



Investigating the Role of Time Interval and Ablution on the Thermal Comfort Range of Students in Academic Environments (Case Study: Architecture Students, Islamic Azad University, Ilam Branch)

Karen Fatahi*

Department of Architecture, II.c., Islamic Azad University, Ilam, Iran.

Shiva Shadieh

Department of Architecture, II.c., Islamic Azad University, Ilam, Iran.

Received: 2024/08/29

Accepted: 2025/01/25

Abstract

Academic performance is significantly influenced by indoor thermal conditions, where discomfort can disrupt learning processes and reduce productivity. This study examines an often-overlooked factor in thermal comfort research: the Islamic practice of ablution (wudu) and its duration-dependent effects on students' thermal perception.

The research employed a controlled climate chamber experiment simulating classroom conditions at four temperature levels (17°, 21°, 25°, and 29°C). Twenty male architecture students participated in a within-subject design, testing two conditions on consecutive days: with and without pre-session ablution. Thermal comfort was measured at 30-minute intervals over a 2-hour period using standardized assessments, with data analyzed via SPSS27.

Key findings reveal that ablution significantly extends thermal comfort tolerance. Participants who performed ablution maintained comfort for approximately 1.5 hours longer than their non-ablution counterparts across all temperature conditions. This effect was particularly pronounced in warmer environments (25-29°C), suggesting ablution's cooling mechanism—through evaporative heat loss from moistened skin surfaces—effectively buffers against thermal stress.

The study highlights the cultural dimension of thermal adaptation strategies, demonstrating how ritual practices can functionally interact with environmental physiology. These results offer practical implications for designing academic spaces in Islamic contexts, suggesting scheduling considerations for post-prayer classes and the potential integration of water-based cooling strategies in educational architecture. Further research should explore gender-specific responses and longer-term adaptation effects.

Keywords:

Academic Spaces,
Ablution,
Thermal Comfort,
Range of Comfort,
Time Interval

© 2025 by the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license .

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.



Citation: Fatahi, K and Shadieh, SH. (2025). Investigating the Role of Time Interval and Ablution on the Thermal Comfort Range of Students in Academic Environments. *Journal of Researches in Islamic Architecture*, 13 (1): 82-97.

[10.61186/jria.13.1.5](https://doi.org/10.61186/jria.13.1.5)

* **Corresponding Author:** karenfatahi@yahoo.com



بررسی نقش فاصله زمانی و وضو داشتن افراد بر دامنه آسایش حرارتی دانشجویان در محیط‌های آموزشی (مطالعه موردی: دانشجویان رشته معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام)

کارن فتاحی

گروه معماری، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.

شیوا شادیه

گروه معماری، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۱۱/۰۶

چکیده

اثربخشی محیط‌های آموزشی به تعامل هماهنگ بین فرایندهای آموزشی و محیط داخلی بستگی دارد. با این حال، عدم وجود آسایش حرارتی، می‌تواند باعث ایجاد اختلال در این دینامیک پیچیده شود. قرار گرفتن طولانی مدت در معرض شرایط حرارتی نامطلوب می‌تواند منجر به کاهش بهره‌وری و رضایت کلی از محیط یادگیری شود. بسیاری از کلاس‌های دانشجویان پس از اذان ظهر قرار دارند و نوع ارتباط افراد با آب در فرهنگ اسلامی به واسطه وضو گرفتن و شستشوی دست و صورت است که موجب تعدیل دمای سطح پوست بدن و در نتیجه بهبود وضعیت آسایش حرارتی افراد می‌شود. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی میزان وسعت آسایش حرارتی دانشجویان بعد از وضو در مقایسه با دانشجویان بدون وضو در سطوح زمانی ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه در محیط‌های آموزشی است. این پژوهش با شبیه‌سازی آموزشی در یک اتاقک اقلیمی با دماهای از قبل تنظیم شده در محدوده (۱۷، ۲۱، ۲۵، ۲۹) درجه سانتیگراد مورد آزمایش قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان شامل ۲۰ مرد در ۴ گروه به صورت تصادفی در دو شرایط آزمایشی یک روز با وضو و روز بعد بدون وضو در سطوح زمانی ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه مورد آزمایش قرار گرفتند. روش بکاررفته در این پژوهش از نوع مطالعات آزمایشگاهی و با استفاده از تحلیل آماری درون موردی با نرم‌افزار spss27 انجام شده است. نتایج نشان داد وضو گرفتن افراد قبل از حضور در اتاقک اقلیمی می‌تواند دامنه آسایش حرارتی افراد را به میزان ۱/۵ ساعت بیشتر از افرادی که فاقد وضو هستند بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: فضاهای آموزشی، وضو گرفتن، آسایش حرارتی، دامنه آسایش، فاصله زمانی.

ارجاع به مقاله: فتاحی، کارن و شادیه شیوا. (۱۴۰۴). بررسی نقش فاصله زمانی و وضو داشتن افراد بر دامنه آسایش حرارتی دانشجویان در محیط‌های آموزشی؛ (مطالعه

موردی: دانشجویان رشته معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام)، پژوهش‌های معماری اسلامی، ۱۳(۱): ۸۲-۹۷. doi: 10.61186/jria.13.1.5

* نویسنده مسئول karenfatahi@yahoo.com

۱. مقدمه

محیط‌های آموزشی به واسطه حساسیت در فرایند یادگیری باید در شرایط مطلوب از نظر حرارتی قرار بگیرند. آسایش حرارتی، احساسات انسان به پاسخ‌های فیزیولوژیکی بدن به محرک‌های محیطی تعریف می‌شود (James 1894). عدم وجود آسایش حرارتی، می‌تواند باعث ایجاد اختلال در این دینامیک پیچیده شود. بدن انسان یک سیستم هوشمند و سازگار است که به محیط اطراف خود پاسخ می‌دهد. دما و رطوبت هوای اطراف تأثیر عمیقی بر سیستم عصبی مرکزی دارد که در نتیجه بر خلق و خو و رفاه کلی تأثیر می‌گذارد. علی‌رغم این واقعیت که کلاس‌های دانشگاه آزاد واحد ایلام به طور مکرر در ساعات صبح و عصر برنامه‌ریزی می‌شود، دانشجویان دوره‌های طولانی‌مدت آموزش را پشت سر می‌گذارند که می‌تواند به واسطه عدم شرایط مطلوب حرارتی در فضا منجر به کاهش توانایی‌های شناختی و کاهش تمرکز افراد شود. در محیط دانشگاهی، جایی که دانشجویان بیشتر وقت آموزشی خود را بعدازظهر می‌گذرانند، بررسی تأثیر این زمان در طول روز بر بروز آسایش حرارتی ضروری است. تحقیقات قبلی به طور مداوم نشان داده است که ساعات بعدازظهر با کاهش میزان احساس آسایش حرارتی دانشجویان

مرتبط است که می‌تواند بر پیشرفت تحصیلی تأثیر منفی بگذارد (Sabaoui et al. 2023).

مطالعات قبلی اهمیت آسایش حرارتی را در حفظ تمرکز و رضایت کلی دانشجویان از فضاهای آموزشی را نشان داده‌اند. بالین‌حال، ادبیات تا حد زیادی تأثیر بالقوه وضو بر راحتی حرارتی را نادیده گرفته است. از آنجاکه بیشتر کلاس‌های آموزشی در بازه زمانی بعد از اذان ظهر است، دانشجویان بعد از وضو و انجام فریضه نماز در کلاس‌های خود حاضر می‌شوند. حال باتوجه به اهمیت آسایش حرارتی در فضاهای آموزشی در بالابردن قدرت تمرکز و یادگیری دانشجویان، پژوهش حاضر رابطه وضوگرفتن و افزایش دامنه آسایش حرارتی در محیط آموزشی دانشگاه آزاد واحد ایلام را مورد بررسی قرار داده است. این تحقیق با بررسی اثرات شستشوی دست و صورت به واسطه وضوگرفتن بر راحتی حرارتی درک شده دانشجویان در محیط‌های آموزشی، به دنبال پر کردن این شکاف است. سؤالات پژوهش:

۱. رطوبت حاصل از وضوگرفتن چه تأثیری در وسعت دامنه آسایش حرارتی دانشجویان دارد؟
۲. مدت‌زمان سپری شده چه تأثیری بر آسایش حرارتی دانشجویان دارد؟



تصویر ۱. فرایند تحقیق

۲. چهارچوب نظری پژوهش

۲-۱. آسایش حرارتی و عوامل مؤثر بر آن

آسایش حرارتی توسط فرایندهای فیزیکی، فیزیولوژیکی و روانی کنترل می‌شود؛ بنابراین، جدا از تأثیر شرایط آب‌وهوایی، شامل فعل‌وانفعالات حسی متعدد است (Parsons 2000; Lee et al. 2013; Liu et al. 2012؛ بنزاده، حیدری، و هادیان فرد ۱۳۹۹) که به عنوان «شرایط ذهنی که رضایت از محیط حرارتی را بیان می‌کند و با ارزیابی ذهنی سنجیده می‌شود» تعریف می‌شود (Standard, A.S.H.R.A.E 1992).

