kim & de Dear, 2018; S. Korsavi, 2018; S. S. Korsavi & Montazami, 2018) که این واکنش‌های ارادی نیز با سنجش به صورت گزینه‌های بلی/ خیر نهایتاً در قالب متغیر اسمی کدگذاری شده‌اند.

بخش دوم - مشاهده: این مرحله خود شامل دو بخش است؛ در وهله اول وضعیت سلامتی افراد (دمای بدن، فشار خون و ضربان قلب) و همچنین شرایط آب‌وهوایی فضای داخل با استفاده از ابزارهای اشاره شده در شکل ۱، اندازه‌گیری شده‌است. در وهله دوم ویژگی‌های نوع پوشش افراد، نوع فعالیت، رنگ پوست، رنگ لباس، وضعیت مصاحبت و وضعیت مراجعین نیز توسط محقق ثبت شده‌است. دما و رطوبت نسبی نیز توسط ابزارهای متحرک در فرایند تکمیل پرسشنامه ثبت شده‌است. دما و رطوبت نسبی به صورت کمی ثبت شده و در تحلیل‌ها به عنوان متغیر فاصله‌ای شناخته می‌شود. نرخ لباس پس از ثبت به صورت کیفی بر مبنای جدول نرخ نسبی لباس در ایران، ارائه شده توسط دکتر شاهین حیدری (Heidari, 2014) و به اعداد کمی معادل تبدیل گردیده است. سایر موارد اشاره شده در مرحله مشاهده نیز به صورت گزینه‌ای ثبت شده و نهایتاً در قالب متغیر اسمی کدگذاری شده‌اند.

توصیف نمونه مورد مطالعه

شهر شیراز از نظر طبقه‌بندی کوپن- گایگر در اقلیم خشک با عنوان اختصاری BSK قرار دارد. ساختمان اداری مدیریت دانشگاه شیراز، به عنوان نمونه مورد مطالعه، واقع در بخش شمالی شهر (N 52/52 -°E 63/29°) و در راستای شمال‌غربی- جنوب‌شرقی در دو بلوک مجزا با اسکلت بتنی و تاسیسات مرکزی فن‌کویل اجرا شده‌است. مجموع مساحت این ساختمان در حدود ۱۳۰۰۰۰ مترمربع است. جهت‌گیری ساختمان با انحراف ۳۰ درجه در راستای شمال‌غربی و جنوب‌شرقی قرار گرفته‌است. به این ترتیب ساختمان امکان دریافت نور و تهویه طبیعی را دارا می‌باشد. در خصوص فضای داخلی نیز کلیه فضاها به صورت پلان باز طراحی شده و دارای

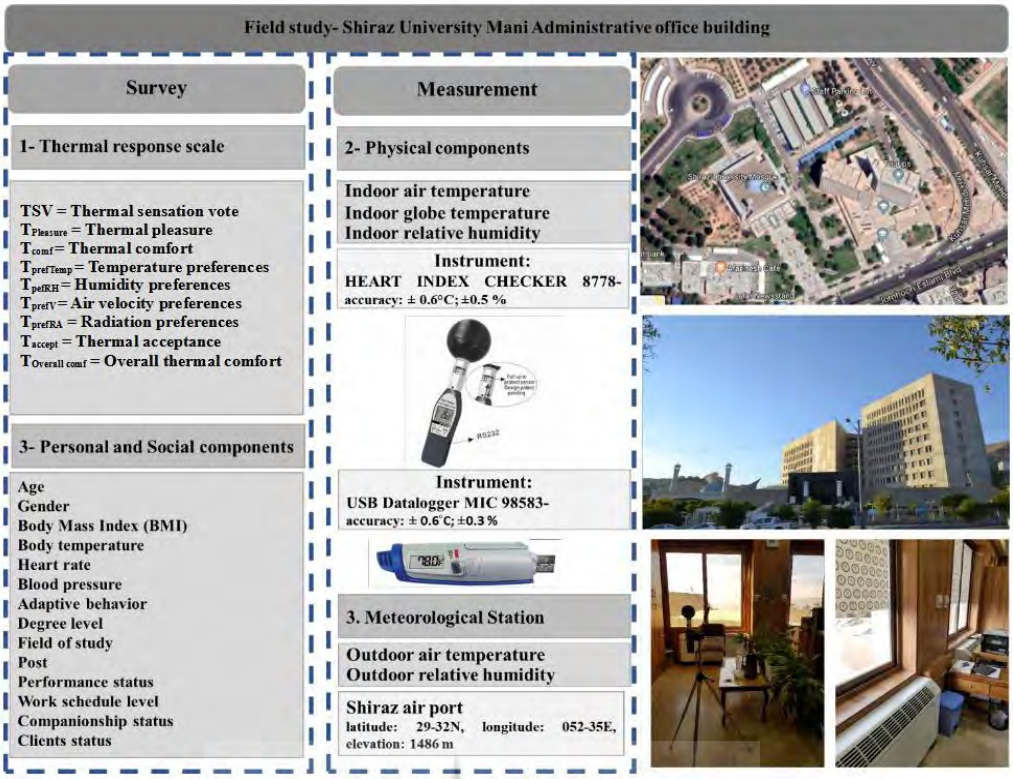

Fig.1. Measured components & used instrument during field study

دیوارهای جداکننده سبک می‌باشند که در بسیاری موارد تا سقف امتداد یافته است. در این ساختمان، سیستم گرمایش از ساعت ۵ صبح با نقطه تنظیم دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد فعال شده و در ساعت ۳ بعدازظهر خاموش می‌گردد.

شیوه انجام پژوهش و روش تحلیل

پیش از شروع توزیع پرسشنامه با ارائه توضیحاتی مبنی بر اهداف پژوهش، تاییدیه مشارکت در پژوهش از هریک از شرکت‌کنندگان هم به صورت شفاهی و هم پس از آن در قالب اولین سوال پرسشنامه گرفته شده‌است. همچنین اجباری به تداوم حضور در صورت احساس نارضایتی نیز وجو نداشته‌است. افراد در اعمال تغییر در محیط آزاد بوده‌اند و هیچ محدودیتی برای افراد در نظر گرفته نشده‌است. هدف سنجش کلیه کارمندان ساختمان مدیریت دانشگاه بوده‌است. این مجموعه شامل ۶۷ نفر کارمند دائمی و ۷۵ نفر کارمند موقتی و دوره‌ای است که جمعا ۱۴۲ نفر می‌شود. در بازه زمانی مطالعه ۱۰۲ کارمند و ۸ دانشجو در محل مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. از اینرو به دلیل محدود بودن تعداد جامعه آماری در ساختمان مدیریت، سعی گردیده کلیه افراد حاضر مورد سنجش قرار گیرند. البته از آنجایی که هدف مطالعه حرکت به سوی مدل‌های فردی است، تعداد کم نمونه مهم نمی‌باشد. از طرفی در مدل‌های فردی تعمیم نتایج با شیوه آماری مطرح نیست. خصوصا در شرایطی که مطالعه تعداد زیادی مولفه هدف می‌باشد، تمرکز بر روی یک ساختمان موجب می‌گردد مولفه‌های اثرگذار شناسایی شده و موارد اضافی حذف گردند تا شرایط برای مطالعات آتی فراهم شود. بنابراین طبق گفته واگنر و برین[۱۸] (Wagner & Brien, 2018) نوع ساختمان و هدف مطالعه (در اینجا بررسی اثر تجمعی مولفه‌ها)، تعداد نمونه را دیکته می‌کند و مسلم است با ضرایب همبستگی پایین‌تری نیز مواجه هستیم. همچنین محدودیت تعداد روزهای مطالعه بدان دلیل مد نظر بوده‌است که سازگاری حرارتی فرد در بلندمدت، موجب روابط ناصحیح متغیرها نگردد. به این ترتیب قابلیت محاسبه حساسیت حرارتی فرد برای محققین ممکن بوده‌است. از طرفی چنانچه تعداد نمونه و انحراف استاندارد احساس حرارتی در فرایند مطالعه در نمودار ارائه شده در صفحه ۲۸۸ کتاب (Humphreys et al., 2016)، خطای مناسبی داشته‌باشد، تعداد نمونه‌ها قابل قبول است. براساس این نمودار، رابطه تعداد نمونه و انحراف استاندارد در این مطالعه در سطح خطای ۰/۲ است که طبق نمودار مذکور قابل قبول است. توزیع پرسشنامه در چهار روز کاری، ۱۵ تا ۱۸ دی‌ماه ۱۳۹۷، از ساعت ۸:۳۰ الی ۱۲:۳۰ در بخش‌های مختلف ساختمان صورت گرفته‌است. علاوه بر پرسشنامه، روند مشاهده و ثبت مولفه‌های محیطی نیز به طور همزمان برای هر فرد انجام شده‌است. پس از گردآوری داده‌ها، ثبت پرسشنامه‌ها در نرم‌افزار Excel 2019 و سپس SPSS 22 صورت گرفته‌است. طی این روند تنها ۱۰۸ پرسشنامه کامل بوده و دو مورد به دلیل نقص اطلاعات حذف گردیدند. پس از آن تحلیل‌ها در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی متناسب با توجه به نوع متغیرهای مد نظر ارائه می‌گردد.

نتایج و یافته‌های پژوهش

نتایج در شش بخش ارائه می‌گردد؛ بدین ترتیب

که در سه بخش ابتدایی آمارهای توصیفی مولفه‌های فردی، اجتماعی، محیطی و پاسخ‌های حرارتی افراد بیان می‌شود و در دو بخش دیگر اثرهای دوگانه و چندگانه مولفه‌های فوق با ارائه آمارهای استنباطی مطرح می‌گردد. در نهایت نیز دمای آسایش محاسبه می‌گردد.

ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان

مولفه‌های فردی مد نظر در فرایند این پژوهش عبارتند از: سن، جنسیت، شاخص توده بدن، دمای بدن، فشار خون، ضربان قلب، نرخ لباس، نرخ فعالیت، رنگ پوست و رنگ لباس (جدول ۱). در این مطالعه از مجموع ۱۰۸ نفر شرکت‌کننده، ۳۷/۹۶ درصد زنان و ۶۱/۱۱ درصد مردان مشارکت داشته‌اند. تفاوت درصد جنسیتی خانم‌ها و آقایان به دلیل توزیع تعداد کل کارمندان دانشگاه است. ۶۰ درصد زنان و ۶۲ درصد مردان گروه سنی ۳۱ تا ۴۵ سال داشته‌اند. حداقل سن زنان ۲۵ و حداکثر ۵۲ بوده‌است؛ در خصوص مردان حداقل سنی ۲۴ و حداکثر سنی ۶۰ سال اعلام شده‌است. ۴۷/۲۲ درصد افراد در مقیاس شاخص توده بدن شرایط قابل قبولی داشته‌اند. ۳۵/۸۰ درصد فشار خون مطلوب و بقیه فشار خون بالا در سطوح مختلف را دارا می‌باشند. ۲۸/۴۰ درصد افراد دمای بدن معادل ۳۶/۸۰ و ۱۸/۹۰ درصد ۳۶/۷۰ را داشته‌اند و سایرین تفاوت‌های دمایی کمی را نشان داده‌اند.