پاسخ ترموفیزیولوژیک، سیگنال‌های عصبی از فعال شدن گیرنده‌های گرما در هیپوتالاموس و پوست تعریف می‌شود (Mayer 1993; Lan et al. 2019; Zhang 2003). منطقه آسایش منطقه‌ای است که در آن فرد حداقل انرژی را صرف سازگاری با محیط می‌کند (Olgyay 2015). پوست اولین مانعی است که از بدن انسان در برابر محیط خارجی محافظت می‌کند. این سیستم پوششی همچنین برای تنظیم دما و دفع مواد زائد مهم است و یک رابط حسی بین بدن و محیط خارجی را فراهم می‌کند (Khonsary 2017). نقش دمای



2001)، به ویژه در محیط‌هایی که دارای تهویه مطبوع است. علاوه بر این، نوسانات هورمونی، قاعدگی، بارداری، و یائسگی می‌توانند بر احساس آسایش حرارتی زنان تأثیرگذار باشند و آن‌ها را نسبت به تغییرات دما حساس‌تر کند (Hashiguchi et al. 2010). زنان در مقایسه با مردانی که BMI مشابهی دارند، احساس آسایش حرارتی پایین‌تری را دارند (Tuomaala et al. 2013). دیگر عامل موثر بر احساس آسایش حرارتی افراد نرخ عایق لباس است. عایق لباس به طور قابل توجهی بر احساس آسایش حرارتی و راحتی کلی افراد تأثیر می‌گذارد (Salata et al. 2018; Zafarmandi et al. 2024). نرخ لباس مانعی بر انتقال حرارت بین بدن و محیط اطراف است (Kang et al. 2020) که موجب تفاوت در حس حرارتی افراد می‌شود.

۲-۲. نقش آسایش حرارتی در فضاهای آموزشی

داشتن درک کافی از آسایش حرارتی در فضاهای آموزشی بسیار مهم است، زیرا دانشجویان بیشتر وقت خود را در کلاس‌های درس می‌گذرانند. فعالیت‌های آموزشی و یادگیری اصولاً در فضای آموزشی به نام کلاس درس انجام می‌شود. فضای آموزشی نقش مهمی در حصول اطمینان از اینکه یادگیرندگان، محتوای دانش ارائه شده توسط معلمان را به‌خوبی دریافت کنند، ایفا می‌کند (Miao et al. 2023). عناصر محیطی مانند آسایش حرارتی و کیفیت هوای داخلی تأثیر زیادی بر کارایی فرآیندهای یادگیری در کلاس دارند. از این رو توجه به آسایش حرارتی در فضاهای آموزشی از اصول اولیه برای فراهم آوردن محیطی برای یادگیری بهتر دانشجویان است. شرایط مطلوب حرارتی فضاهای آموزشی، فراگیران را قادر می‌سازد تا با سهولت بیشتری روی مطالعه خود تمرکز کنند (Parsons 2000). همچنین دمای هوا و رطوبت در فضاهای آموزشی تأثیر قابل توجهی بر آسایش حرارتی افراد و توانایی آنها برای مشارکت در یادگیری بهینه و عملکرد شناختی افراد دارد (Fretes et al. 2024). آسایش حرارتی دانشجویان، به طور خاص، یکی از عوامل مهم در تعیین تجربه کلی تحصیلی آنها است، زیرا می‌تواند تأثیر عمیقی بر توانایی آنها در تمرکز، یادگیری و حفظ اطلاعات داشته باشد (Lucas 2024).

۲-۳. نقش وضو و رطوبت پوست بر آسایش حرارتی افراد

نوع ارتباط با آب به‌صورت وضوگرفتن، سه مرتبه در روز است. آب یک تنظیم‌کننده طبیعی دمای سطح پوست بدن است (Sakoi et al. 2024; Mooventhan et al. 2014). قرارگرفتن در معرض آب می‌تواند تأثیر عمیقی بر احساس

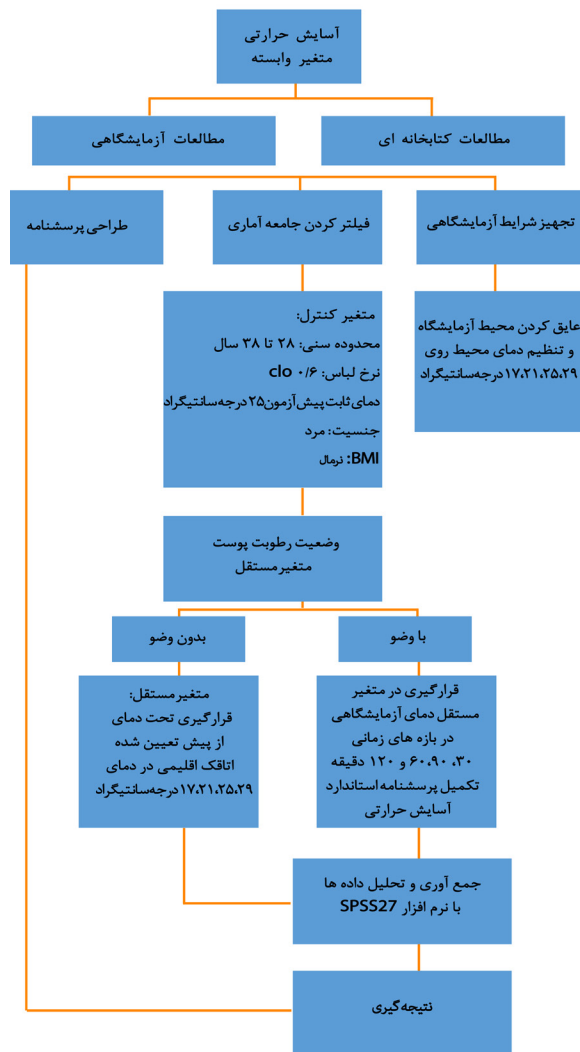
سطح پوست بدن به عنوان یک عامل تعیین‌کننده در پیش‌بینی احساس و شرایط حرارتی انسان به طور فزاینده‌ای شناخته شده است (Metzmacher et al. 2018; Chaudhuri et al. 2018; Cheng et al. 2019; Wang et al. 2019; 2022). دمای هوا، سرعت هوا، رطوبت نسبی، دمای تابش، سطح فعالیت انسان، و شرایط لباس از جمله عواملی هستند در اثر ترکیب با دمای سطح پوست بدن می‌توانند نتایج احساس آسایش حرارتی متفاوتی را خلق کنند (Fanger 1970).

سن به طور گسترده به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در درک آسایش حرارتی پذیرفته شده است (Collins et al. 1981; DeGroot et al. 2007; Hashiguchi et al. 2004; Natsume et al. 1992; Roelofsens a 2014; Soebarto et al. 2019; Guo et al. 2022). به‌طوری که دامنه احساس آسایش حرارتی برای خردسالان، جوانان و میانسالان (Wan et al. 2022) و همچنین نیازهای آسایش حرارتی آن‌ها به طور قابل توجهی متفاوت است (Roelofsens et al. 2014). به‌طوری که با افزایش سن، بدن در فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیک دچار تغییراتی می‌شود که می‌تواند درک از دما و توانایی در تنظیم آن را تغییر دهد (Inoue et al. 1991). همچنین نرخ متابولیسم و گرمای تولید شده توسط بدن انسان، یک عامل اساسی در تعیین احساس آسایش حرارتی است (Luo et al. 2018). تغییرات در نرخ متابولیسم می‌تواند به طور قابل توجهی بر احساس آسایش حرارتی تأثیر بگذارد (Lin et al. 2022; Luo et al. 2016).

از دیگر عوامل اثرگذار بر احساس آسایش حرارتی افراد شاخص توده بدنی است. شاخص توده بدنی یا BMI سنجشی آماری برای مقایسه جرم به نسبت قد افراد است که به صورت، مجذور قد (به سانتیمتر) / وزن (به کیلوگرم) محاسبه می‌شود. محدوده قابل قبول برای شاخص توده بدنی نرمال ۱۸.۵ تا ۲۵ می‌باشد. چربی و دیگران گزارش کردند که افراد دارای اضافه وزن احساس آسایش حرارتی بالاتری داشته (حبیبی و دیگران ۲۰۱۶) و احساس آسایش حرارتی افراد با BMI نرمال بیشتر از سایر گروه‌هایی که BMI بالاتر و در محدوده چاقی و اضافه هستند، دارند (Torres et al. 2012).

تفاوت‌های جنسیتی نیز در آسایش حرارتی نقش دارند. عوامل بیولوژیکی مانند میزان متابولیسم و سطح هورمون می‌توانند باعث شوند که زنان و مردان دما را متفاوت تجربه کنند. مردان معمولاً به دلیل توده عضلانی بیشتر، متابولیسم بالاتری دارند که گرمای داخلی بیشتری تولید می‌کنند. زنان، با نسبت بیشتری از چربی بدن و نرخ متابولیسم پایین‌تر، اغلب بیشتر از مردان احساس سرما می‌کنند (Blaak et al.).