نرخ لباس با در نظر گرفتن میزان عایق بودن صندلی (برای افراد با وضعیت نشسته) محاسبه شده‌است (جدول ۱). از آنجایی که بازه زمانی چهار روزه، مورد سنجش بوده‌است تغییرات لباس چندان مشاهده نمی‌شود. در خصوص نرخ فعالیت نیز با توجه به ثابت بودن نوع فعالیت در ساختمان اداری ۹۷/۲۲ درصد افراد در حال نشسته و مشغول انجام امور اداری سبک بوده و تنها ۲/۸۸ درصد به صورت ایستاده و یا تغییر وضعیت در مدت زمان پاسخگویی داشته‌اند. در واقع نوع فعالیت مستقل از تغییرات روز و ساعات در طول مطالعه میدانی بوده‌است و با تفاوت‌های جزئی در شدت و سختی کار در طول مطالعه یکسان بوده‌است. زنان (با میانگین ۰/۸۱) پوشش بیشتری به نسبت مردان (با میانگین ۰/۵۴) داشته‌اند. نرخ لباس زنان بین ۰/۶۳ تا ۱/۳۰ و برای مردان بین ۰/۳۷ تا ۰/۸۱ را داشته‌اند. بیشترین نرخ لباس برای زنان ۰/۹۷ با ۶۸/۳ درصد و برای مردان ۰/۴۷ با ۴۳/۹ درصد را به خود اختصاص داده‌است. ۹۸/۴۸ درصد زنان و ۹۵/۱۲ درصد مردان نرخ فعالیت مشابه داشته‌اند. نرخ لباس در گروه سنی ۳۱ تا ۴۵ سال که بیشترین تعداد کارکنان را شامل می‌شود به طور متوسط ۰/۶۵ بوده است. حداقل پوشش در این گروه سنی برابر ۰/۳۷ می‌باشد که به نسبت دو گروه سنی جوان‌تر و مسن‌تر، میزان کمتری را به خود اختصاص می‌دهد. از اینرو مشخص است افراد جوان و مسن به نسبت افراد میان‌سال پوشش بیشتری را داشته‌اند. در بازه زمانی مطالعه میدانی، حداقل نرخ لباس با میانگین۰/۵۷ به روز دوم و حداکثر نرخ لباس با میانگین ۰/۷۳ به روز چهارم اختصاص دارد. وضعیت سلامتی افراد نیز در جدول ۱، با معیارهایی همچون دمای بدن، ضربان قلب و فشار خون آمده است.

Table 1. Report of personal component

Index	Unit	Min	Max	Mean	SD
Age	Year	24	60	39.10	7.814
Body Mass Index (BMI)	-	14.90	37.78	25.47	3.65
clothing insulation values (Clo)	ClouV	0.37	1.17	0.65	0.187
Metabolic rate	MET	1.20	1.55	1.21	0.578
Blood pressure	mmHg	87.77	183.13	126.87	17.63
Heart Rate	Pulse	49	98	74.59	9.76
Body temperature	°C	34	37	36.52	0. 45

جنبه‌ای از مولفه‌های فردی بر واکنش و سازگاری فرد با شرایط سروکار دارد. رفتارهای سازگاری به عنوان واکنش خودآگاه فرد در جهت تطبیق با شرایط محیطی و به طور خاص تامین آسایش حرارتی است. شکل ۲، پاسخ مثبت و منفی افراد در انتخاب هر یک از این نوع رفتارها را نشان می‌دهد. همانطور که دیده می‌شود درصد عدم انتخاب رفتار مورد اشاره در کلیه موارد بیشتر از پاسخ مثبت است. بیشترین درصد نیاز به تغییر مربوط به نیاز نوشیدنی خنک و پس از آن بازکردن پنجره است. کمترین درصد نیز مربوط به کاهش لباس است که با توجه به نوع پوشش خاص در فضای اداری قابل قبول است. با توجه به آن‌که مطالعه در فصل زمستان انجام شده‌است این ترجیحات قابل تامل است از طرفی مسئله مهم آنست که ۸۴/۴ درصد افراد عدم امکان تغییر در محیط را گوشزد نموده‌اند.

ویژگی‌های اجتماعی شرکت‌کنندگان

با اتکا به مرور ادبیات، مواردی همچون وضعیت مصاحبت افراد، وضعیت مراجعین، رشته تحصیلی، سمت، وضعیت کارایی و سطح برنامه‌کاری فرد به عنوان مولفه‌های اجتماعی در محیط اداری شناخته می‌شود (جدول ۲). در این پژوهش ۵۵ درصد شرکت‌کنندگان در رشته علوم انسانی و ۴۱ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد می‌باشند. در مورد وضعیت مصاحبت لازم به ذکر است ۴۴/۴ درصد افراد به صورت انفرادی در فضا حضور داشته‌اند، ۳۸/۹ درصد در اتاق‌های دو نفره و ۱۶/۷ در اتاق‌های بیشتر

از دو نفره مشغول به فعالیت بوده‌اند. ۸۴ درصد کارکنان بدون مراجع در زمان مطالعه بوده‌اند و ۲۴ درصد کمتر از ۵ نفر مراجع داشته‌اند. البته از آنجایی که سعی گردیده‌است در روند برداشت اطلاعات خللی در روند کاری و ارائه خدمات کارکنان پیش نیاید این درصد قابل قبول است. وضعیت کارایی و سطح برنامه‌کاری براساس مقیاس ۵ گانه لیکرت مورد سوال قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد ۷۵ درصد افراد وضعیت کارایی خود را در روز مطالعه و تحت شرایط آب‌وهوایی فعلی، معمولی گزارش نموده‌اند و ۱۳/۹ بیشتر از شرایط معمول بهره‌وری داشته‌اند و ۷/۴ افراد بهره‌وری خود را کمتر از شرایط معمول توصیف نموده‌اند. در خصوص سطح برنامه‌کاری در مقایسه با روز قبل نیز ۵۰ درصد افراد وضعیت معمولی را گزارش نموده‌اند؛ ۳۲/۴ درصد شرایط را پرکارتر و ۱۴/۸ خیلی پرکار مطرح نموده‌اند.

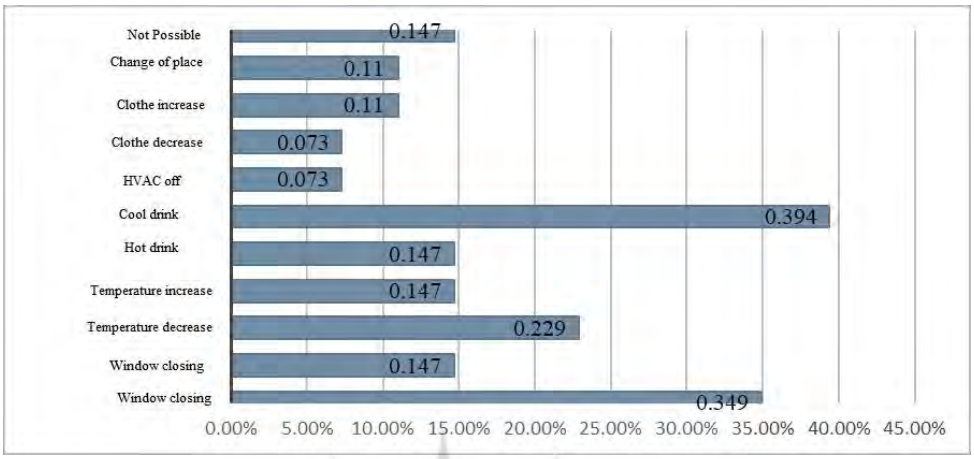

Fig.2. Percentage of choosing adaptive behavior

Table 2. Report of personal component

Index	Group/ Percentage	Group/ Percentage	Group/ Percentage	Group/ Percentage	Group/ Percentage
Gender	Women: 37.6	Men: 60.60		-	-
Face color	Light: 22	Medium: 73.4	Dark: 3.7	-	-
Clothe Color	Light: 15.6	Medium: 43.1	Dark: 40.4	-	-
Performance status	2:0.9	1:7.4	0: 75	-1: 13.9	-2: 2,8
Work schedule level	2: 0.9	1: 1.9	0.50	-1: 32.4	-2: 14.8
Companionship status	Single room: 44.4	Double room: 38.9	Multiple room: 16.7	-	-

مولفه‌های محیطی و پاسخ‌های حرارتی افراد

دو متغیر دمای هوا و رطوبت نسبی توسط ابزار مورد اشاره در روش و ابزار پژوهش، ثبت گردیده‌اند. تغییرات دما و رطوبت در روزهای مطالعه در جدول ۳، آورده شده‌است. دمای هوا هم در فضای داخل ثبت شده‌است و همزمان اطلاعات نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی نیز ثبت گردیده‌است (شکل ۱). براساس شرایط آب‌وهوایی بیرون، گرم‌ترین روز در این بازه، روز دوم با میانگین دمایی ۶۸/۱۵ درجه سانتی‌گراد بوده‌است. تغییرات دمایی در بازه زمانی برداشت در روز اول بیشترین مقدار را داشته‌است. میانگین رطوبت نسبی در روز سوم برداشت بیشتر (۴۲/۴۲٪) ثبت شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در روز سوم برداشت، با ثبات دمای بیشتری در بازه زمانی سنجش مواجه بوده‌ایم. روزهای مطالعه، روزهای صاف، با ابرهای پراکنده جزئی و بدون بارندگی بوده است. جهت اطمینان از آنکه روزهای مطالعه یک شرایط خاص (استثنا) نمی‌باشند، میانگین دما و رطوبت نسبی با آمار ۱۰ ساله شهر شیراز در دی ماه نیز مقایسه شده‌اند. از این نظر میانگین دما شرایط مطالعه با آمار بلندمدت مشابه بوده ولی رطوبت نسبی کمتر بوده‌است که با توجه به خشکسالی‌های اخیر در شهر شیراز قابل قبول است. دستگاه مورد استفاده در محل، سه متغیر دمای هوا، رطوبت نسبی و دمای کروی را گزارش می‌دهد. تفاوت میان دمای هوا و دمای کروی بسیار جزئی است و قابلیت استفاده به جای یکدیگر در روند مطالعه وجود دارد. میانگین دمایی هوای داخل در روز سوم سردترین و روز چهارم گرم‌ترین روز مورد سنجش بوده‌اند. البته همانطور که دیده می‌شود به دلیل سنجش در ساعات ابتدایی صبح و همچنین نزدیکی به ظهر، طیف دمایی با اختلاف حدود ۳ درجه دیده می‌شود. در مورد رطوبت نسبی کمترین میزان در روز دوم و بیشترین درصد در روز چهارم ثبت شده‌است. از آنجایی که برداشت در فصل زمستان انجام شده‌است جریان هوایی وجود نداشته‌است و در اغلب فضاها کمتر از ۰/۲ متر بر ثانیه بوده‌است. این مقدار با رقم گزارش شده در مطالعات فضاهای دیگر با تهویه مکانیکی مشابه می‌باشد (Humphreys et al., 2016; Parkinson et al., 2020). از اینرو جریان هوا در کلیه فضاها ثابت فرض شده است.

Table 3. Report of physical components

Index	Unit	Min	Max	Mean	SD
Indoor air temperature	°C	21.8	25.3	23.7	0.813
Indoor globe temperature	°C	21.4	25.6	23.5	0.943
Indoor Relative humidity	%	17.5	36.5	23.6	3.46
Outdoor temperature	°C	12.1	18.4	15.2	1.329
Outdoor Relative humidity	%	23.50	46	34.9	7.48

ادراک حرارتی کاربران با استفاده از پاسخ‌های حرارتی شامل احساس حرارتی، آسایش حرارتی، رضایت حرارتی، ترجیح حرارتی (دما، رطوبت، جریان هوا و تابش)، پذیرش حرارتی و آسایش حرارتی کلی مورد مطالعه قرار گرفته‌است. شکل ۳، درصد فراوانی پاسخ‌های حرارتی مذکور را به تفکیک گزینه‌های هر پاسخ حرارتی نشان می‌دهد.

میانگین احساس حرارتی ۰/۴-، میانگین آسایش حرارتی ۶، میانگین رضایت حرارتی ۴/۷۸، میانگین ترجیح دمایی ۰/۳-، میانگین ترجیح رطوبت ۰/۱۸- ، ترجیح جریان هوا ۰/۳۵-، ترجیح تابش ۰/۳۲-، پذیرش حرارتی ۰/۸۵ و آسایش حرارتی کلی برابر با ۴/۹۴ می‌باشد. با مقیاس آسایش حرارتی، رضایت حرارتی و آسایش حرارتی کلی بیش از ۸۰ درصد افراد در شرایط آسایش قرار دارند. براساس میانگین احساس حرارتی افراد در شرایط خنثی از نظر دمایی (در نزدیکی میانه طیف) قرار دارند. با این وجود براساس مقیاس ترجیح حرارتی هنوز نیاز به تغییراتی در میان کاربران وجود داشته‌است. از آنجایی که در مدل‌های آسایش حرارتی فردی هدف تامین آسایش ۱۰۰ درصدی برای کلیه افراد است این میزان نارضایتی براساس تاثیر مولفه‌های فردی و اجتماعی سنجیده می‌شود. در ادامه وضعیت پاسخ‌های حرارتی افراد با اتکا به مولفه‌های فردی و اجتماعی ارائه شده‌است.

میانگین احساس حرارتی برای زنان ۰/۲۰- و برای مردان ۰/۰۶ است. این اعداد نشان می‌دهد که زنان بیشتر احساس سرما نموده‌اند. از این میان ۹۵/۱ درصد زنان و ۹۲/۵ درصد مردان در شرایط خنثی از نظر حرارتی قرار دارند؛ که در هر دو حالت بیش از حد استاندارد ۸۰ درصدی مد نظر اشری می‌باشد. میانگین احساس حرارتی برای گروه سنی ۱۸-۳۰ سال برابر با صفر، برای گروه سنی ۳۱-۴۵ سال برابر با ۰/۶۰- و برای گروه سنی ۴۶-۶۰ سال برابر با ۰/۱۱- است. در واقع افراد با سن بالاتر به سمت شرایط کمی‌گرم سوق داشته‌اند. این مسئله به دلیل تفاوت نرخ پوشش افراد و ترجیح حرارتی افراد، قابل توجیه است.

میانگین آسایش حرارتی در زنان برابر با ۵/۹۵ و در مردان ۶ اعلام شده‌است. از میان زنان ۴۳/۹ درصد و از میان مردان ۳۵ درصد در شرایط "آسایش کامل" به سر می‌برند. میانگین رضایت حرارتی ۴/۶۸ در زنان و ۴/۸۲ در مردان است. که ۳۹ درصد زنان و ۴۰/۹ درصد مردان شرایط "معمولی" را گزارش نموده‌اند. میانگین آسایش حرارت کلی برای زنان ۴/۷۸ و برای مردان ۵/۰۶ محاسبه شده‌است. ۶۱ درصد زنان و ۴۵/۵ درصد مردان گزینه "قابل تحمل" را انتخاب نموده‌اند.

بیشترین میزان آسایش حرارتی مربوط به گروه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال است با میانگین ۳۹/۶ برای آسایش حرارتی؛ ۵/۱۱ برای رضایت حرارتی و ۵/۳۸ برای آسایش کلی. کمترین میزان آسایش نیز برای گروه سنی ۳۱ تا ۴۵ سال با میانگین ۵/۸۴ در مقیاس آسایش حرارتی؛ ۴/۵۸ در مقیاس رضایت حرارتی و ۴/۷۲ در مقیاس آسایش کلی می‌باشد. بنابراین گروه سنی پایین‌تر آسایش حرارتی بالاتری را داشته‌اند.

آسایش حرارتی با میانگین ۶/۵۰، رضایت حرارتی و آسایش کلی هریک با میانگین ۵/۵۰ برای شاخص توده بدن کمتر ۱۸/۵ بالاترین میانگین را داشته‌است. کمترین میزان آسایش حرارتی با میانگین ۴/۳۰ و کمترین میزان آسایش حرارتی کلی با میانگین ۴ برای شاخص توده بدن ۳۵ تا ۴۰ است در حالی که کمترین میزان رضایت

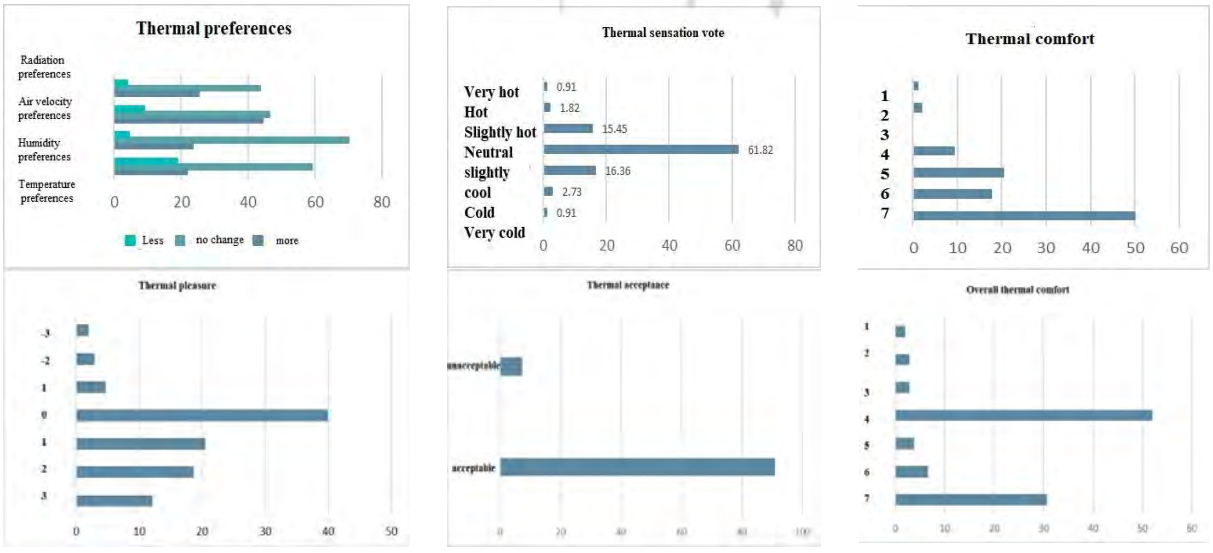

Fig.3. Percentage of thermal responsesr

حرارتی با میانگین ۳/۶۸ برای شاخص توده بدن در بازه ۳۰ تا ۳۴ ثبت شده است. همانطور که دیده می‌شود هرچه شاخص توده بدن بالاتر می‌رود میزان آسایش و رضایت حرارتی کمتر می‌شود.

۳ درصد از زنان و ۵ درصد از مردان شرایط را غیرقابل قبول توصیف نموده‌اند. در این میان ۷/۵ درصد از گروه سنی ۳۱ تا ۴۵ سال و ۱۵/۸ درصد از گروه سنی ۴۶ تا ۶۰ بوده‌اند. ۱۴ درصد شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ و ۱۴/۳ شاخص توده بدنی ۳۰ تا ۳۵ داشته‌اند. درصد بیشتری از این افراد دارای فشار خون بالا و یا دمای بدن آنها بالاتر و یا پایین‌تر سطح استاندارد بوده‌است. بنابراین سن و شاخص توده بدنی بالاتر موجب گردیده افراد شرایط را غیرقابل توصیف نمایند.

ترجیح حرارتی افراد با فشار خون بالا به سمت دمای پایین‌تر (با میانگین ۰/۰۶-)، رطوبت بیشتر (میانگین ۰/۱۵-)، جریان هوای بیشتر (میانگین ۰/۳۲-) و تابش کمتر (با میانگین ۰/۸۷) متمایل است. بیشترین تعداد گروه سنی در بازه ۳۱ تا ۴۵ سال قرار دارند که میانگین ترجیح دمایی آنان ۰/۱۲، ترجیح رطوبت ۰/۱۵-، ترجیح جریان هوا ۰/۳۰- و ترجیح تابش ۰/۰۱- است. یعنی این گروه سنی دمای بالاتر، رطوبت، جریان هوا و تابش بیشتر را خواستار می‌باشند. گروه سنی ۱۸ تا ۳۰ و ۴۶ تا ۶۰ در خصوص ترجیح رطوبت، جریان هوا و تابش، نیز روند مشابهی را داشته‌اند؛ اما در خصوص ترجیح دمایی خواستار دمای پایین‌تر بوده‌اند برخلاف گروه سنی ۳۱ تا ۴۵ سال.