تصویر ۲. مدل مفهومی پژوهش

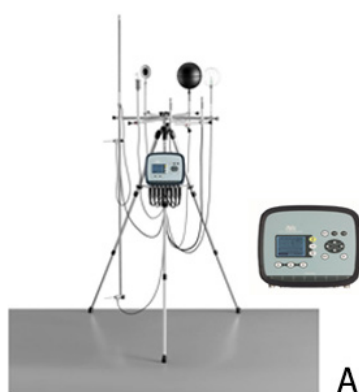
۴-۲. نقش مدت‌زمان سپری شده بر آسایش حرارتی دانشجویان

مدت‌زمان سپری‌شده در یک محیط آموزشی نقش قابل‌توجهی در تجربه آسایش حرارتی دانشجویان دارد و این موضوع به‌صورت مستقیم بر عملکرد شناختی و بازدهی آن‌ها تأثیر می‌گذارد (بنازاده، حیدری، و هادیان‌فرد ۱۳۹۹؛ زمردیان، امینیان، و طاهباز ۱۳۹۵). در ادامه مطالعات نشان می‌دهد که قرار گرفتن طولانی‌مدت در شرایط حرارتی ناخوشایند می‌تواند بر کارایی یادگیری و سلامت کلی تأثیر منفی داشته باشد (Wu et al. 2022). زمانی که دانشجویان ساعات طولانی را در کلاس‌های درس می‌گذرانند، آسایش حرارتی به‌طور فزاینده‌ای حیاتی می‌شود و افراد با تغییراتی

راحتی و سلامتی و بهداشت فرد داشته باشد (Mooventhan et al. 2014). در ابتدای وضو، صورت باید دو مرتبه به‌صورت کامل شسته شود به‌طوری‌که همه اجزای صورت کاملاً خیس شوند. عمل خیس‌اندن صورت به‌تنهایی می‌تواند باعث تعدیل دمای بدن شود که در نتیجه موجب بهبود آسایش حرارتی و به دنبال آن افزایش تمرکز و عملکرد شناختی دانشجویان شود. ساندرام (Sunderam et al. 2003) معتقد است که دمای پوست صورت یک پیوند مهم در تنظیم حرارت مغزی است. ناکامورا (Nakamura 2008) پیشنهاد کرد که در هر واحد سطح پوست، دمای صورت بیشترین تأثیر محیطی را بر تنظیم حرارت بدن دارد. رگ‌های خونی صورت بسیار زیاد هستند (Von Arx et al. 2018) و سیستم تنظیم دمای بدن جریان خون را از طریق رگ‌های خونی از طریق گشادشدن عروق یا انقباض عروق خونی در پوست کنترل می‌کند و این تغییر در صورت تشخیص داده می‌شود (Hall et al. 2020). میاجی پیشنهاد کرد که یک تنوع منطقه‌ای بزرگ در پاسخ جریان خون پوست صورت به گرمایش یا خنک کردن موضعی وجود دارد (Miyaji 2019). شستشو باعث تعدیل احساس حرارتی در بدن و یکنواختی دمای بدن (Luo et al. 2023) می‌شود؛ بنابراین شستشوی اعضای بدن (صورت، دست‌ها، کف سر، پاها) به‌صورت وضوگرفتن موجب تعدیل احساس حرارتی می‌شود. دمای پوست (به‌ویژه دست و صورت)، در هنگام وضوگرفتن پوست دست‌ها و صورت بیشترین تماس مستقیم را با آب دارد، با توجه به اینکه مساحت محدودی از پوست بدن را شامل می‌شود؛ اما یک پارامتر مهم در ارزیابی راحتی حرارتی است و به‌طور مستقیم پاسخ فیزیولوژیکی بدن به محرک‌های حرارتی را منعکس می‌کند. دست‌ها و صورت نواحی بسیار حساسی هستند و دمای پوست آن‌ها اغلب به‌عنوان نماینده‌ای برای راحتی حرارتی کلی استفاده می‌شود، چولی و دیگران بر اهمیت نظارت بر دمای پوست به‌عنوان شاخص کلیدی آسایش حرارتی تأکید می‌کنند (Čulić et al. 2021). همچنین در پژوهش لو به این نتیجه رسیدند که اثر تماس بدن با آب در اثر شستشو، دمای بدن یکنواخت‌تر می‌شود، همچنین اختلاف دمای بین تنه و اندام‌ها کمتر و ضربان قلب و میانگین دمای پوست افراد به ترتیب با افزایش ۱۰٪ و ۸٪ گزارش شد. این مطالعه نشان می‌دهد که دمای آب و مدت‌زمان شستشو مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی در حین شستشوی سطح پوست بدن هستند؛ درحالی‌که دمای محیط و سرعت هوا مهم‌ترین عوامل مؤثر بر راحتی حرارتی پس از شستشو هستند (Luo et al. 2023).

مطالعه حاضر با دامنه دمایی از ۱۷ تا ۲۹ درجه سانتیگراد سعی در آزمودن شرکت کنندگان در محیط‌های سرد (۱۷ درجه سانتیگراد)، محیط‌های خنثی (۲۱، ۲۵ درجه سانتیگراد) و محیط‌های گرم (۲۹ درجه سانتیگراد) در دو حالت (با وضو و بدون وضو) برای سنجش میزان آسایش حرارتی قرار می‌گیرند. باتوجه به اینکه در پژوهش‌های پیشین محدوده دمایی ۲۱-۲۵ درجه سانتیگراد به عنوان محدوده آسایش در نظر گرفته شده (زمردیان، امینیان، و طاهباز ۱۳۹۵)، در پژوهش حاضر با قراردادن افراد در دماهای پایین‌تر از محدوده آسایش حرارتی، ۱۷ درجه سانتیگراد و دمای ۲۹ درجه سانتیگراد، بالاتر از محدوده آسایش حرارتی، سعی در بررسی نقش وضو گرفتن در آسایش حرارتی افراد شده است.

Thermal Microclimate Data LoggerDry – HHD32.1



METABOLIC RATE CLASS	METABOLIC RATE, M		WEIGHT LIMIT VALUE	
	RELATIVE TO A UNIT AREA OF THE BODY	TOTAL BODY SURFACE AREA (M ²)	PERSON ADJUSTED TO THE HEAT	PERSON NOT ADJUSTED TO THE HEAT
0 (RESTING)	M × 65	M × 1.17	30	30
1	65 + M × 130	117 + M × 234	30	20
2	130 + M × 200	234 + M × 300	30	20
3	200 + M × 260	300 + M × 408	DEAD AIR 20	DEAD AIR 20
4	M × 260	M × 408	20	20

NOTE - THESE VALUES HAVE BEEN DETERMINED BY USING A MAXIMUM REFERENCE RECTAL TEMPERATURE OF 38 °C FOR THE PEOPLE BEING EXAMINED.



مجموعه آزمایشگاهی

B



Fluke AirMeter 1150V

تصویر ۳. مجموعه آزمایشگاهی



لباس استاندارد با نرخ ۰/۶ clo



تصویر ۳. مجموعه آزمایشگاهی

که در ترجیحات فردی برای دما و تهویه (Elnaklah et al. 2023; Liu 2021) همچنین تنظیم پرده‌ها برای کاهش یا حذف نور (Sedaghatnia et al. 2021) در جهت تنظیم احساس آسایش حرارتی در فعالیت‌های مختلف یادگیری ایجاد می‌کنند، قابل مشاهده است. این امر بر ضرورت کنترل‌های محیطی مناسب در فضاهای آموزشی برای افزایش راحتی و عملکرد یادگیری تأکید می‌کند.

۳. مواد و روش‌ها

۳-۱. جامعه آماری

این پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه تأیید شده است. ۲۰ مرد با توده بدنی نرمال برای انجام این آزمایش ضمن ارائه رضایت نامه کتبی داوطلب شدند. شرکت کنندگان مسلمان بودند و نسبت به انجام صحیح وضو آگاهی کامل داشتند. از داوطلبان خواسته شده ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش از مصرف کافئین و سیگار خودداری کنند. برای به حداقل رساندن شرایط برابر برای شرکت کنندگان لباس فرمی برای هر یک از آن‌ها با هزینه شخصی محققین تهیه شده است (تصویر ۳). مقدار عایق لباس ۰/۶ کلو می‌باشد. این کار موجب می‌شود که نوع و جنس لباس تغییر پیش‌بینی نشده‌ای در احساس حرارتی شرکت کنندگان در حین آزمایش ایجاد نکند. مشخصات شرکت کنندگان در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. مشخصات شرکت کنندگان

جنسیت	میانگین	محدوده
سن (سال)	۳۳٫۶	۲۸-۳۸
مرد	۱۸۰	۱۷۵-۱۸۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم)	۲۴٫۲۸	۲۳٫۱-۲۵

۳-۲. ابزار تحقیق و روش گردآوری داده‌ها

آزمایش در یک اتاق اقلیمی عایق شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام انجام شد. یک اتاق کنترل شده دمایی و رطوبتی با دقت کنترل ± 0.6 برای انجام آزمایش در نظر گرفته شده است. دما و رطوبت نسبی فضا توسط دیتالاگر (HD32.1 – Thermal Microclimate Data Logger) کنترل می‌شود (تصویر ۳). فضای آزمایشگاهی شامل دو اتاق است، اتاق پیش‌آزمایش با دمای پیش‌فرض ۲۵ درجه سانتیگراد و اتاق آزمایش با دمای متغیر (۲۱، ۲۵، ۲۹) درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد که از ۱۲ ساعت قبل از شروع آزمایش تنظیم شده، در نظر گرفته شده است.