با در نظر گرفتن دمای بدن میانگین احساس حرارتی در افراد دارای دمای بدن نرمال برابر با ۰/۵-، در افراد دارای دمای پایین برابر با ۰/۲۲- و در افراد دارای دمای بالا برابر با ۰/۶۷ می‌باشد. آسایش حرارتی در هر سه گروه از نظر دمای بدن در سطح نسبتا آسایش قرار دارد. با مقیاس رضایت حرارتی در سطح کمی دلپذیر در هر سه گروه دمایی مواجه‌ایم. ترجیح دمایی در گروه دمای بدن پایین و نرمال بدون تغییر و در دمای بدن بالا به سمت خواستار دمای پایین‌تر می‌باشند. ترجیح رطوبت در گروه اول و دوم به سمت رطوبت بیشتر و در گروه سوم بدون تغییر می‌باشد. ترجیح جریان هوا نیز مشابه ترجیح رطوبت است. ترجیح تابش در گروه اول و دوم دمای بدن بدون تغییر و در گروه سوم که دمای بالاتری را نیز داشته‌اند به سمت نیاز به تابش بیشتر سوق داشته است.

تاثیر مولفه‌های فردی و اجتماعی بر پاسخ‌های حرارتی

در این بخش سعی گردیده براساس نوع مقیاس هر مولفه، همبستگی پاسخ‌های حرارتی با مولفه‌های فردی و اجتماعی، با ضریب مناسب ارائه و معناداری، شدت و جهت ارتباط مشخص گردد. همانطور که در جدول ۴ دیده می‌شود ترجیح تابش با نرخ لباس و پذیرش حرارتی با رنگ پوست و دمای بدن ارتباط معنادار و مستقیمی دارد. پذیرش حرارتی با سن، آسایش حرارتی با ضربان قلب و رضایت حرارتی، ترجیح تابش و پذیرش حرارتی با شاخص توده بدن ارتباط معنادار و معکوسی را نشان می‌دهد. شدت همبستگی در موارد ذکر شده ضعیف می‌باشد. با توجه به موارد معنادار، چنانچه رگرسیون خطی چند متغیره نیز محاسبه شود، مدل‌های زیر برای هر مورد تدوین خواهد شد. طبق جدول ۵، مدل‌های رگرسیونی در صورت معنادار بودن ارائه گردیده‌اند. آنچه مشخص است ضریب تعیین در خصوص این مدل‌ها درصد واریانس پایینی را در تحلیل‌های آماری نشان می‌دهد اما این درصد در مطالعات سازگاری حرارتی قابل قبول است. این مسئله از ضرایب همبستگی با شدت ضعیف در جدول ۴ هم دیده می‌شود.

علاوه‌بر بررسی رابطه خطی مولفه‌های فردی و پاسخ‌های حرارتی، اثر همزمان مولفه‌های محیطی، فردی و پاسخ‌های حرارتی نیز بررسی شده‌است. مدل‌های ۴ تا ۷ در جدول ۵، از این رابطه‌ها به دست آمده‌اند.

Table 4. Correlation between personal components and thermal scale responses

Index	TSV	$T_{Pleasure}$	T_{comf}	$T_{prefTemp}$	T_{pefRH}	T_{prefV}	T_{prefRA}	T_{accept}	$T_{Overall\ comf}$
Gender	0.123	0.051	0.056	0.006	-0.117	0.011	-0.165	-0.010	0.103
Age	0.024	-0.101	-0.044	0.042	0.007	0.178	-0.125	-0.208*	-0.051
clothing insulation values (Clo)	-0.079	-0.072	-0.064	0.006	0.068	0.079	0.089	0.048	0.034
Metabolic rate	-0.011	-0.042	0.017	0.036	0.166	0.095	0.223*	0.005	0.000
Blood pressure	-0.032	-0.087	0.110	-0.024	0.092	0.135	-0.091	-0.124	0.046
Heart Rate	0.095	-0.072	-0.203*	-0.168	0.033	-0.071	0.036	-0.115	0.018
Body temperature	0.098	-0.014	-0.080	-0.025	-0.119	-0.141	-0.009	0.199*	-0.045
Body Mass Index (BMI)	-0.043	-0.026**	-0.154	-0.002	-.156	-0.001	-0.246*	-0.231*	-0.23
Face color	0.008	0.076	0.046	0.017	-0.062	0.131	-0.070	0.205*	-0.092
Clothe Color	0.035	-0.137	-0.171	-0.078	-0.104	-0.038	0.163	0.044	0.041
Body posture	-0.079	-0.072	-0.064	0.006	0.068	-0.79	-0.098	0.048	0.034

*** : P value < 0.05; **: P value, 0.01**

TSV= Thermal sensation vote; $T_{Pleasure}$ = Thermal pleasure; T_{comf}= Thermal comfort; $T_{prefTemp}$= Temperature preferences; T_{pefRH}= Humidity preferences; T_{prefV}= Air velocity preferences; T_{prefRA}= Radiation preferences; T_{accept}= Thermal acceptance; $T_{Overall\ comf}$= Overall thermal comfort.

Table 5. Regression Model of personal components and thermal responses

Model Number	Sig	R^2	Regression model
1	0.101	*P<05*	$T_{prefRA} = 0.881 + 0.734\ (ClouValu) - 0.051\ (BIM)$
2	0.047	*P<05*	$T_{comf} = 7.855 - 0.025\ (heartrate)$
3	0.082	*P<05*	$T_{pleasure} = 7.388 - 0.103\ (BIM)$
4	0.047	*P<05*	$T_{prefTemp} = 0.056 - 0.137\ (Rh_{in})$
5	0.066	*P<05*	$T_{prefV} = 0.198 + 0.116\ (Rh_{in}) + 0.096\ (BIM)$
6	0.132	*P<001*	$T_{prefV} = 0..353 + 0.155(T_{in}) + 0.183\ (Rh_{in}) - 0.108\ (ClouValu)$
7	0.190	*P<001*	$T_{prefRA} = -0.064 - 0.129(T_{in}) + 0.159\ (Rh_{in}) - 0.129\ (ClouValu) + 0.224\ (BIM)$

همان‌طور که در جدول ۵ دیده می‌شود، مولفه‌های فردی به تنهایی گزینه مناسبی برای پیش‌بینی پاسخ‌های حرارتی نمی‌باشند و مسلم است نمی‌توان اثر مولفه‌های محیطی را نادیده گرفت. با اعمال اثر مولفه‌های محیطی، دیده می‌شود که ترجیح جریان هوا و تابش با درصد بالاتری شرایط را توصیف می‌کنند. این همان موضوعی است که در بررسی پاسخ‌های حرارتی نیز دیده‌شد. یعنی افراد با وجود احساس حرارتی خنثی (در طیف ۱ تا ۱- براساس استاندارد اشری) نیاز اساسی به تغییر در سطح رطوبت و تابش در محیط دارند. در وهله بعد برای آنکه رابطه پاسخ‌های حرارتی با واکنش فرد مشخص گردد، احساس حرارتی به عنوان عاملی که به تصمیم‌گیری برای واکنش می‌انجامد انتخاب گردیده است.

جهت بررسی اثر تعاملی میان احساس حرارتی (به عنوان متغیر وابسته پیوسته و معیاری که فرد را به تغییر محیط و واکنش وا می‌دارد) و رفتارهای سازگاری (به عنوان متغیر مستقل مقوله‌ای) از آزمون آنوا یک‌راهه بین‌گروهی[۱۹] استفاده شده است. در این روش ابتدا دو رفتار بازکردن و بستن پنجره همزمان وارد مدل شده و اثر متقابل آن‌ها با احساس حرارتی مورد سنجش قرار گرفته است و معنی‌دار و شدت رابطه براساس ضریب مجذور اتای تفکیکی[۲۰] محاسبه شده‌است تا نسبتی از کل واریانس تبیین شده به‌وسیله متغیر مستقل را مشخص نماید. پس از آن به ترتیب سایر رفتارهای سازگاری وارد مدل شده و اثرات سنجیده شده‌اند. از آنجایی که در نرم‌افزار Spss چنانچه بیش از هشت متغیر وارد شوند جزئیات همبستگی را نشان نمی‌دهد، جهت بررسی دقیق‌تر، بار دیگر رفتارهای سازگاری با ترتیب معکوس وارد محاسبات گردیده و نتایج از هر دو مسیر مورد بررسی قرار گرفته تا ضمن بررسی معنی‌داری، شدت همبستگی نیز مشخص شود. جدول ۶ خروجی نتایج را نشان می‌دهد. در این جدول در هر مرحله روابط دوگانه، سه‌گانه و الی آخر چک شده و در صورت معنی‌داری روابط گزارش شده است.

در خصوص ضریب مجذور اتای تفکیکی قابل ذکر است این عدد هرچه به عدد یک نزدیک‌تر باشد نشان از درصد بالاتری از قابلیت تبیین متغیر وابسته توسط متغیر مستقل است. آنچه مشخص

Table 6. Report of one-way ANOVA between TSV & adaptation Behavior

Steps	Independent Variable	Significance with dependent Variable	n2
1	window Opening/ closing	-	-
2	window Opening/ closing; temperature decrease	window Opening	0.054
		window Opening & temperature decrease	0.073
3	window Opening/ closing; temperature decrease. increase	-	-
4	window Opening/ closing; temperature decrease. Increase; Hot drink	-	-
5	window Opening/ closing; temperature decrease. Increase; Hot/ cool drink	-	-
6	window Opening/ closing; temperature decrease. Increase; Hot/ cool drink; HVAC off	HVAC off	0.067
7	window Opening/ closing; temperature decrease. Increase; Hot/ cool drink; HVAC off/ on	-	-
8	window Opening/ closing; temperature decrease. Increase; Hot/ cool drink; HVAC off/ on; Place change	window closing & HVAC off	0.063
9	window Opening/ closing; temperature decrease. Increase; Hot/ cool drink; HVAC off/ on; Place change; Clothe decrease	Place change & Clothe decrease	0.041
10	window Opening/ closing; temperature decrease. Increase; Hot/ cool drink; HVAC off/ on; Place change; Clothe/ increase decrease	HVAC off & Clothe increase	0.080
11	window Opening/ closing; temperature decrease. Increase; Hot/ cool drink; HVAC off/ on; Place change; Clothe/ increase decrease/ not possible	Place change & not possible	0.105
		temperature decrease & not possible	0.068

است کاربران تحت تاثیر احساس حرارتی خود تمایل به اعمال رفتارهای سازگاری در محیط داشته‌اند ولی با توجه به ضریب ارائه شده، امکان تغییر در محیط بسیار محدود بوده است. مسئله دیگر سنجش ارتباط پاسخ‌های حرارتی با مولفه‌های اجتماعی است. آنچه جدول ۷ نشان می‌دهد، ارتباط معنادار رضایت حرارتی و آسایش حرارتی با رشته تحصیلی و وضعیت کارایی، دمای قابل قبول و آسایش حرارتی کلی با وضعیت کارایی وجود دارد. از آنجایی که رضایت حرارتی و آسایش حرارتی دو متغیری است که ممکن است جنبه‌های دیگری را نیز در بر داشته‌باشد نمی‌توان به سادگی این همبستگی را در جهت تصمیم‌گیری مدل‌های حرارتی مورد استفاده قرار داد. از اینرو مدل‌های رگرسیون در این مرحله محاسبه نشده است.