۳-۳. مراحل اجرای آزمایش

این پژوهش با هدف سنجش مدت زمان ماندگاری احساس آسایش حرارتی افراد یک‌مرتبه بعد از وضوگرفتن و یک‌مرتبه بدون انجام وضو در اتاق آزمایش انجام می‌شود. شرکت‌کنندگان یک گروه هستند که تحت دو شرایط (با وضو و بدون وضو) در دو روز متوالی قرار می‌گیرند. آزمودنی‌ها به ۴ گروه پنج‌نفره به طور تصادفی تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان قبل از وارد شدن به اتاق شماره ۲ توضیحات لازم در مورد آزمایش را دریافت می‌کنند و به سوالات آنها پاسخ داده می‌شود. فضای آزمایشگاهی شامل یک فضا جهت تعویض لباس (اتاق شماره ۱) و اتاق بعدی (اتاق شماره ۲) با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد جهت سازگاری دمای بدن شرکت‌کننده با دمای محیط به مدت ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شده است. بعد از سازگاری دمایی، آزمودنی‌ها به اتاق شماره ۳ جهت وضو گرفتن به مدت تقریبی ۴ دقیقه هدایت شده و بعد از آن در اتاق شماره ۲ مشغول خواندن نماز به مدت ۶ دقیقه می‌شوند. مراحل وضو شامل شستن صورت، از جایی که موی سر روییده تا انتهای چانه، به پهنای یک دست، سپس ابتدا دست راست و پس از آن دست چپ، از کمی بالای آرنج تا سرانگشتان شسته می‌شود. پس از آن با رطوبت باقی‌مانده از شستن دست‌ها، مسح سر در قسمت جلو سر و بالای پیشانی انجام می‌شود و سپس با همان رطوبت، مسح پای راست و مسح پای چپ انجام می‌شود (تصویر ۴). سپس به اتاق آزمایش (اتاق

شماره ۴) هدایت شده و به مدت ۱۲۰ دقیقه مشغول مطالعه می‌شوند. سنجش آسایش حرارتی افراد در کلاس‌های درس در پژوهش‌های پیشین انجام شده (زمردیان، امینیان، و طاهباز ۱۳۹۵) که به طور کلی در یک بازه زمانی در طول روز مورد بررسی قرار گرفته است. جهت بالابردن دقت پژوهش حاضر بازه زمانی کلاس درس به ریززمان‌های ۳۰ دقیقه‌ای تقسیم شده است. در طی این مدت هر ۲۸ دقیقه یک‌بار به مدت ۲ دقیقه پرسشنامه احساس آسایش حرارتی استاندارد اشری اخذ شد. سوالات بخش احساس آسایش حرارتی شامل احساس آسایش حرارتی ۷ گانه (مطابق استاندارد اشری آمریکا) می‌باشد. این سوالات در بازه ۷ گانه احساس آسایش حرارتی شامل خیلی گرم، گرم، کمی گرم، متعادل (خنثی)، کمی سرد، سرد، و خیلی سرد می‌باشد. بازه متعادل (خنثی) $TSV=0$ نشان‌دهنده احساس رضایت پاسخ‌دهندگان از وضعیت حرارتی محیط است. پاسخ‌دهندگان با قرارگیری در وضعیت حرارتی، متناسب با وضعیت ذهنی خود نسبت به شرایط حرارتی محیط، بازه موردنظر را انتخاب کرده‌اند. به طور معمول برای دامنه آسایش حرارتی محدوده $TSV \pm 0.5$ در نظر گرفته می‌شود. نرخ متابولیک برای تمام شرکت‌کنندگان ثابت و برابر $met 1.0$ در نظر گرفته شده است. هر شرکت‌کننده ۸ روز متوالی هر جلسه به مدت ۱۵۴ دقیقه (و در شرایط بدون وضو ۱۴۰ دقیقه) تحت آزمایش قرار می‌گیرد. روند آزمایش در تصویر ۵ نشان داده شده است.



تصویر ۴. مراحل وضو گرفتن



تصویر ۵. مراحل انجام آزمایش



۴. یافته‌ها

خارج از محدوده احساس آسایش حرارتی و در وضعیت احساس گرما، و در بازه‌های کوچک‌تر از $-0/5$ به سمت احساس سرما و در نتیجه عدم احساس آسایش حرارتی قرار دارند. با توجه به جدول ۲، میانگین کمترین میزان احساس آسایش حرارتی دانشجویان مربوط به دمای 17 درجه با وضعیت افراد دارای وضو با فاصله زمانی 30 دقیقه با مقدار $-1/50$ و انحراف معیار $0/827$ می‌باشد. همچنین میانگین وضعیت احساس آسایش حرارتی دانشجویان مربوط به دمای 29 درجه با وضعیت افراد بدون وضو با فاصله زمانی 120 دقیقه با مقدار $2/50$ و انحراف معیار $0/512$ می‌باشد.

جدول ۲ شامل میانگین و انحراف معیار مربوط به احساس آسایش حرارتی دانشجویان معماری در چهار گروه دمایی 17 ، 21 ، 25 ، و 29 درجه سانتیگراد با دو سطح از دانشجویان معماری با وضو و بدون وضو در سطوح زمانی 30 ، 60 ، 90 و 120 دقیقه است. احساس آسایش حرارتی، (Thermal Sensation Vote -TSV) دارای یک بازه 7 گانه احساس آسایش حرارتی شامل خیلی گرم ($+3$)، گرم ($+2$)، کمی گرم ($+1$)، خنثی (0)، کمی سرد (-1)، سرد (-2)، و خیلی سرد (-3) است که افراد در محدوده $0/5$ تا $-0/5$ دارای احساس آسایش حرارتی هستند. در بازه‌های بزرگ‌تر از $0/5$ + افراد

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار وضعیت آسایش حرارتی دانشجویان دانشجویان معماری

سطوح شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی	وضعیت وضوگرفتن	مدت زمان	میانگین	انحراف معیار
دمای 17	افراد با وضو	30 دقیقه	$-1/50$	$0/827$
		60 دقیقه	$-1/30$	$0/656$
		90 دقیقه	$-1/00$	$0/648$
		120 دقیقه	$-0/70$	$0/470$
		30 دقیقه	$-1/20$	$0/767$
	افراد بدون وضو	30 دقیقه	$-1/20$	$0/615$
		60 دقیقه	$-0/40$	$0/502$
		90 دقیقه	$-0/30$	$0/470$
		120 دقیقه	$-0/20$	$0/410$
		30 دقیقه	$0/20$	$0/615$
دمای 21	افراد با وضو	30 دقیقه	$0/30$	$0/470$
		60 دقیقه	$0/40$	$0/502$
		90 دقیقه	$0/70$	$0/656$
		120 دقیقه	$0/70$	$0/656$
		30 دقیقه	$0/30$	$0/470$
	افراد بدون وضو	30 دقیقه	$0/40$	$0/502$
		60 دقیقه	$0/40$	$0/502$
		90 دقیقه	$0/70$	$0/656$
		120 دقیقه	$1/30$	$0/656$
		30 دقیقه	$1/40$	$0/502$
دمای 25	افراد با وضو	30 دقیقه	$1/50$	$0/512$
		60 دقیقه	$1/70$	$0/470$
		90 دقیقه	$1/30$	$0/656$
		120 دقیقه	$1/30$	$0/656$
		30 دقیقه	$1/40$	$0/502$
	افراد بدون وضو	30 دقیقه	$1/40$	$0/502$
		60 دقیقه	$1/60$	$0/680$
		90 دقیقه	$1/60$	$0/680$
		120 دقیقه	$1/60$	$0/680$
		30 دقیقه	$1/70$	$0/470$
دمای 29	افراد با وضو	30 دقیقه	$1/80$	$0/410$
		60 دقیقه	$2/10$	$0/552$
		90 دقیقه	$2/50$	$0/512$
	افراد بدون وضو	30 دقیقه	$1/70$	$0/470$
		60 دقیقه	$1/80$	$0/410$
		90 دقیقه	$2/10$	$0/552$



264.33, $P=0.001<0.01$), $(F(1,19)=148.066$, $(F(3,17)=37.429, P=0.001<0.01)$ و $(P=0.001<0.01)$ به ترتیب بیانگر تأثیرگذاری همه فاکتورها در سطح خطای ۱ درصد می‌باشند. همچنین نتایج این آزمون برای بررسی تأثیر اثر متقابل فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) با مقدار $(F(3,17)=3.149, P=0.052>0.05)$ نشان از عدم معنی‌داری این فاکتور در سطح خطای ۵ درصد دارد، بدان معناست که وضو و شرایط دمایی محیط با هم ارتباط معنادار نداشته‌اند. برای بررسی تأثیر اثر متقابل فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و متغیر شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه) با مقدار $(F(9,11)=200.994, P=0.001<0.05)$ نشان از معنی‌داری این فاکتور در سطح خطای ۵ درصد دارد. همچنین برای بررسی تأثیر اثر متقابل فاکتورهای وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) و متغیر شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه) با مقدار $(F(3,17)=7.023, P=0.005>0.05)$ نشان از معنی‌داری این فاکتور در سطح خطای ۵ درصد دارد. جدول ۳ نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری (GLMRM) را بر اساس آزمون گیسر (Geisser) نشان می‌دهد.

افراد به دلیل نرخ لباس و متابولیسم متفاوت، مدت زمانی را باید در فضای ۲۵ درجه سانتیگراد با لباس فرم و متابولیسم ثابت سپری کنند تا به سازگاری با دمای محیط برسند و سپس در دمای تنظیم شده مورد آزمایش قرار گیرند. به همین دلیل مدت زمان ۳۰-۰ دقیقه به عنوان شرط صفر به صورت یکسان برای همه آزمودنی‌ها در نظر گرفته شده است. در تحلیل درون‌موردی مطالعه حاضر به طور معمول برای ارزیابی دقت داده‌ها به چندین گزارش روش‌های آماری استناد شده که صحت داده‌ها مورد استناد بیشتری قرار بگیرد به همین دلیل از آزمون کرویت-موخلی، لامدای ویلکز و گیسر استفاده شده است. نتایج آزمون کرویت-موخلی برای فاکتورهای سطوح شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و اثر متقابل شرایط دمایی مختلف و وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) در شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه) به ترتیب با مقادیر $(\text{Chi-Square}(5)=22.240, P=0.001<0.05)$ و $(\text{Chi-Square}(5)=26.349, P=0.001<0.05)$ بیانگر این واقعیت است که دلیلی بر رد همانی بودن ماتریس کواریانس خطای متغیر وابسته وجود دارد. از طرفی نتیجه آزمون لامدای ویلکز برای اثر فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی، وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) و متغیر شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه) به ترتیب با مقادیر $(F(3,17)=$

جدول ۳. نتایج آزمون درون موردی گیسر

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مجموع مربعات	مقدار آماره فشر (P)	سطح معنی داری (P)
سطوح فاکتور شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی	۶۲۲/۷۶۹	۳	۲۰۷/۵۹۰	۲۷۳/۳۱۰	۰/۰۰۱
سطوح فاکتور وضعیت وضوگرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو)	۶۳/۷۵۶	۱	۶۳/۷۵۶	۱۴۸/۰۶۶	۰/۰۰۱
سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه)	۳۷/۹۱۹	۱/۵۶۷	۲۴/۲۰۴	۳۸/۶۴۳	۰/۰۰۱
اثر متقابل فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و وضعیت وضوگرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو)	۹/۶۶۹	۲/۳۸۹	۴/۰۴۷	۵/۷۱۵	۰/۰۰۴
اثر متقابل فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه)	۴/۹۵۶	۴/۱۴۵	۱/۱۹۶	۳/۱۶۷	۰/۰۱۷
اثر متقابل فاکتورهای وضعیت وضوگرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) و سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه)	۰/۶۱۹	۲/۰۰۴	۰/۳۰۹	۱/۵۲۸	۰/۲۳۰
خطای سطوح فاکتور شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و وضعیت وضوگرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو)	۳۲/۱۱۴	۴۵/۳۹۴	۰/۷۰۸		
خطای سطوح فاکتور شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه)	۲۹/۷۳۱	۷۸/۷۵۸	۰/۳۷۷		
خطای اثر متقابل فاکتورهای وضعیت وضوگرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) و سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰، و ۱۲۰ دقیقه)	۷/۶۹۴	۳۸/۰۷۶	۰/۲۰۲		



حضور این افراد در کلاس درس در زمان‌های مختلف متفاوت است. وضعیت آسایش حرارتی دانشجویان در کلاس، که مدت زمان ۱۲۰ دقیقه حضور داشته‌اند بهتر از مدت زمان ۹۰ دقیقه است و نزدیک به محدوده آسایش حرارتی بوده است. وضعیت آسایش حرارتی دانشجویان در کلاس درس که ۶۰ و ۳۰ دقیقه حضور داشته‌اند وضعیت حرارتی سردتری را احساس کرده‌اند؛ به عبارت ساده‌تر در شرایطی که دمای هوا در محدوده ۱۷ درجه سانتیگراد قرار دارد حضور بیشتر افراد در فضای داخلی کلاس درس می‌تواند سبب بهبود وضعیت حرارتی افراد گردد. همچنین در محدوده دمایی ۲۱ درجه سانتیگراد دانشجویانی که قبل از حضور در کلاس دارای وضو بودند در محدوده آسایش حرارتی قرار داشته‌اند. در دمای ۱۷ درجه سانتیگراد افراد بیشتر احساس سازگاری داشته‌اند، تا جایی که در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد کاملاً در محدوده آسایش قرار دارند. همچنین در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد تا ۹۰ دقیقه در محدوده آسایش حرارتی قرار داشته است؛ ولی در ۱۲۰ دقیقه و همچنین در دمای ۲۹ درجه در تمام بازه‌های سیری شده خارج از محدوده آسایش حرارتی قرار دارند.

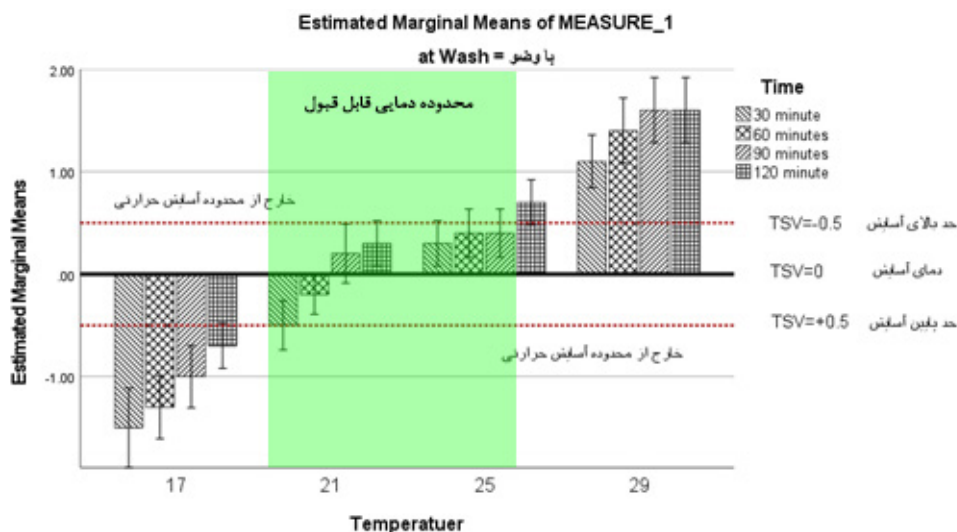
شرایط احساس آسایش حرارتی دانشجویان در محدوده دمایی ۲۵ درجه سانتیگراد که قبل از حضور در کلاس درس وضو داشته‌اند تقریباً مشابه وضعیت محدوده دمایی ۲۱ درجه سانتیگراد است و این محدوده در مدت زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه در حد فاصل دمای آسایش تا حد بالای آسایش است. اما در همان دما، مدت زمان حضور دانشجویانی که ۱۲۰ دقیقه در کلاس حاضر بوده‌اند در محدوده آسایش حرارتی قرار ندارد و دانشجویان احساس گرما می‌کنند. شرایط احساس آسایش حرارتی دانشجویان در محدوده دمایی ۲۹ درجه سانتیگراد که قبل از حضور در کلاس درس وضو داشته‌اند، تقریباً مشابه وضعیت محدوده دمایی ۱۷ درجه سانتیگراد است و دانشجویان در کل مدت زمان حضور در کلاس درس احساس آسایش حرارتی ندارند و وضعیت گرمای هوا را احساس می‌کنند. با افزایش مدت زمان حضور افراد از ۳۰ دقیقه به ۶۰ دقیقه، افراد احساس گرمای بیشتری می‌کنند ولی مدت زمان حضور افراد به مدت ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه تقریباً یکسان است و افراد احساس شرایط گرمای یکسانی دارند.