Table 7. Correlation between social components and thermal scale responses

Index	Degree Level	Post	Field of study	Performance status	Work schedule level	Companionship status	Clients status
TSV	0.437	0.384	0.445	0.315	0.398	0.017	0.014
$T_{Pleasure}$	0.455	0.529	0.666**	0.398	0.458	0.327	0.13
T_{comf}	0.403	0.451	0.622**	0.458	0.368	0.308	0.008
$T_{prefTemp}$	0.274	0.343	0.290**	0.368	0.240	0.226	0.004
T_{pefRH}	0.304	0.304	0.306	0.240	0.323	0.073	0.013
T_{prefV}	0.325	0.427*	0.263	0.323	0.303	0.085	0.010
T_{prefRA}	0.389	0.388	0.271	0.260	0.295	.083	0.007
T_{accept}	0.232	0.151	0.137	0.447**	0.196	0.158	0.018
$T_{Overall\ comf}$	0.457	0.537	0.349	0.709**	0.461	0.327	0.022

*** : P value < 0.05; **: P value, 0.01**

اثر جمعی مولفه‌های محیطی، فردی و اجتماعی بر پاسخ‌های حرارتی

از آنجایی که هدف این پژوهش بررسی اثر همزمان مولفه‌های فردی، اجتماعی و محیطی است، مدل‌های پیش‌بین با استفاده از اثر مجموع این مولفه‌ها بر روی پاسخ‌های حرارتی مورد مطالعه قرار گرفته‌است. بنابراین رگرسیون خطی چندگانه به گونه‌ای اجرا شده‌است که در هر مرحله پاسخ‌های حرارتی متغیر وابسته و مولفه‌های فردی، اجتماعی و محیطی متغیر مستقل به شمار می‌روند. در خصوص رگرسیون خطی چندگانه مسئله هم‌خطی با ضرایب VLF، Tolerances، Eigenvalue و Condition Index و در صورت وجود هم‌خطی، متغیرها براساس نمره استاندارد Z در مدل وارد شده‌اند، بررسی شده‌اند. مورد دیگر در محاسبه این نوع رگرسیون، چگونگی ورود متغیرها به فرایند محاسبه است که با بررسی روش‌های مختلف، شیوه پس‌رونده توصیف بهتری از روابط متغیرها را نشان داده است. از اینرو در جدول ۸ تنها به ذکر مدل‌های معنی‌دار پیش‌بینی‌کننده بسنده نموده‌ایم.

در مورد هر مدل مقدار میانگین، حداقل و حداکثر متغیرهای دخیل جایگزین شده و مقدار تغییرات پاسخ‌های حرارتی محاسبه شده است. با مقیاس رضایت حرارتی، ادراک افراد، در حالت مقادیر میانگین و حداقلی در شرایط معمولی و در حالت مقادیر حداکثری در شرایط نسبتاً دلپذیر قرار دارد. با مقیاس آسایش حرارتی کلی، ادراک حرارتی افراد در حالت مقادیر میانگین در سطح قابل تحمل، در حالت مقادیر حداقلی متغیرها در شرایط کمی غیرقابل تحمل و مقادیر حداکثری در شرایط کاملاً قابل تحمل قرار می‌گیرد.

Table 8. Regression model of thermal responses based on personal, environmental and social components

Model Number	Sig	R^2	Regression model
1	0.000^{**}	0.152	$T_{pleasure} = 6.635 + 0.250\ (FieldGroup) - 0.092(BMI) + 0.368\ (Performancestatus)$
2	0.000^{**}	0.196	$T_{overall\ comfo} = 3.792 + 0.507\ (gender) + 0.341\ (PostGroup) + 0.584\ (Performancestatus)$

همانطور که دیده می‌شود متغیرهای دخیل در این دو مقیاس رضایت حرارتی و آسایش حرارتی کلی را به صورت قابل توجهی تحت تاثیر قرار می‌دهند. اما مسئله مهم آنست که با توجه به حذف شدن متغیرهای محیطی در روند پیش‌بینی مشخص است این دو مقیاس، معیاری مناسب برای سنجش شرایط حرارتی افراد به شمار نمی‌روند چراکه آسایش فرد را در سطح گسترده‌تری (رضایتمندی کلی) مورد توجه قرار می‌دهند.

محاسبه دمای آسایش

همانطور که در ابتدای مقاله ذکر گردید دمای آسایش با استفاده از روش Griffith محاسبه شده‌است (Damiati et al., 2015; Humphreys et al., 2013; Michael A. Humphreys et al., 2016; Martín et al., 2017; Parkinson et al., 2020; Rijal et al., 2017; Rupp et al., 2019). در این روش با استفاده از دمای هوا، ترجیح حرارتی و ضریب آلفای ۰/۵، دمای آسایش محاسبه شده است. دمای آسایش ۲۷/۶-۱۹/۵ با میانگین ۲۳/۶ درجه سانتیگراد می‌باشد. چنانچه گروه‌های احساس حرارتی با فراوانی بسیار کم را به دسته بالاتر منتقل کنیم، طیف آسایش بین ۲۱

تا ۲۶ درجه سانتیگراد باقی می‌ماند. پس از محاسبه دمای آسایش، ارتباط آن با مولفه‌های محیطی، فردی و اجتماعی بررسی شده است و مدل حاصل در جدول ۹ ارائه شده است. همانطور که دیده می‌شود، دمای آسایش فقط براساس دمای هوای و رطوبت نسبی داخل قابل پیش‌بینی می‌باشد.

Table 9. Thermal temperature calculation based on personal, environmental and social components

Model Number	Sig	R^2	Regression model
1	0.000^{**}	0.372	$T_{Griffith} = 23.358 + 1.049\ (T_{in}) + 0.414(RH_{in})$

مقایسه نتایج با تحقیقات پیشین

در این پژوهش $MT_{comfo\text{-}Griffith}$ [۲۱] زنان ۲۳/۷ و مردان ۲۳/۳ درجه سانتی‌گراد بوده است که با تفاوت جزئی، زنان نیاز به دمای آسایش بالاتری داشته‌اند. این موضوع در محاسبه حساسیت حرارتی نیز مشاهده شده‌است. ترجیح دمایی دو گروه تفاوتی در حد ۰/۰۱ را دارد که بسیار جزئی است. اما تفاوت در احساس حرارتی (۲۴/۵ درصد زنان و ۱۸ درصد مردان احساس حرارتی خنک تا سرد داشته‌اند) موجب تفاوت در دمای آسایش ترجیحی افراد شده‌است. این رقم با تفاوت ۴۰ و ۱۶ درصد در (Karjalainen, 2007) اشاره شده است. مسلم است طبق سایر تحقیقات زنان به شرایط دمایی حساس‌ترند اما از نظر تغییر در محیط زنان سازگارتر می‌باشند (Forgiarini et al., 2018; Indraganti & Rao, 2010). اما در این پژوهش دیده شد که تفاوت محسوسی در خصوص ترجیح دمایی میان دو گروه وجود ندارد. با این حال زنان ۸۸ درصد و مردان ۸۳ درصد عدم امکان تغییر در محیط را گزارش داده‌اند. این مسئله نیز مطالعه شده‌است که مردان بیشتر از امکان تغییر در محیط استفاده می‌کنند (Karjalain-en, 2007). با توجه به MClouV [۲۲] ۰/۸۱ و ۰/۵۵ برای زنان و مردان و همچنان نیاز به دمای بالاتر برای زنان می‌توان این مسئله را در میانگین فشار خون و دمای بدن پایین‌تر زنان توجیه نمود. قابل ذکر است MClouV در بررسی دومین پایگاه داده اشری ۰/۶۷ گزارش شده است (Parkinson et al., 2020)، و در این پژوهش ۰/۶۵ بدست آمده است. البته باید ذکر نمود که محاسبه نرخ لباس در این پژوهش براساس جدول نرخ لباس برای ایران (Heidari, 2014) بوده و نه جدول گارمنت (Timplalexis et al., 2019) که تفاوت‌های جزئی را با یکدیگر دارند و این مقدار تفاوت قابل قبول است.

$MT_{comfo\text{-}Griffith}$ در گروه سنی جوان و میان‌سال (۲۴/۱، ۲۳/۶) بالاتر از گروه سنی میانه بوده‌است. حساسیت این دو گروه سنی به دلیل تفاوت در شرایط سلامتی و فیزیولوژیکی قابل توجیه می‌باشد. طبق تحقیقات پیشین نیز اشاره‌ای به حساسیت بیشتر افراد مسن به شرایط محیطی گزارش شده است.

هرچند در مطالعات فنگر تفاوت محسوسی دیده نشده است، چراکه وی تفاوت را در نرخ لباس توجیه می‌کند (Van Hoof et al., 2017). در این پژوهش دیده می‌شود گروه سنی اول و دوم (۱۸-۴۵) نرخ لباس بیشتری دارند و گروه سوم (۴۵-۶۰)، میانگین نرخ لباس پایین‌تری (۰/۶۱) داشته‌اند. از اینرو نیاز به دمای آسایش بالاتر قابل توجیه است. هر چند تحقیقات پیشین دمای ۲۴-۲۰ درجه سانتی‌گراد را برای گروه مسن کافی نمی‌دانند؛ اما در این پژوهش دمای ۲۴/۱ درجه سانتی‌گراد مناسب است. البته تعداد افراد در گروه سنی میانه در این مطالعه بیشتر بوده است. شلن[۲۳] و همکارانش (2010) بر تفاوت دمای آسایش گروه سنی بیشتر از ۶۷ با گروه سنی ۱۸ تا ۳۰ تاکید دارند. از اینرو قابل قبول است که تفاوت دمای آسایش در بازه سنی ۱۸-۳۰ با ۶۰- ۳۱ تفاوت چندانی را نشان ندهد. اما همان میزان تفاوت جزئی به دلیل تفاوت در میانگین احساس حرارتی این گروه‌های سنی (پایین بودن احساس حرارتی در افراد مسن‌تر) قابل توجه است. البته دمای حاصل در این مطالعه مشابه مطالعات پیشین (Indraganti & Rao, 2010) نشان از ترجیح دمایی بالاتر افراد مسن دارد. در برخی تحقیقات می‌توان همبستگی بالایی را بین دمای آسایش و سن، جنسیت، شاخص توده بدن مشاهده نمود (Forgiarini et al., 2018). البته در پژوهش حاضر نیز مشاهده شده‌است که افراد با شاخص توده بدنی بالاتر، ترجیح دمایی پایین‌تری دارند. اغلب مطالعات بر ارتباط نرخ لباس با دمای هوای بیرون تاکید دارند (Gunay et al., 2013)، در این پژوهش ارتباط بسیار ضعیفی با درصد ضریب تعیین پایین برای پیش‌بینی نرخ لباس براساس دمای هوای بیرون و حتی دمای هوای داخل دیده شده‌است. این امر با دو نکته قابل توجیه است، یکی تغییرات دمایی محدود که باعث کاهش ضرایب همبستگی می‌گردد. دیگری آنکه در فضای اداری که فرد طولانی مدت در آن حضور دارد، راحتی وی از یک‌سو و رعایت فرم اداری در انتخاب نوع پوشش تاثیر بیشتری دارد.

$MT_{comfo\text{-}Griffith}$ در اتاق‌های تک‌کاربره بالاتر (۲۳/۶) از اتاق‌های دو و چندکاربره (۲۳/۳) می‌باشد. $MT_{comfo\text{-}Griffith}$ برای افراد با سمت کارشناس ۲۳/۳ و برای معاونین ۲۴/۵ درجه سانتیگراد محاسبه شده است. البته فراوانی این دو گروه بسیار متفاوت است و به سادگی قابل مقایسه نمی‌باشد. وضعیت کارایی و سطح برنامه کاری نظم مشخصی در خصوص این شاخص را گزارش نداده است. به دلیل عدم همبستگی این مولفه‌ها با پاسخ‌های حرارتی و دمای آسایش، امکان مقایسه با نتایج تحقیقات پیشین وجود ندارد. باید اذعان نمود، مطالعات پیشین در بررسی پیشینه اجتماعی و فرهنگی و حتی روانشناختی فرد، اغلب در مطالعات آسایش حرارتی در فضاهای بیرونی انجام شده است (Aljawabra & Nikolopoulou, 2010; Knez

& Thorsson, 2006; Nikolopoulou & Steemers, 2003; Shooshtarian, 2015). چراکه در فضاهای باز احتمال مشاهده تنوع افراد از نظر شرایط اجتماعی و فرهنگی وجود دارد. در فضای اداری تقریبا با سطح مشابهی از شرایط اجتماعی و حتی اقتصادی مواجه هستیم و به همین دلیل است که در این پژوهش هم امکان دریافت پاسخ مشخصی از بررسی این مولفه‌ها وجود نداشته‌است. با این حال می‌توان در (Shooshtarian, 2015) نمونه‌ای از نتایج تحقیقات را دید که سطح تحصیلات بالاتر، نیازهای حرارتی افراد را بالاتر می‌برد و ادراک حرارتی آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در مورد نوع شغل نیز، این مسئله مطرح است، که در این پژوهش چون اغلب افراد در سمت کارشناس و تقریبا هم‌سطح بوده‌اند، تفاوتی دیده نشده‌است. البته بیشتر رضایت شغلی است که بر ادراک شرایط توسط کارمند اثرگذار است. علت اصلی نیاز به مطالعه دقیق‌تر این دست مولفه‌ها آنست که سبک زندگی، شرایط اقتصادی، تحصیلات و غیره در یک جامعه می‌تواند بر نیازهای حرارتی وی در بلندمدت اثرگذار باشد (Andamon et al., 2006)، در واقع پیشینه حرارتی فرد را به تدریج شکل داده و موجب محدودتر شدن دامنه آسایش حرارتی گردد. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان اذعان نمود که دمای آسایش در ساختمان تهویه مکانیکی تنها به دمای هوا داخل وابستگی دارد. اما ادراک حرارتی فرد (از احساس حرارتی تا ترجیح حرارتی و پس از آن آسایش و رضایت حرارتی) به مولفه‌های دیگری نیز می‌تواند وابسته باشد.

تشابه دامنه آسایش را می‌توان در برخی تحقیقات مشابه نمود (Aryal & Becerik-gerber, 2018; Takasu et al., 2017). البته در اقلیمی همچون ژاپن برای فصل سرد رقم ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد توصیه شده‌است که رقم ۲۰ درجه سانتی‌گراد موجود در استانداردهای ژاپنی را تصحیح نموده است (Rijal et al., 2017). در تابستان برای فضاهای اداری رقم ۲۶/۶ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است (Mustapa et al., 2016). در اندونزی نیز رقم بالاتری ۲۶/۳ درجه سانتی‌گراد برای ساختمان تهویه مکانیکی گزارش شده است (Damiati et al., 2015). در برزیل، دمای آسایش برای زنان ۲۴ درجه سانتی‌گراد و برای مردان ۲۳/۲ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است که با مقدار میانگین برابر با ۲۳/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Maykot et al., 2018a). در پژوهشی دیگر طیف دمای آسایش برای ساختمان‌های تهویه ترکیبی ۲۶-۲۲ درجه سانتی‌گراد توصیه شده است (Rupp et al., 2018). در اسپانیا دمای آسایش براساس روش Grif-fith برای ساختمان‌های ترکیبی برابر با ۲۳/۶ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است. قابل ذکر است اغلب مطالعات در اقلیم‌هایی می‌باشند که با شرایط اقلیمی شهر شیراز متفاوت‌اند و تنها تشابه در نوع فضای اداری است که مقایسه را ممکن می‌نماید.

با توجه به آنکه نقطه تنظیم دمای در ساختمان مورد مطالعه ۲۵ درجه سانتی‌گراد است، با تنظیم این دما بر روی ۲۳/۶ درجه سانتی‌گراد (برابر با میانگین دمای آسایش که اتفاقا با میانگین دمای داخل نیز برابر است)، طبق تحقیقات پیشین می‌توان انتظار حداقل ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش مصرف انرژی را انتظار داشت (Aryal & Becerik-gerber, 2018; Parkinson et al., 2020).

ذکر این نکته ضروری است که طبق مجموعه مفصل تحقیقات بررسی شده در(de Dear et al., 2020) دمای بالاتر از ۲۲ درجه سانتی‌گراد بر توانایی شناختی افراد در فضای اداری اثر منفی دارد و افراد با نرخ لباس ۰/۹ در این دما احساسی خنثی داشته‌اند. از اینرو کاهش دمای محیط از ۲۵ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد می‌تواند بر کارایی فرد نیز اثرگذار باشد.

نتیجه‌گیری

آسایش حرارتی از جمله مباحثی که در کنترل مصرف انرژی و تامین کیفیت محیط داخلی بسیار اثرگذار است. از اینرو با وجود مطالعات متعدد، همچنان در صدر مباحث تحقیقاتی قرار داشته و نقاط مبهم بسیاری را در بر دارد. یکی از جنبه‌هایی که کمتر بدان پرداخته شده‌است، تاثیر مولفه‌هایی به جز مولفه‌های محیطی بر آسایش حرارتی است. از اینرو در این پژوهش با هدف سنجش تاثیر مولفه‌های فردی، محیطی و اجتماعی مطالعه‌ای میدانی در ساختمان اداری بر روی ۱۰۸ کاربر صورت پذیرفته‌است. در این مطالعه دو مسئله حائز اهمیت بوده‌است: یکی آنکه مولفه‌های اثرگذار بر ادراک حرارتی کدام‌اند؟ و دیگری کدام یک از پاسخ‌های حرارتی قابلیت پیش‌بینی بهتری توسط این نوع مولفه‌ها را دارا می‌باشند؟. بنابراین ضمن ارائه مطالعات آماری توصیفی، آماری استباطی از نوع رگرسیون و آنوا یک‌راهه نیز مد نظر قرار گرفته‌است. براساس نتایج در این مطالعه، زنان نرخ پوشش بیشتری داشته و احساس حرارتی آنان به سمت شرایط کی‌سرد سوق داشته‌است. درصد بالایی از افراد با گروه سنی بالاتر نیز احساس حرارتی کمی‌سرد را گزارش نموده‌اند. این امر موجب گردیده درصد بالاتری از سطح آسایش و رضایت حرارتی برای مردان و افراد با گروه سنی پایین‌تر ثبت شود. شاخص توده بدن ارتباط معکوسی را با آسایش و رضایت حرارتی نشان داده‌است. افراد با فشار خون بالا دمای کمتر، رطوبت، جریان هوا و تابش بیشتری را خواستار بوده‌اند.

چنانچه تنها مولفه‌های فردی لحاظ گردد، شاخص توده بدن، ضربان قلب و نرخ پوشش، قابلیت پیش‌بینی برخی از پاسخ‌های حرارتی را دارا می‌باشند که البته اثر ضربان قلب ناچیز بوده و قابل اغماض است. در مورد رفتارهای سازگاری به عنوان واکنش‌های فردی آگاهانه نیز ذکر این

نکته اهمیت دارد که عدم امکان تغییر در محیط توسط کاربر، درصد نارضایتی وی را بالاتر خواهد برد. از اینرو لازم است قابلیت تغییر در محیط برای هر فرد متناسب با نیاز وی فراهم گردد. بنابراین ترجیح دما، رطوبت، جریان هوا و تابش قابلیت پیش‌بینی براساس مولفه‌های فردی و محیطی را دارند. در صورتی که مقیاس‌های سنجش از مقیاسی ترتیبی به مقیاس فاصله‌ای (با استفاده از مقدار فراوانی تجمعی و پروبیت) تبدیل شوند، می‌توان این چهار مقیاس را به یک مقیاس ترجیح حرارتی مبدل نمود که با ضریب تعیین بالاتری با استفاده از مولفه‌های فردی و محیطی قابل پیش‌بینی است.