بر اساس جدول ۳، با توجه به مقادیر آماره فشر و سطح معنی‌داری به دست آمده از آزمون گیسر (Geisser) برای فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی، وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو)، سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه)، اثر متقابل فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو)، اثر متقابل فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه) و اثر متقابل فاکتورهای وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) و سطوح فاکتور شرایط زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه) به ترتیب برابر $p < 0.001$ ، $F(1,19) = 323.368$ ($59/92,36/F(1, 24.204) = (76/56,29/63.756$, $p < 0.001$), $F(1, p < 0.001)$ ، $4.047 = (39/38,45/p < 0.001)$ ، $F(2 = (07/F(22,38)$ و $p < 0.05$ ، $1.196 = (75/14,78/F(4$ ، 1.528 ، $p > 0.23$) به دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که در سطح خطای ۱ درصد فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی کلاس درس، وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو)، سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه)، اثر متقابل فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) و در سطح خطای ۵ درصد فاکتور اثر متقابل فاکتورهای شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی و سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه) می‌باشند. از طرفی نتیجه این آزمون، بیانگر عدم تأثیرگذاری اثر متقابل فاکتورهای وضعیت وضو گرفتن دانشجویان معماری (با وضو، بدون وضو) و سطوح فاکتور شرایط زمانی مختلف (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه) بالاتر از سطح خطای ۵ درصد می‌باشد.

۴-۱. احساس آسایش حرارتی دانشجویان با وضو در بازه‌های زمانی مختلف

تصویر ۶، اثر متقابل فاکتور شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی کلاس درس و سطوح فاکتور فاصله زمانی مختلف دانشجویان با وضو را نشان می‌دهد. یافته‌های این بخش نشان می‌دهد در محدوده دمایی ۱۷ درجه سانتیگراد دانشجویان که قبل از حضور در کلاس وضو داشته‌اند در محدوده آسایش حرارتی قرار ندارند و احساس حرارتی هوای سرد را به طور متوسط گزارش کرده‌اند. تحلیل بازه زمانی



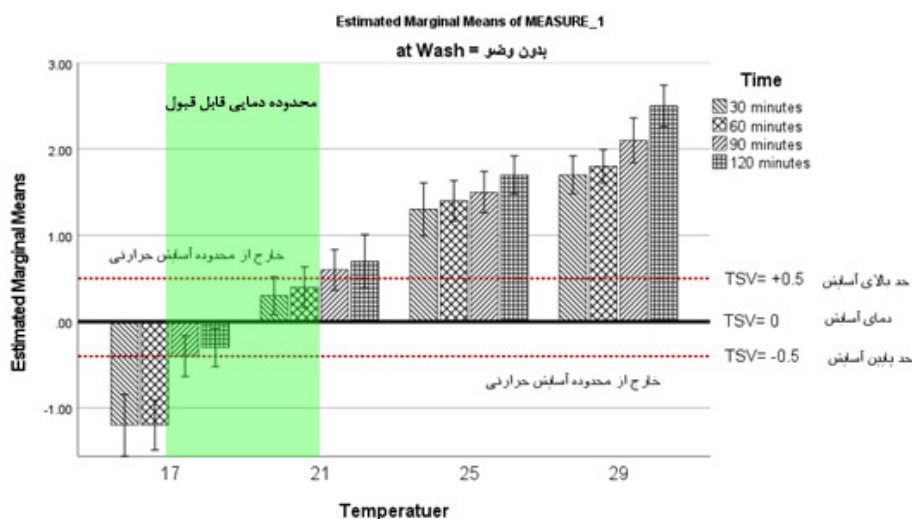


تصویر ۶. نمودار تاثیر دمای محیطی در بازه‌های زمانی بر دانشجویان دارای وضو بر احساس آسایش حرارتی

به طور کامل در این محدوده، احساس آسایش حرارتی دارند. یافته‌ها نشان داد در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد در بازه‌های زمانی ۳۰ و ۶۰ دقیقه افراد احساس آسایش حرارتی می‌کنند و در هر دو بازه زمانی شرایط تقریباً یکسانی دارند. در حالیکه در همین دما، وضعیت آسایش حرارتی افراد در بازه‌های زمانی ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه متفاوت است و افراد احساس آسایش حرارتی ندارند. شرایط احساس آسایش حرارتی دانشجویان در محدوده دمایی ۲۵ و ۲۹ درجه سانتیگراد که قبل از حضور در کلاس درس وضو نداشته‌اند تقریباً مشابه یکدیگر است و افراد در کل بازه‌های زمانی ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه فاقد احساس آسایش حرارتی بوده‌اند.

۴-۲. احساس آسایش حرارتی دانشجویان بدون وضو در بازه‌های زمانی مختلف

تصویر ۷ نمودار اثر متقابل فاکتور شرایط دمایی مختلف در محیط آزمایشگاهی کلاس درس و سطوح فاکتور شرایط فاصله زمانی مختلف با محدوده آسایش حرارتی بدون وضو را نشان می‌دهد. یافته‌های این بخش نشان می‌دهد شرایط احساس آسایش حرارتی افراد در محدوده دمایی ۱۷ درجه سانتیگراد یکسان نیست و در مدت زمان‌های مختلف متفاوت است. شرایط آسایش حرارتی در مدت ۳۰ و ۶۰ دقیقه شرایط یکسان دارد و در هر دو زمان افراد احساس آسایش حرارتی ندارند و احساس هوای سرد دارند. وضعیت آسایش حرارتی افراد در مدت زمان‌های ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه تقریباً یکسان است و افراد



تصویر ۷. نمودار تاثیر دمای محیطی در بازه‌های زمانی بر دانشجویان بدون وضو بر احساس آسایش حرارتی



محدوده احساس آسایش حرارتی و در بازه زمانی ۱۲۰ دقیقه خارج از محدوده احساس آسایش حرارتی قرار دارند. در مقابل، افراد فاقد وضو در دمای ۱۷ درجه سانتیگراد در بازه زمانی ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه در محدوده احساس آسایش حرارتی قرار دارند. در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد تنها در بازه زمانی ۳۰ و ۶۰ دقیقه در محدوده آسایش حرارتی قرار دارند. همچنین در دمای ۲۵ و ۲۹ درجه سانتیگراد در هیچ یک از بازه‌های دمایی در محدوده آسایش حرارتی قرار ندارند.

۵. تحلیل یافته‌ها

مطابق جدول ۳، تحلیل یافته‌ها نشان داد کاهش دمای سطح پوست بدن از طریق وضو گرفتن در بروز احساس آسایش حرارتی در زمان‌های مختلف، کمک می‌کند. افراد دارای وضو در دمای ۱۷ و ۲۹ درجه سانتیگراد، در هیچ یک از بازه‌های دمایی احساس آسایش حرارتی نداشتند؛ درحالی‌که در محدوده دمایی ۲۱ درجه سانتیگراد در تمام بازه‌های زمانی افراد در محدوده آسایش حرارتی قرار داشته‌اند. در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در بازه زمانی ۳۰ تا ۹۰ دقیقه افراد در

جدول ۳. مقایسه وضعیت آسایش حرارتی افراد (با وضو و بی وضو) در شرایط فاصله زمانی مختلف در کلاس درس

وضعیت افراد	بازه دمایی	بازه زمانی	وضعیت آسایش حرارتی	وضعیت آسایش حرارتی
افراد با وضو	۱۷ درجه سانتیگراد	۳۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	عدم احساس آسایش حرارتی در کل بازه‌های زمانی
		۶۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۹۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۱۲۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
	۲۱ درجه سانتیگراد	۳۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	احساس آسایش حرارتی در کل بازه‌های زمانی
		۶۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
		۹۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
		۱۲۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
	۲۵ درجه سانتیگراد	۳۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	احساس آسایش حرارتی در کل بازه‌های زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه
		۶۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
		۹۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
		۱۲۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
افراد بدون وضو	۲۹ درجه سانتیگراد	۳۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	عدم احساس آسایش حرارتی در کل بازه‌های زمانی
		۶۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۹۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۱۲۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
	۱۷ درجه سانتیگراد	۳۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	احساس آسایش حرارتی در کل بازه‌های زمانی ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه
		۶۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
		۹۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
		۱۲۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
	۲۱ درجه سانتیگراد	۳۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	احساس آسایش حرارتی در کل بازه‌های زمانی ۳۰ و ۶۰ دقیقه
		۶۰ دقیقه	در محدوده آسایش حرارتی	
		۹۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۱۲۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
	۲۵ درجه سانتیگراد	۳۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	عدم احساس آسایش حرارتی در کل بازه‌های زمانی
		۶۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۹۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۱۲۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
	۲۹ درجه سانتیگراد	۳۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	عدم احساس آسایش حرارتی در کل بازه‌های زمانی
		۶۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۹۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	
		۱۲۰ دقیقه	عدم آسایش حرارتی	

۶. نتیجه‌گیری

برای تحقق بروز احساس آسایش حرارتی، ساده‌ترین راه‌حل ممکن از طریق تغییر وضعیت حرارتی بدن تا رسیدن به شرایط آسایش حرارتی مطلوب است که این عامل در شرایط حاضر که کشور درگیر بحران کمبود انرژی به‌خصوص در حوزه صنایع و تعطیلی‌های مکرر فعالیت‌های اداری و آموزشی است، عامل مهمی برای برنامه‌ریزان و دست‌اندرکاران کشور است و می‌تواند به دنبال شناسایی راهکارهای مختلفی به‌جز تقاضای مستقیم انرژی اماکن مختلف به‌خصوص اماکن آموزشی باشد. در دانشگاه آزاد واحد ایلام، بسیاری از کلاس‌های آموزشی در بازه زمانی پس از اذان ظهر برگزار می‌شود که وضعیت حرارتی در این ساعات در اوج تنش حرارتی و نیاز سرمایشی به‌خصوص در فصول گرم سال است. علاوه بر کاهش مصرف انرژی از طریق کاهش تقاضای انرژی، نتایج این پژوهش نشان داد افراد دارای وضو در دمای ۱۷ و ۲۹ درجه سانتیگراد، در هیچ یک از بازه‌های دمایی احساس آسایش حرارتی نداشته‌اند؛ درحالی که در محدوده دمایی ۲۱ درجه سانتیگراد در تمام بازه‌های زمانی در محدوده آسایش حرارتی قرار داشته‌اند. در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در بازه زمانی ۳۰ تا ۹۰ دقیقه افراد در محدوده احساس آسایش حرارتی و در بازه زمانی ۱۲۰ دقیقه خارج از محدوده احساس آسایش حرارتی قرار دارند. در مقابل، افراد فاقد وضو در دمای ۱۷ درجه سانتیگراد در بازه زمانی ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه در محدوده احساس آسایش حرارتی قرار دارند. در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد تنها در بازه زمانی ۳۰ و ۶۰ دقیقه در محدوده آسایش حرارتی قرار دارند. همچنین در دمای ۲۵ و ۲۹ درجه سانتیگراد در هیچ یک از بازه‌های دمایی در محدوده آسایش حرارتی قرار ندارند. بنابراین دمای سرد یعنی دمای ۱۷ و ۲۱ درجه سانتیگراد در شرایط بدون وضو، مدت زمان حضور افراد بسیار مهم بوده است. افراد فقط در بازه‌های زمانی ۳۰

و ۶۰ دقیقه در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد و بازه‌های زمانی ۱۲۰ و ۹۰ دقیقه در دمای ۱۷ درجه سانتیگراد، احساس آسایش حرارتی دارند. در حالیکه در شرایط با وضو، افراد در دماهای گرم‌تر یعنی ۲۱ و ۲۵ درجه سانتیگراد در تمام بازه‌های زمانی بجز بازه زمانی ۱۲۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد احساس آسایش حرارتی داشته‌اند. در شرایط دمایی متعادل ۲۵ درجه سانتیگراد با افزایش زمان حضور افراد در محیط احساس آسایش حرارتی به محدوده عدم آسایش نزدیک‌تر شده، به‌طوری که در بازه زمانی ۱۲۰ دقیقه خارج از محدوده احساس آسایش حرارتی گزارش شده است. افراد در شرایطی که وضو نداشته‌اند و دمای سطح پوست آن‌ها از طریق شست و شوی بدن پایین نیامده است در محدوده دمایی ۱۷ تا ۲۱ درجه سانتیگراد، به مدت ۲ ساعت احساس آسایش حرارتی دارند. در حالی که در صورت وضو داشتن در محدوده دمایی بالاتر (۲۱ و ۲۵ درجه سانتیگراد) می‌توان تا ۳/۵ ساعت احساس آسایش حرارتی را تجربه کرد. از مقایسه این عامل می‌توان ادعا کرد که وسعت دامنه آسایش حرارتی به میزان ۱/۵ ساعت از طریق وضوگرفتن افزایش یافته که علاوه بر بروز آسایش حرارتی بیشتر می‌تواند سبب کاهش تقاضای مصرف انرژی و صرفه‌جویی انرژی در فضاهای آموزشی گردد.

سایر پژوهشگران می‌توانند در همین راستا به بررسی موضوع در سایر بازه‌های زمانی کمتر و بررسی وسعت زمانی بیشتر در میان جنسیت‌های مختلف، در شرایط مختلف سنی و در سایر مقاطع آموزشی از مهدکودک تا دانشگاه بپردازند. همچنین نقش آسایش حرارتی در تمرکز و عملکرد شناختی دانشجویان در فضاهای آموزشی و سنجش میزان بهره‌وری دانشجویان در پژوهش‌های آتی مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱. بنازاده، بهاره، شاهین حیدری، و حبیب هادیان‌فرد. ۱۳۹۹. ارتباط مقیاس‌های آسایش حرارتی با مولفه‌های فیزیکی-محیطی؛ سنجش موردی: ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز. *معماری اقلیم گرم و خشک* ۸ (۱۱): ۲۵۳-۲۸۱.
۲. زمردیان، زهراسادات، سعید امینیان، و منصوره طاهباز. ۱۳۹۵. ارزیابی آسایش حرارتی در کلاس درس در اقلیم گرم و خشک مطالعات میدانی: دبستان دخترانه در شهر کاشان. *هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی* ۲۱ (۴): ۱۷-۲۸.

References

1. Bannazadeh, Bahareh, Shahin Headari, and Habib Hadianfard. 2020. Relationship between Thermal Comfort Scales and Physical-Environmental Components; a Case Study of Shiraz University Administration Building. *Journal of Architecture in Hot and Dry Climate* 8(11): 253-281.
2. Blaak, Ellen. 2001. Gender differences in Fat Metabolism. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care* 4 (6): 499-502.



3. Chaudhuri, Tanaya, Deqing Zhai, Yeng Chai Soh, Hua Li, and Lihua Xie. 2018. Thermal Comfort Prediction Using Normalized Skin Temperature in a Uniform Built Environment. *Energy and Buildings* (159): 426-440.
4. Cheng, Xiaogang, Bin Yang, Anders Hedman, Thomas Olofsson, Haibo Li, and Luc Van Gool. 2019. NIDL: A Pilot Study of Contactless Measurement of Skin Temperature for Intelligent Building. *Energy and Buildings* (198): 340-352.
5. Collins, Kenneth J., Arthur N. Exton-Smith, and Caroline Doré. 1981. Urban Hypothermia: Preferred Temperature and Thermal Perception in Old Age. *Br Med J (Clin Res Ed)* 282 (6259): 175-177.
6. Čulić, Ana, Sandro Nižetić, Petar Šolić, Toni Perković, and Velimir Čongradac. 2021. Smart Monitoring Technologies for Personal Thermal Comfort: A Review. *Journal of Cleaner Production* (312): 127685.
7. DeGroot, D.W., and W.L. Kenney. 2007. Impaired Defense of Core Temperature in Aged Humans During Mild Cold Stress. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 292(1): R103-R108.
8. Elnaklah, R., Y.Ayyad, S. Alnusairat, H. AlWaer, and A. J. S. AlShboul. 2023. A Comparison of Students' Thermal Comfort and Perceived Learning Performance Between Two Types of University Halls: Architecture Design Studios and Ordinary Lecture Rooms during the Heating Season. *Sustainability* 15(2): 1142.
9. Fanger, P. O. 1970. *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*.
10. Fretes, G., Llubra, C. and Palau, R. 2024. Exploring Classroom Temperature and Humidity on Students' Emotions Through IoT and Image Processing. *Journal of Infrastructure, Policy and Development* 8(7): pp.1-14.
11. Guo, Wei, Lin Jiang, Bin Cheng, Yanfeng Yao, Chunlu Wang, Yining Kou, Sheng Xu, and Deqing Xian. 2022. A Study of Subtropical Park Thermal Comfort and Its Influential Factors During Summer. *Journal of Thermal Biology* (109): 103304.
12. Habibi, P., R. Momeni, and H. Dehghan. 2016. The Effect of Body Weight on Heat Strain Indices in Hot and Dry Climatic Conditions. *Jundishapur Journal of Health Sciences* 8(2).
13. Hall, John E., and Michael E. Hall. 2020. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
14. Hashiguchi, Nobuko, Yue Feng, and Yutaka Tochihara. 2010. Gender Differences in Thermal Comfort and Mental Performance at Different Vertical Air Temperatures. *European Journal of Applied Physiology* (109): 41-48.
15. Hashiguchi, Nobuko, Yutaka Tochihara, Tadakatsu Ohnaka, Chiaki Tsuchida, and Tamio Otsuki. 2004. Physiological and Subjective Responses in the Elderly When Using Floor Heating and Air Conditioning Systems. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science* 23 (6): 205-213.
16. Inoue Y, M. Nakao, T. Araki, and H. Murakami. 1991. Regional Differences in the Sweating Responses of Older and Younger Men. *Journal of Applied Physiology* 71(6): 2453-9.
17. James, William. 1894 . Discussion: The Physical Basis of Emotion. *Psychological Review* 1 (5): 516.
18. Kang, Zhanxiao, Dahua Shou, and Jintu Fan. 2020. Numerical Modeling of Body Heat Dissipation Through Static and Dynamic Clothing Air Gaps. *International Journal of Heat and Mass Transfer* (157): 119833.
19. Khonsary, Seyed Ali. 2017. Guyton and Hall: Textbook of Medical Physiology. *Surgical Neurology International* (9,8): 275.
20. Lan, Li, Lulu Xia, Jieyu Tang, David P. Wyon, and Hua Liu. 2019. Mean Skin Temperature Estimated From 3 Measuring Points Can Predict Sleeping Thermal Sensation. *Building and Environment* (162): 106292.
21. Lee, Hyunjung, Jutta Holst, and Helmut Mayer. 2013. Modification of Human-Biometeorologically Significant Radiant Flux Densities by Shading as local method to mitigate heat stress in Summer Within Urban Street Canyons. *Advances in Meteorology* (1): 312572.
22. Lin, Yujie, Yumeng Jin, and Hong Jin. 2022. Effects of Different Exercise Types on Outdoor Thermal Comfort in a Severe Cold City. *Journal of Thermal Biology* (109): 103330.
23. Liu, Haiqiang, Xidong Ma, Zhihao Zhang, Xiaoling Cheng, Yanmi Chen, and Shoichi Kojima. 2021. Study on the Relationship Between Thermal Comfort and learning efficiency of Different Classroom-Types in Transitional Seasons in the Hot Summer and Cold Winter Zone of China. *Energies* 14 (19): 6338.
24. Liu, Jing, Runming Yao, and Rachel McCloy. 2012. A Method to Weight Three Categories of Adaptive Thermal Comfort. *Energy and Buildings* (47): 312-320.
25. Lucas, Ruan Eduardo Carneiro, Luiz Bueno da Silva, Erivaldo Lopes de Souza, Wilza Karla dos Santos