مولفه‌های اجتماعی به تنهایی قابلیت پیش‌بینی پاسخ‌های حرارتی افراد را ندارند. اما تفاوت‌هایی در پاسخ‌های حرارتی افراد دیده می‌شود؛ میانگین احساس حرارتی افراد در اتاق‌های دو نفره و چند نفره بیشتر به شرایط خنثی حرارتی نزدیک بوده‌است. آسایش حرارتی در اتاق‌های یک نفره و چند نفره بیشتر از اتاق‌های دو نفره بوده‌است. افراد در اتاق‌های دو نفره و چندنفره دما و تابش کمتر، رطوبت و جریان هوای بیشتر را خواستار بوده‌اند. این مسئله مهم است که در اتاق‌های تک‌کاربره فرد، شرایط را برای خود، به صورت شخصی تنظیم می‌نماید. در اتاق‌های چندکاربره افراد بیشتر با شرایط جمعی سازگار می‌شوند و در اتاق‌های دوکاربره امکان بروز تضاد در تفاوت‌ها بیشتر دیده شده است.

اثر جمعی مولفه‌های محیطی، فردی و اجتماعی نشان می‌دهد جنسیت، شاخص توده بدن، سمت و رشته تحصیلی افراد می‌توانند در پیش‌بینی آسایش حرارتی و رضایت حرارتی اثرگذار باشند. مدل‌های ارائه شده در جدول ۸ یک نکته قابل تامل را در بر دارد؛ مولفه‌های محیطی به طور کلی از این مدل حذف گردیده‌اند و اثری در پیش‌بینی نداشته‌اند. از طرف دیگر پاسخ‌های حرارتی همچون احساس حرارتی و ترجیح حرارتی که عموما معیارهای مناسب‌تری برای توصیف شرایط ادراک حرارتی افراد می‌باشند مدل معنی‌دار را نداشته‌اند. بنابراین این دو مدل در جدول ۸، قابلیت استناد قطعی و تعمیم جهت تصمیم‌گیری در خصوص شرایط آسایش کاربران را به همراه ندارد. چراکه به نظر می‌رسد این دو معیار آسایش حرارتی کلی و رضایت حرارتی تنها جنبه آسایش حرارتی را در بر نداشته و کاربران گویه‌های مرتبط با این دو مقیاس حرارتی را در معنای کلان‌تر آسایش تفسیر نموده‌اند. این یکی از مسائل اساسی در مطالعات میدانی است که تعابیر متفاوت می‌تواند نتایج تحقیقات را تحت تاثیر قرار دهد و تفکیک آن با انجام مطالعات متعدد امکان‌پذیر است.

همانطور که در این پژوهش نیز دیده‌شد، طیف دمای آسایش ترجیحی فرد بین ۲۶-۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. هرچند به دلیل محدودیت زمان مطالعه نمی‌توان به قطعیت این را دامنه آسایش قابل تعمیم دانست ولی بنا به اغلب مطالعات اخیر دامنه آسایش در ساختمان‌های تهویه مکانیکی محدودتر (باریک‌تر) شده است.

اینکه در این پژوهش نیز سعی گردید به جای احساس حرارتی بر ترجیح حرارتی تکیه شود، علت اصلی آن بود که بتوان میزان تغییر را در دما، بدون تغییر در احساس حرارتی فرد و حفظ رضایت وی تعیین نمود. نکته دیگر آنکه با وجود پیش‌بینی مناسب ترجیح رطوبت، جریان هوا و تابش به نسبت ترجیح دمایی، علت انتخاب ترجیح دمایی جهت محاسبه دمای آسایش آنست که اصلی‌ترین متغیر در تامین آسایش حرارتی، دما در قالب احساس حرارتی و ترجیح دمایی است و سایر متغیرها فرعی لحاظ می‌شوند. بنابراین حتی در فصول مختلف هم ممکن است تفاوت چندانی در احساس حرارتی افراد ایجاد نشود اما ترجیح حرارتی متفاوتی در لحظات مختلف داشته باشند. براساس گزارش (Michael A. Humphreys et al., 2016) در فصول تابستان و زمستان تغییر میانگین دمای داخلی بسیار کم است. درست است که طراحی با در نظر گرفتن شرایط بلندمدت اتفاق می‌افتد اما باید امکان تغییر در صورت ترجیحات مختلف برای فرد محیا باشد.

در ساختمان‌های تهویه مکانیکی دما در دامنه محدودی نگه داشته می‌شود. در حالی که با توجه به ساختمان‌های تهویه طبیعی و ترکیبی، افراد قابلیت تحمل بازه دمایی بیشتری را دارند. همچنین در ساختمان تهویه مکانیکی، توانایی سازگاری افراد نادیده گرفته شده‌است که در صورت لحاظ نمودن می‌توان به فاکتور "دمای شناختی" که نیاز هر فرد را براساس کلیه شرایط تامین می‌کند دست یافت؛ در عین حال با اعمال طیف وسیع‌تر دمایی، به کاهش مصرف انرژی نیز رقم زد. از اینرو با اعمال مدل‌های آسایش حرارتی فردی، نزدیک شدن به این نگاه ممکن خواهدبود. هرچند با مطالعه این پژوهش، می‌توان اشاره نمود که افراد حاضر در یک مجموعه به صورت بلندمدت به شرایط مشابهی عادت می‌نمایند و برای همخوانی و هماهنگی با گروه و جامعه‌ای که در آن حضور دارند، خود را به سطح میانگین نزدیک می‌نمایند. در واقع با وجود تفاوت‌ها و نیازهای فردی، در محیطی هماهنگ که خصوصا ساختارمند است، فرد طبق عادتی دیرینه به سازگاری روانی دست می‌یابد. این سازگاری روانی نگاه وی را به شرایط منعطف‌تر نموده و زمینه تاب‌آوری وی را رقم می‌زند. با نگاه به نتایج این پژوهش راهکارهای زیر قابل توجه است:

- بخشی از روند بهبود وضعیت آسایش حرارتی به مدیریت منابع انسانی مرتبط می‌گردد. به گونه‌ای که سنجش مداوم نیاز کاربران، امکان رفع آن را براساس شرایط فردی و اجتماعی آنان میسر می‌سازد.

- در روند طراحی و اجرا توجه به این مسئله مهم است که امکان تغییر در محیط برای هر فرد در نظر گرفته شود. این تغییرات می‌تواند شامل باز/ بستن بازشوها، سایبان داخلی و خارجی باشد. از طرفی هریک از این موارد می‌تواند برای هر فرد تامین گردد. به گونه‌ای که امکان تغییر در سطح جریان هوا، تابش و یا رطوبت برای هر کاربر در سطح میز کار وی تامین شود. در جهت تامین این شرایط ضمن سنجش مداوم شرایط داخلی باید شرایط دمایی و رطوبتی هوای بیرون نیز مد نظر طراح قرار گیرد.

- طبق نتایج این پژوهش زنان گروه حساس‌تری نسبت به شرایط حرارتی می‌باشند، از اینرو چنانچه شرایط آسایش آنان تامین گردد چه بسا نیاز حرارتی مردان نیز پاسخ داده می‌شود.

- مولفه‌های اجتماعی ممکن است در کل بر آسایش حرارتی افراد اثر مستقیم نداشته باشند، ولی مواردی همچون وضعیت مصاحبت و مراجعین در صورت عدم توجه در روند طراحی می‌تواند موجب عدم رضایت گردد. از اینرو طراحی فضاهای اداری در اتاق‌های مجزا و یا پلان باز در هر صورت باید با رعایت مسئله ادراک حرارتی مشابه انجام پذیرد و یا امکان شخصی‌سازی فضا برای هر فرد میسر باشد. البته این مسئله همچنان مورد ابهام است که کدام‌یک از مولفه‌ها به عنوان مولفه اجتماعی در نظر گرفته شود و اختلاف نظرهایی در تحقیقات مختلف دیده شده است.

در خصوص محدودیت‌ها و پیشنهادات آتی، لازم به ذکر است که مطالعه حاضر باید در سایر ساختمان‌های اداری و در فصول دیگر انجام شود. از طرفی بهتر است شرایط آب و هوایی بیرون به صورت همزمان سنجیده شود.

پی نوشت

1. Thermoregulate
2. Humphreys
3. Wang
4. Nakayama
5. Sim
6. Sun and Hong
7. Halawa & Van Hoof
8. Kempton
9. Lutzenhiser
10. Yao
11. O'Brien & Gunay
12. Klinenberg
13. Kenawy & Elkadi
14. Aljawabra & Nikolopoulou, 2010
15. Yamtraipat
16. Frontczak & Wargock
17. Chen
18. Wagner & Brien
19. Univariate ANOVA
20. Partial Eta Squared
۲۱. میانگین دمای آسایش
۲۲. میانگین نرخ لباس
23. Schellen

تشکر و قدردانی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع

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

تاییدیه‌های اخلاقی

نویسندگان متعهد می‌شوند که کلیهٔ اصول اخلاقی انتشار اثر علمی را براساس اصول اخلاقی COPE رعایت کرده‌اند و در صورت احراز هر یک از موارد تخطی از اصول اخلاقی، حتی پس از انتشار مقاله، حق حذف مقاله و پیگیری مورد را به مجله می‌دهند.

منابع مالی/ حمایت‌ها

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

مشارکت و مسئولیت نویسندگان

نویسندگان اعلام می‌دارند به‌طور مستقیم در مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته و به طور برابر مسئولیت تمام محتویات و مطالب گفته‌شده در مقاله را می‌پذیرند.

References

1. Ali-Toudert, F. (2005). Dependence of Outdoor Thermal Comfort on Street Design in Hot and Dry Climate. *Berichte Des Meteorologischen Institutes Der Universität Freiburg*, *Nr. 15*(15).
2. Aljawabra, F., & Nikolopoulou, M. (2010). Influw ence of hot arid climate on the use of outdoor urban spaces and thermal comfort: Do cultural and social backgrounds matter? *Intelligent Buildings International*, *2*(3), 198–207.
3. Auliciems, A. (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology*, *25*(2), 109–122.
4. Barthelmes, V. M., Andersen, R. K., Heo, Y., Knudsen, H., Fabi, V., & Corgnati, S. P. (2018). Introducing thermal comfort attitudes, psychological, social and contextual drivers in occupant behaviour modelling with Bayesian Networks. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort* (p. 972).
5. Brager, G. S., & De Dear, R. (1998). Thermal adaptation in the built environment : a literature review. *Energy and Buildings*, *27*, 83–96.
6. Candido, C., & Dear, R. De. (2012). From thermal boredom to thermal pleasure: a brief literature review. *Ambiente Construído*, *12*(1), 81–90.
7. Chappells, H., & Shove, E. (2007). sustainability , energy consumption and the indoor environment Debating the future of comfort : environmental sustainability , energy consumption and the indoor environment, (May 2015), 37–41.