- Leite, and Jonhatan Magno Norte da Silva. 2024. Influence of Environmental Variables On Students' Cognitive Performance In Indoor Higher Education Environments. *Work Preprint*: 1-10.
26. Luo, Maohui, Shuang Xu, Yin Tang, Hang Yu, Xiang Zhou, and Zong Chen. 2023. Dynamic Thermal Responses and Showering Thermal Comfort Under Different Conditions. *Building and Environment* (237): 110322.
27. Luo, Maohui, Xiang Zhou, Yingxin Zhu, and Jan Sundell. 2016. Revisiting an Overlooked Parameter in Thermal Comfort Studies, the Metabolic Rate. *Energy and Buildings* (118): 152-159.
28. Luo, Maohui, Zhe Wang, Kevin Ke, Bin Cao, Yongchao Zhai, and Xiang Zhou. 2018. Human Metabolic Rate and Thermal Comfort in Buildings: The Problem and Challenge. *Building and Environment* (131): 44-52.
29. Mayer, E. 1993. Objective Criteria for Thermal Comfort. *Building and Environment* 28(4): 399-403.
30. Metzmacher, H., D. Wölki, C. Schmidt, J. Frisch, and C. van Treeck. 2018. Real-Time Human Skin Temperature Analysis Using Thermal Image Recognition for Thermal Comfort Assessment. *Energy and Buildings* (158): 1063-1078.
31. Miao, Sen, M. Gangolells, and B. Tejedor. 2023. Data-Driven Model for Predicting Indoor Air Quality and Thermal Comfort Levels in Naturally Ventilated Educational Buildings Using Easily Accessible Data for Schools. *Journal of Building Engineering* (80): 108001.
32. Miyaji, Akane, Shohei Hayashi, and Naoyuki Hayashi. 2019. Regional Differences in Facial Skin Blood Flow Responses to Thermal Stimulation. *European Journal of Applied Physiology* (119): 1195-1201.
33. Mooventhan, A. and L. Nivethitha. 2014. Scientific Evidence-Based Effects of Hydrotherapy on Various Systems of the Body. *North American Journal of Medical Sciences* 6(5): 199.
34. Nakamura, Mayumi, Tamae Yoda, Larry I. Crawshaw, Saki Yasuhara, Yasuyo Saito, Momoko Kasuga, Kei Nagashima, and Kazuyuki Kanosue. 2008. Regional Differences in Temperature Sensation and Thermal Comfort in Humans. *Journal of Applied Physiology* 105 (6): 1897-1906.
35. Natsume, Keiko, Tokuo Ogawa, Junichi Sugeno, Norikazu Ohnishi, and Kazuno Imai. 1992. Preferred Ambient Temperature for Old and Young Men in Summer and Winter. *International Journal of Biometeorology* 36: 1-4.
36. Olgyay, Víctor. 2015. *Arquitectura y Clima: Manual De Diseño Bioclimático Para Arquitectos y Urbanistas*. Gustavo Gili.
37. Parsons, Ken C. 2000. Environmental Ergonomics: A Review of Principles, Methods and Models. *Applied Ergonomics* 31 (6): 581-594.
38. Roelofsen, Paul. 2014 a. Healthy Ageing-Design Criteria for the Indoor Environment for Vital Elderly. *Intelligent Buildings International* 6 (1): 11-25.
39. Roelofsen, Paul. 2014 b. Healthy Ageing and the Built Environment. *Intelligent Buildings International* 6 (1): 3-10.
40. Sabaoui, I., S. Lotfi, and M. Talbi. 2023. Circadian Fluctuations of Cognitive and Psychomotor Performance in Medical Students: The Role of Daytime and Chronotype Patterns. *Chronobiology in Medicine* (5): 127-137.
41. Sakoi, T., Y. Kurazumi, S. R. Aprilianthi, S. I. Sawada, and C. Gao. 2024. Human Body Heat Balance Equation to Consider Core Body Temperature in Assessment of Heatstroke Risk. *Building and Environment* (247): 111020.
42. Salata, Ferdinando, Iacopo Golasi, Virgilio Ciancio, and Federica Rosso. 2018. Dressed for the Season: Clothing and Outdoor Thermal Comfort in the Mediterranean Population. *Building and Environment* (146): 50-63.
43. Sedaghatnia, Mahtab, Mohsen Faizi, Mehdi Khakzand, and Haniyeh Sanaieian. 2021. Energy and Daylight Optimization of Shading Devices, Window Size, and Orientation for Educational Spaces in Tehran, Iran. *Journal of Architectural Engineering* 27 (2): 04021011.
44. Soebarto, Veronica, Hui Zhang, and Stefano Schiavon. 2019. A Thermal Comfort Environmental Chamber Study of Older and Younger People. *Building and Environment* (155): 1-14.
45. Standard, A.S.H.R.A.E. 1992. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. *ANSI/ASHRAE*, 55, 5.
46. Sunderam, Sridhar, and Ivan Osorio. 2003. Mesial temporal lobe Seizures May Activate Thermoregulatory Mechanisms in Humans: An Infrared Study of Facial Temperature. *Epilepsy & Behavior* 4 (4): 399-406.
47. Torres, K.M., G. G. Azpeitia, and G.B. Morales. 2012. Adaptive Thermal Comfort for Air-Conditioned Offices in a Warm Sub-Humid Climate. In *PLEA2012-28th Conference, Opportunities, Limits & Needs towards an Environmentally Responsible Architecture Lima, Perú*.



48. Tuomaala, P., R. Holopainen, K. Piira, and M. Airaksinen. 2013. Impact of individual Characteristics—Such as Age, Gender, BMI, and Fitness—on Human Thermal Sensation. *Building Simulation, IBPSA* 13: 2305-2311.
49. Von Arx, Thomas, Kaori Tamura, Yukiya Oba, and Scott Lozanoff. 2018. The Face—A Vascular Perspective. *Swiss Dental Journal Sso—Science and Clinical Topics* 128 (5): 382-392.
50. Wan, Jiahao, Qinli Deng, Zeng Zhou, Zhigang Ren, and Xiaofang Shan. 2022. Study on Indoor Thermal Comfort of Different Age Groups in Winter in a Rural Area of China's Hot-Summer and Cold-Winter Region. *Science and Technology for the Built Environment* 28 (10): 1407-1419.
51. Wang, Zi, Hang Yu, Maohui Luo, Zhe Wang, Hui Zhang, and Yu Jiao. 2019. Predicting Older People's Thermal Sensation in Building Environment Through a Machine Learning Approach: Modelling, Interpretation, and Application. *Building and Environment* 161: 106231.
52. Wu, Yeyu, and Bin Cao. 2022. Recognition and Prediction of Individual Thermal Comfort Requirement Based on Local Skin Temperature. *Journal of Building Engineering* 49: 104025.
53. Zafarmandi, S., A. Matzarakis, and L. Norford. 2024. Effects of Clothing's Thermal Insulation on Outdoor Thermal Comfort and Thermal Sensation: A Case Study in Tehran, Iran. *Sustainable Cities and Society* 100: 104988.
54. Zhang, H. 2003. *Human Thermal Sensation and Comfort in Transient and Non-Uniform Thermal Environments*. University of California, Berkeley.
55. Zomorodian, Zahra Sadat, Saeed Aminian, and Mansoureh Tahbaz. 2017. Thermal Comfort Assessment in Classrooms in the Hot and Dry Climate of Iran Field Survey in a Primary School of Kashan. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning* 21(4): 17-28.