8. Chen, L., & Ng, E. (2012). Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. *Cities*, *29*(2), 118–125.
9. Cheung, P. K., & Jim, C. Y. (2017). determination and application of outdoor thermal benchmarks. *Building and Environment*.
10. Chung, M. S. C., & Lau, K. K. L. (2018). Effects of environmental perception on thermal sensation in sub-tropical and high-density cities: a case study of Hong Kong. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort* (p. 506).
11. Cohen, P., Potchter, O., & Matzarakis, A. (2013). Human thermal perception of Coastal Mediterranean outdoor urban environments. *Applied Geography*, *37*, 1–10.
12. D'Oca, S., Chen, C. F., Hong, T., & Belafi, Z. (2017). Synthesizing building physics with social psychology: An interdisciplinary framework for context and occupant behavior in office buildings. *Energy Research and Social Science*, *34*(April), 240–251.
13. Damiati, S. A., Zaki, S. A., Rijal, H. B., & Wonorahardjo, S. (2016). Field study on adaptive thermal comfort in office buildings in Malaysia, Indonesia, Singapore, and Japan during hot and humid season. *Building and Environment*, *109*, 208–223.
14. De Dear, R. J., Akimoto, T., Arens, E. A., Brager, G., Candido, C., Cheong, K. W. D., & Toftum, J. (2013). Progress in thermal comfort research over the last twenty years, 442–461.
15. De Dear, R., Brager, G., & Cooper, D. (1998). *Developing an adaptive model of thermal comfort and preference: final report [on] ASHRAE RP-884*. *ASHRAE Transactions* (Vol. 104).
16. De Dear, Richard J, & Brager, G. S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and Buildings*, *34*(6), 549–561.
17. Földváry, V., Cheung, T., Zhang, H., de Dear, R., Parkinson, T., Arens, E., ... &, & Li, P. (2018). Development of the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II. *Building and Environment*, (June).
18. Foo, J., & 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. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort*.
19. Frontczak, M., & Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment*, *46*(4), 922–937.
20. Gunay, H. B., Brien, W. O., & Beausoleil-morrison, I. (2013). A critical review of observation studies , modeling , and simulation of adaptive occupant behaviors in offices. *Building and Environment*, *70*, 31–47.
21. Halawa, E., & Van Hoof, J. (2012). The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview. *Energy and Buildings*, *51*, 101–110.
22. Heidari, S. (2014). "Thermal Adaptation in Architecture." Tehran: University of Tehran Press.
23. Hong, T., & Yan, D. (2018). IEA EBC Annex 66 : A recently-completed international collaborative project, *28*(2).
24. Huizenga, C., Hui, Z., Duan, T., & Arens, E. (2005). An improved multinode model of human physiology and thermal comfort. *Design*, *9*(2), 129–139.
25. Humphreys, M. A., Roaf, S., & Nicol, F. (2016). *Adaptive Thermal Comfort: Foundations and Analysis*.
26. Humphreys, M., & Nicol, F. (1998). Understanding the adaptive approach to thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, 991–1004.
27. Humphreys, M., & Nicol, J. F. (2018). Puzzles and paradoxes in adaptive comfort Michael. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort* (pp. 3–19).
28. Jowkar, M., & Montazami, A. (2018). Thermal Comfort in the UK Higher Educational Buildings: The Influence of Thermal History on Students' Thermal Comfort. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort* (p. 622).
29. Kenawy, I., & Elkadi, H. (2013). The impact of cultural and climatic background on thermal sensation votes. *PLEA 2013: Sustainable Architecture for a Renewable Future*, (September), 1–6.
30. Kim, Joyce, Zhou, Y., Schiavon, S., Raftery, P., & Brager, G. (2018). Personal comfort models : Predicting individuals ' thermal preference using occupant heating and cooling behavior and machine learning. *Building and Environment*, *129*(December 2017), 96–106.
31. Kim, Jungsoo, & de Dear, R. (2018). Thermal comfort expectations and adaptive behavioural characteristics of primary and secondary school students. *Building and Environment*, *127*(October 2017), 13–22.
32. Knez, I., & Thorsson, S. (2006). Influences of culture and environmental attitude on thermal , emotional and perceptual evaluations of a public square, 258–268.
33. Knez, I., & Thorsson, S. (2008). Thermal, emotional and perceptual evaluations of a park: Cross-cultural and environmental attitude comparisons. *Building and Environment*, *43*(9), 1483–1490.
34. Korsavi, S. (2018). Developing a Design Framework to Facilitate Adaptive Behaviours. *Energy & Buildings*.
35. Korsavi, S. S., & Montazami, A. (2018). Adaptive Behaviours and Occupancy Patterns in UK Primary Schools: Impacts on Comfort and Indoor Quality. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort*.
36. Maras, I., Buttstädt, M., Hahmann, J., Hofmeister, H., & Schneider, C. (2013). Investigating public places and impacts of heat stress in the city of Aachen, Germany. *Erde*, *144*(3–4), 290–303.
37. Mishra, A. K., & Ramgopal, M. (2013). Field

studies on human thermal comfort — An overview. *Building and Environment*, 94–106.
38. Montazami, A., Gaterell, M., Nicol, F., Lumley, M., & Thoua, C. (2017). Impact of social background and behaviour on children's thermal comfort. *Building and Environment*, *122*, 422–434.
39. Nicol, F., Humphreys, M., & Olesen, Bj. W. (2004). A stochastic approach to thermal comfort - Occupant behavior and energy use in buildings, (January).
40. Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, *34*(6), 563–572.
41. Nicol, J. Fergus, & Roaf, S. (2017). Rethinking thermal comfort. *Building Research & Information*, *0*(0), 1–5.
42. Nicol, J. Fergus. (2011). Adaptive comfort. *Building Research and Information*, *39*(2), 105–107.
43. Nikolopoulou, M., & Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Building*, *35*(1), 95–101.
44. Nikolopoulou, Marialena, Baker, N., & Steemers, K. (2001). Thermal comfort in outdoor urban spaces: Understanding the Human parameter. *Solar Energy*, *70*(3), 227–235.
45. Oliveira, S., & Andrade, H. (2007). An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *International Journal of Biometeorology*, *52*(1), 69–84.
46. Pantavou, K., Theoharatos, G., Santamouris, M., & Asimakopoulos, D. (2013). Outdoor thermal sensation of pedestrians in a Mediterranean climate and a comparison with UTCI. *Building and Environment*, *66*, 82–95.
47. Parkinson, T., de Dear, R., & Brager, G. (2020). Nudging the adaptive thermal comfort model. *Energy and Buildings*, *206*(December 2019).
48. Parsons, K. (2002). *Human Thermal Environments*. Taylor & Francis Group.
49. Rijal, H. B., Humphreys, M. A., & Nicol, J. F. (2017). Towards an adaptive model for thermal comfort in Japanese offices. *Building Research & Information*, 1–13.
50. Rupp, F. R., Dear, R. De, & Ghisi, E. (2018). Field study of mixed-mode office buildings in Southern Brazil using an adaptive thermal comfort framework. *Energy & Buildings*, *158*, 1475–1486.
51. Rupp, R. F., Kim, J., Ghisi, E., & de Dear, R. (2019). Thermal sensitivity of occupants in different building typologies: The Griffiths Constant is a Variable. *Energy and Buildings*, *200*, 11–20.
52. Schweiker, M., Abdul-Zahra, A., André, M., Al-Atrash, F., Al-Khatri, H., Alprianti, R., & R., ... & Azadeh, M. (2019). The Scales Project, a cross-national dataset on the interpretation of thermal perception scales. *Scientific Data*, *6*(1), 1–10.
53. Schweiker, Marcel, Fuchs, X., Becker, S., Shukuya, M., Dovjak, M., Hawighorst, M., & Kolarik, J. (2017). Challenging the assumptions for thermal sensation scales. *Building Research & Information*, *45*(5), 572–589.
54. Shooshtarian, S. (2015). Socio-economic Factors for the Perception of Outdoor Thermal Environments : Towards Climate-sensitive Urban Design. *Global Built Environment Review*, *9*, 39–53.
55. Shooshtarian, Salman, & Rajagopalan, P. (2017). Study of thermal satisfaction in an Australian education precinct. *Building and Environment*.
56. Taleghani, M., Tenpierik, M., Van Den Dobbelsteen, A., & De Dear, R. (2013). Energy use impact of and thermal comfort in different urban block types in the Netherlands. *Energy and Buildings*, *67*, 166–175.
57. Thorsson, S., Lindqvist, M., & Lindqvist, S. (2004). Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *International Journal of Biometeorology*, *48*(3), 149–156.
58. Van Hoof, J. (2008). Forty years of Fanger's model of thermal comfort: Comfort for all? *Indoor Air*, *18*(3), 182–201.
59. Wagner, A., & Brien, W. O. (2018). *Exploring Occupant Behavior in Buildings. Methods and Challenges*.
60. Wagner, A., & O'Brien, W. (2018). Occupant behaviour-centric building design and operation EBC Annex 79 October 2018 , updated after approval by IEA EBC Prepared by : *Energy in Building and Communities Programme(EBC)*, (October).
61. Wang, Z., Dear, R. De, Luo, M., Lin, B., He, Y., & Ghahramani, A. (2018). Individual Difference in Thermal Comfort : A Literature Review. *Building and Environment*, *138*(June), 181–193.
62. Williamson, T., & Daniel, L. (2018). Changing Thermal Comfort Expectations: Studies in Darwin, Australia. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort* (pp. 68–86).
63. Wu, Z., Li, N., Cui, H., Peng, J., Chen, H., & Liu, P. (2017). Using Upper Extremity Skin Temperatures to Assess Thermal Comfort in Office Buildings in. *International Journal of Environmental Research and Public Health Article*
64. Yahia, M. W., & Johansson, E. (2013). Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. *International Journal of Biometeorology*, *57*(4), 615–630.
65. Yao, R., Li, B., & Liu, J. (2009). A theoretical adaptive model of thermal comfort – Adaptive Predicted Mean Vote (aPMV). *Building and Environment*, *44*(10), 2089–2096.
66. Zacharias, J., Stathopoulos, T., & Wu, H. (2004). Spatial behavior in San Francisco's plazas: The effects of microclimate, other people, and environmental design. *Environment and Behavior*, *36*(5), 638–658.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی