

## Investigating the Effect of Environmental Thermal Comfort Components on Students' Cognitive Performance based on the Analysis of Fatigue Factor (Study Sample of Architecture Student of Universities in Ilam)

Hamed Ahmadi<sup>1</sup> , Mojtaba Noorollahi<sup>2,\*</sup> , Mohammad Reza Soleimani<sup>3</sup> , Ehsan Bitaraf<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Islamic Azad University, West Tehran Branch, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Architecture, College of Art and Architecture, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran

<sup>3</sup> Department of Architecture, College of Art and Architecture, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

### Article History:

Received: 21/12/2022

Revised: 21/01/2023

Accepted: 01/03/2023

ePublished: 18/03/2023



\*Corresponding author: Mojtaba Noorollahi, Department of Architecture, College of Art and Architecture, Ilam, Islamic Azad University, Ilam, Iran.

Email:  
mojtaba.noorollahi@gmail.com

### Abstract

**Objectives:** Human-made environments can have negative and positive effects on the planet. One of the two-faceted artifacts is the construction of buildings for people's lives, buildings that are being built irregularly and quickly and lead to excessive consumption of fossil resources and energy waste. Become Therefore, one of the most important things in the design of a building is providing its thermal comfort; Comfort that has a direct effect on the cognitive function of humans. In this research, in addition to the topic of thermal comfort, we also discuss fatigue in the classroom, which is one of the factors influencing the cognitive performance of the students.

**Methods:** In this research, the cognitive performance of people were examined and compared in the range of thermal comfort and the suggested range of the Ashri standard. To investigate their performance in different temperature ranges, 220 architecture students of Ilam universities were selected by systematic random sampling method. The state of thermal comfort, cognitive functions, and fatigue of people was evaluated after measuring environmental factors through questionnaires and standard cognitive function software.

**Results:** In addition to thermal comfort, which has a direct relationship with the cognitive performance of students, the passage of time is not an exception to this rule, in other words, the cognitive performance of students is derived from thermal comfort and the passage of time, which has a direct effect on academic, mental productivity, and also their practical efficiency. After examining the data in this regard, we reached meaningful results that indicate the highest efficiency of the students in the conditions of proper thermal comfort and the first 60 minutes of the start of their performance.

**Conclusion:** The results of this research show that even if the thermal comfort of the students' classrooms is provided according to the ASHERI standard, the students' cognitive performance will decrease after 60 minutes from the start of the class.

**Keywords:** Thermal comfort; Cognitive performance; Fatigue in the classroom; University

## Extended Abstract

### Background and Objective

According to the data published by the country's statistical organization, the population of Iran has been decreasing in 2022, on the contrary, the young and old population of Iran has always been increasing this year. It is worth considering that the population of this youth is many students, which in 2021 reached more than 3,200,000 students. Therefore, the high number of students in the country requires specific goals as well as the construction of infrastructures, the most important of which are standard buildings and classrooms with the best facilities. This point shows the importance of construction in Iran, which practically does not have the necessary standards. Waste of energy and its excessive consumption are signs of non-standardization of buildings; Due to the fact that energy is difficult to get to the people and has a relatively high cost, excessive consumption of energy also causes air pollution and many problems. According to statistics from official sources, pollution kills hundreds of people in the country every year.

Cognitive function can be said that a person's brain and mind must work in the best functional conditions so that a person can use the maximum cognitive capacity he has. In order to better understand how the human brain system works and how it can use the maximum capacity of its brain, it needs knowledge of the functions that affect the cognitive function and, as a result, the functioning of the mind of a strategic person. To know a set of these diverse strategies that allow a person to recognize and process the information he receives and respond appropriately.

### Materials and Methods

This descriptive-analytical research was conducted in the summer and fall of 2022 and winter of 2023. 220 students were selected by systematic random sampling from architectural engineering students of Ilam universities. First, demographic information including gender, place of residence, length of residence, year of birth, height, weight and education was collected for each participant through a questionnaire. After that, the amount of daily physical activity, the amount of clothes and the color of the final cover of the people were recorded. In the next step, environmental factors such as air temperature, radiation temperature, relative humidity, and air flow speed were accurately measured using the Delta Ohm data logger whose specifications are presented in table 1. After that, a seven-point scale (very cold to very hot) was used to estimate subjective thermal sensation according to the ASHERI standard.

### Results

Based on diagram 7, in this research, we have

prepared three cognitive function tests for the participants. Accordingly, in test number one, we gave a text to the students and asked them to type the text. This stage took 30 minutes. The second test was math and had 30 minutes. At this stage, we gave the students some addition and subtraction of three-digit numbers and asked them to obtain the addition and subtraction without using a calculator. Finally, in the third test, which had 30 minutes like the two previous tests, we gave the students a few texts containing some wrongly typed words and asked them to find and type the correct words. The results show that at the beginning of the test, the students showed a lot of good performance, so that the percentage of the test has reached 43% at the beginning and up to 96%, which is the best performance. In the next test, the performance of students, like the previous test, had an upward trend, in such a way that the performance of the students started from 52% and went up to 97%, which was their best performance. After the completion of the second test, i.e. after 60 minutes passed from the start of the test and at the same time as the start of the third test, the performance of the students faced a significant drop, so that the performance of the students started from 91% and dropped to 17%.

### Discussion

The results of this research show that despite meeting the standards of thermal comfort in the classrooms, the cognitive performance of the students has increased in a specific period of time and the progress in cognitive performance is up to a certain time. In other words, the duration of this study for the participants was one and a half hours, and the progress of the students' performance was only in the first hour, and after one hour, we were faced with a significant drop in the cognitive performance of the students. A very important variable that caused the drop in students' performance is their fatigue (according to the results). Also, thermal comfort is one of the important factors in people's satisfaction with the environment, which, in addition to the satisfaction with the environment, improves performance and increases the productivity of people.

### Conclusion

Most of the work and activities of human life are done in indoor spaces, so indoor space is very important for humans. Based on this, in recent years, a lot of attention has been paid to indoor air quality by designers, managers and researchers. Since indoor air quality can affect human health and performance, paying attention to this issue in different dimensions such as indoor air quality and thermal comfort can be very important.

## بررسی تأثیر مؤلفه‌های آسایش حرارتی محیط بر عملکرد شناختی دانشجویان مبتنی بر تحلیل عامل خستگی (نمونه پژوهی دانشجویان معماری دانشگاه‌های شهر ایلام)

حامد احمدی<sup>۱</sup>، مجتبی نوراللهی<sup>۲\*</sup>، محمدرضا سلیمانی<sup>۳</sup>، احسان بی‌طرف<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران

<sup>۳</sup> گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### چکیده

**اهداف:** محیط‌هایی که ساخته‌ی دست انسان‌ها هستند می‌توانند اثرات منفی و مثبتی بر کره‌ی زمین بگذرانند. یکی از صنوع‌های دو جنبه‌ای، ساخت و ساز بناهایی برای زندگی مردم است، ساختمان‌سازی‌هایی که به صورت بی‌قاعده و به سرعت در حال ساخت هستند، به مصرف بی‌رویه‌ی منابع فسیلی و به اتلاف انرژی منجر می‌شوند. بنابراین یکی از مهم‌ترین مواردی که در طراحی یک ساختمان مهم است، تأمین آسایش حرارتی آن می‌باشد؛ آسایشی که تأثیر مستقیم بر عملکرد شناختی انسان‌ها دارد. در این پژوهش علاوه بر محث آسایش حرارتی به خستگی در کلاس درس که یکی از مؤلفه‌های تأثیرگذار در عملکرد شناختی دانشجویان است پرداختیم.

**روش کار:** در این پژوهش به بررسی و مقایسه‌ی عملکرد شناختی افراد در محدوده‌ی آسایش حرارتی و محدوده‌ی پیشنهادی استاندارد اشری (ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) پرداخته شد. برای بررسی عملکرد آنان در محدوده‌های مختلف دمایی، ۲۲۰ نفر از دانشجویان رشته‌ی معماری دانشگاه‌های شهر ایلام با روش نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک انتخاب شدند. وضعیت آسایش حرارتی، عملکردهای شناختی و خستگی افراد پس از اندازه‌گیری عوامل محیطی از طریق پرسش‌نامه و نرم‌افزارهای استاندارد عملکرد شناختی مورد ارزیابی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** علاوه بر آسایش حرارتی که ارتباط مستقیم بر روی عملکرد شناختی دانشجویان دارد، گذر زمان نیز از این قاعده مستثنی نیست، به بیان دیگر عملکرد شناختی دانشجویان برگرفته شده از آسایش حرارتی و گذر زمان است که تأثیر مستقیم در بازدهی علمی، ذهنی و همچنین بازدهی عملی آنان دارد پس از بررسی داده‌ها در این خصوص به نتایج معنی‌داری رسیدیم که بیانگر بیشترین بازدهی دانشجویان در شرایط آسایش حرارتی مناسب و در بازه‌ی زمانی ۶۰ دقیقه ابتدایی شروع عملکرد آنان بوده است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش نشان داد، حتی اگر در کلاس درس دانشجویان، آسایش حرارتی کلاس‌ها بر اساس استاندارد ASHRAE تأمین شده باشد عملکرد شناختی دانشجویان بعد از گذشت ۶۰ دقیقه از شروع کلاس افت پیدا خواهد کرد.

**کلید واژه‌ها:** آسایش حرارتی؛ عملکرد شناختی؛ خستگی در کلاس درس؛ دانشگاه

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳

تاریخ داوری مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰

تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۲۷

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.



\* نویسنده مسئول: مجتبی نوراللهی؛ گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.  
ایمیل: [mojtaba.noorlahi@gmail.com](mailto:mojtaba.noorlahi@gmail.com)

**استناد:** احمدی حامد، نوراللهی مجتبی، سلیمانی محمدرضا، بی‌طرف احسان. بررسی تأثیر مؤلفه‌های آسایش حرارتی محیط بر عملکرد شناختی دانشجویان مبتنی بر تحلیل عامل خستگی (نمونه پژوهی دانشجویان معماری دانشگاه‌های شهر ایلام). مجله ارگونومی، زمستان ۱۴۰۱، ۱۰(۴): ۲۵۸-۲۵۰.

### مقدمه

مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ساختمان‌هایی استاندارد و کلاس‌هایی با بهترین امکانات اشاره کرد. این نکته بیانگر اهمیت وافر

تعداد بالای دانشجویان در کشور، نیازمند هدف‌گذاری‌هایی خاص و همچنین احداث زیرساخت‌هایی لازم می‌باشد که از

می‌شود [۶]. ساختمان‌سازی‌هایی که به صورت بی‌قاعده و به سرعت در حال ساخت هستند و مصرف بی‌رویه‌ی منابع فسیلی باعث اتلاف انرژی و منجر به بحران‌های زیست محیطی شده‌اند [۷]. بنابراین مطابق با پژوهش‌های صورت گرفته، بیش از ۸۰ درصد عمر انسان در محیط‌های داخلی و زیر سقف سپری می‌شود و این آمار در کشورهای صنعتی بیش از ۹۰ درصد است بنابراین می‌توان اینگونه گفت که عدم آسایش حرارتی در محیط‌های داخلی بر بهره‌وری و سلامتی انسان اثرات زیان‌آوری دارد. همچنین مطابق با آمار ذکر شده، اگر کسانی که در ادارات کار می‌کنند از شرایط دمایی محیط کار راضی باشند، بهره‌وری آنان تا ۱۵ درصد افزایش می‌یابد [۸]. آسایش حرارتی در محیط کار و زندگی به عنوان یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های انسان در نیم قرن گذشته محسوب شده است [۹]. بنابراین شرایط حرارتی نامناسب محیط کار می‌تواند باعث اختلال در عملکرد فیزیکی و ذهنی و در نتیجه افزایش خطای انسان و بروز حوادث گردد [۱۰]. همچنین بعد از تأمین آسایش حرارتی در کلاس درس باید به نکاتی مانند خستگی درس کلاس درس هم اشاره کرد که از مباحث بسیار مهم در این زمینه می‌باشد.

### روش کار

این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی بود و در تابستان، پاییز و زمستان ۱۴۰۱ انجام گردید. ۲۲۰ نفر دانشجو با روش نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک از بین دانشجویان رشته‌ی مهندسی معماری دانشگاه‌های شهر ایلام انتخاب شدند. ابتدا از طریق پرسش‌نامه اطلاعات دموگرافیک افراد ثبت گردید. در مرحله‌ی بعد، عوامل محیطی مانند دمای هوا، دمای تشعشعی، رطوبت نسبی، سرعت جریان هوا با استفاده از دستگاه دیتالاگر دلتا اهم که مشخصات آن در جدول ۱ ارائه شده به صورت دقیق اندازه‌گیری شد. در مرحله‌ی بعد، طبق استاندارد ( American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ) ASHRAE یک مقیاس هفت‌گانه (خیلی سرد تا خیلی گرم) برای تخمین احساس حرارتی ذهنی مورد استفاده قرار گرفت، پس از آن سؤال‌های در مورد وضعیت ترجیح حرارتی و راحتی حرارتی، میزان فعالیت در یک ساعت گذشته از افراد پرسیده و ثبت گردید. در مرحله‌ی بعد به صورت پرسش‌نامه‌ای، میزان احساس حرارتی، ترجیح حرارتی و راحتی حرارتی افراد مورد ارزیابی قرار گرفت و با استفاده از متغیرهای محیطی شامل دمای هوا، دمای تشعشعی، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا و ویژگی‌های فردی همچون میزان متابولیسم، میزان لباس مقدار شاخص PMV و PPD توسط نرم‌افزار دستگاه دیتالاگر دلتا اهم محاسبه شد. پس از این مرحله میزان عملکردهای شناختی افراد با استفاده از پرسش‌نامه‌ی استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۱]. در پایان نیز نتایج پرسش‌نامه و آزمون‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ (version 22, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

ساختمان‌سازی در ایران می‌باشد که عملاً استانداردهای لازم را ندارند. هدر رفت انرژی و مصرف بی‌رویه آن از علل عدم استانداردسازی ساختمان‌هاست؛ با این که انرژی به سختی در اختیار مردم قرار می‌گیرد و هزینه‌ی نسبتاً بالایی دارد، مصرف بی‌رویه‌ی انرژی در کشور باعث آلودگی هوا و مشکلات زیادی می‌شود که بر اساس آمار ذکر شده از منابع رسمی، آلودگی سالانه در کشور، جان صدها نفر از مردم را می‌گیرد. همان‌طور که شاهد هستیم با شروع فصل زمستان، آلودگی هوا مشکلاتی را برای مردم و دولت ایجاد می‌کند.

یکی از مشکلات اصلی که در ادامه بیشتر به آن می‌پردازیم، استانداردهای مبتنی بر کنترل آسایش حرارتی در ساخت و سازهای معماری هستند. در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به این مورد کاملاً توجه شده است که می‌توان با رعایت آن از هجوم مشکلات متعدد جلوگیری کرد. طراحی ساختمان‌های آموزشی نیز به این دسته از ساختمان‌ها برمی‌گردد که رعایت اصول طراحی استاندارد در آن باعث کاهش هدررفت انرژی و ایجاد شرایط آسایش حرارتی می‌شود که شرایط حرارتی بر عملکرد شناختی تأثیر مستقیم دارد. عملکرد شناختی را می‌توان اینگونه تعریف کرد که مغز و ذهن یک فرد باید در بهترین شرایط عملکردی فعالیت کنند تا یک انسان بتواند از حداکثر ظرفیت شناختی که در خود دارد استفاده کند. برای درک بهتر این موضوع که سیستم مغز انسان چگونه فعالیت می‌کند و همچنین چگونه می‌تواند از حداکثر ظرفیت مغز خود استفاده کند به آگاهی از کارکردهای تأثیرگذار بر عملکرد شناختی و در نتیجه عملکرد ذهن فرد راهبردی نیاز دارد [۱]. برای شناخت، مجموعه‌ای از این راهبردهای متنوع به فرد این اجازه را می‌دهد که اطلاعاتی که دریافت می‌کند را بازنمایی و پردازش کرده و به آن‌ها پاسخ مناسب دهد [۲]. در بررسی عملکرد روانی، ذهنی افراد از شاخص‌هایی استفاده شده که نشان‌دهنده‌ی وضعیت شناختی فرد می‌باشد. منظور از شناخت، کارکردهای عالی در مغز انسان است. از جمله شاخص‌های شناختی مهم در انسان حافظه، تمرکز، تکانش‌گری، آگاهی از زمان و مکان حل‌مسأله و توانایی دیداری می‌باشد [۳]. بر این اساس افراد از عملکردهای شناختی خود برای انجام دادن کارهای خود از جمله کارهای روزانه، درس خواندن و غیره استفاده می‌کنند، بنابراین می‌توان گفت که این عملکردهای شناختی در عملکرد افراد بسیار مهم و تأثیرگذار می‌باشد [۴]. عملکرد شناختی به ظرفیت‌های ذهنی یک فرد که به صورت متعدد هستند از جمله استدلال، یادگیری، یادآوری، حل مسأله و غیره اشاره دارد [۵]. همچنین با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته در رابطه با عملکرد شناختی در دانشجویان، این امر نیازمند محیط استاندارد آسایش حرارتی می‌باشد.

از طرف دیگر در رابطه با مبحث آسایش حرارتی، بحث انرژی بسیار مهم و تأثیرگذار می‌باشد. مصرف بالای انرژی در ساختمان‌های مسکونی و آموزشی یکی از مشکلات کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. طبق آمار منتشر شده در کشور ایران بیش از ۴۰ درصد کل منابع انرژی در بخش ساختمان مصرف

**جدول ۱: مشخصات دستگاه و سنسورهای اندازه‌گیری دمای محیط**

دستگاه	متغیر	محدوده‌ی اندازه‌گیری (درجه سانتی‌گراد)	دقت
Delta-OHM HD 32.1 data-logger	دمای هوا	۱۰۰ تا ۴۰	Class 1/3 DIN
		۱۰۰ تا ۱۰	
	دمای تشعشعی	۸۰ تا ۴	Class 1/3 DIN
			Class A with platinum wire
	رطوبت نسبی	۰ تا ۱۰۰	$\pm 0.05$ m/s (0-1 m/s)
			$\pm 0.15$ m/s (1-5 m/s)
	سرعت جریان	۱۰ تا ۸۰	1/3 DIN
			% RH $\pm$ ۲/۵
		تا ۹۸ RH %	

### یافته‌ها

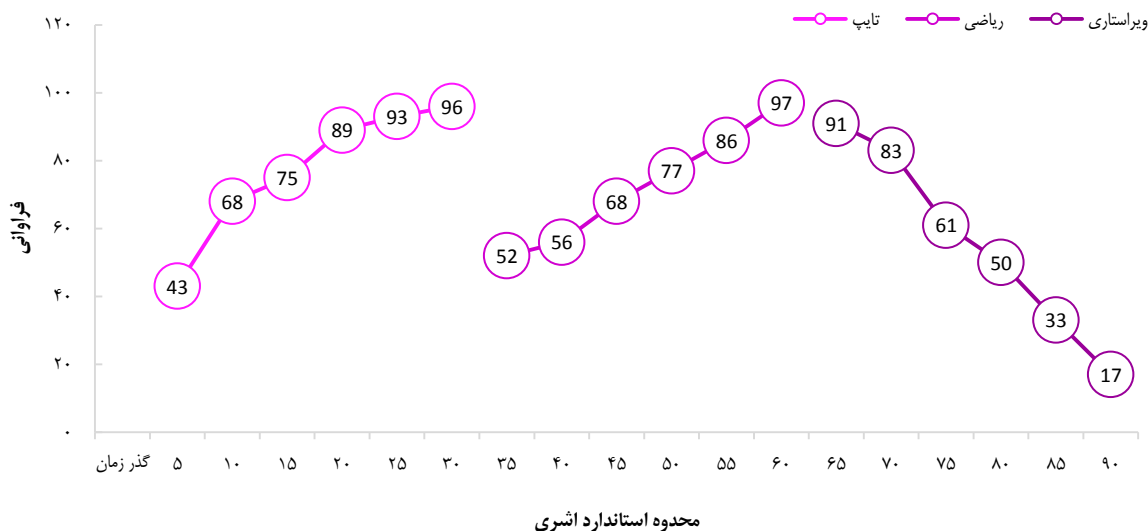
در این پژوهش بعد از استاندارد نمودن کلاس درس (محل آزمون عملکرد شناختی) ابتدا از طریق پرسش‌نامه‌ی استاندارد، از دانشجویان میزان خستگی آن‌ها بر اساس نمودار ۱، مورد سنجش قرار گرفت که شامل ۱۰ سؤال بود. در این قسمت هدف بر این بود که قبل از شروع آزمون، میزان خستگی دانشجویان را مورد ارزیابی قرار دهیم به این معنی که آیا دانشجویان شرکت‌کننده در پژوهش، خستگی خاصی دارند یا نه؟ چرا که این موضوع بسیار تأثیرگذار بود. بر اساس این پژوهش، اگر دانشجویی قبل از شروع آزمون‌های عملکرد شناختی دارای خستگی جسمی بودند، نمی‌توانستند در این آزمون شرکت کنند؛ هدف از این کار این بود که دانشجویان شرکت‌کننده کاملاً هوشیار و با تمرکز در این سنجش شرکت کنند. بر اساس نمودار ۲، ما از شرکت‌کنندگان قبل از شروع آزمون خواستیم که به سؤالات میزان خستگی جواب بدهند تا میزان خستگی آنان مشخص شود (تست میزان خستگی که شامل ۱۰ سؤال بود). بر اساس نتایج به دست آمده اینطور مشخص شد که افراد شرکت‌کننده در آزمون، خستگی خاصی نداشته‌اند و با هوشیاری کامل در آزمون شرکت کرده‌اند. همچنین مشخص شد که تعداد ۱۶۰ نفر از شرکت‌کنندگان، گزینه‌ی مخالفم را انتخاب کردند، تعداد ۳۰ نفر، گزینه‌ی بسیار مخالفم و تعداد ۲۰ نفر گزینه‌ی نظری ندارم را انتخاب کرده‌اند و گزینه‌های موافقم و بسیار موافقم را به

ترتیب هر کدام ۵ نفر انتخاب نمودند. بر اساس تحلیل‌های به دست آمده از نمودار، اینگونه مشخص می‌شود که شرکت‌کنندگان در آزمون خسته نبوده و با دقت کامل در آزمون شرکت کرده‌اند.

بر اساس نمودار ۲، در این پژوهش سه آزمون عملکرد شناختی را برای شرکت‌کنندگان آماده کرده‌ایم. بر این اساس در آزمون شماره یک، متنی را به دانشجویان دادیم و از آن‌ها خواستیم تا متن را تایپ کنند (۳۰ دقیقه وقت برای آن تعریف شده بود). در آزمون دوم که ریاضی بود و ۳۰ دقیقه هم زمان داشت، ما تعدادی جمع و تفریق عددهای سه رقمی به دانشجویان دادیم و از آن‌ها خواسته بودیم که جمع و تفریق‌ها را بدون استفاده از ماشین حساب به دست بیاورند، در آزمون سوم همانند دو آزمون قبل، ۳۰ دقیقه زمان داشت، برای حل تمرین به این شکل بود که ما چند صفحه متن را به دانشجویان دادیم و از آن‌ها خواستیم کلماتی که به اشتباه تایپ شده‌اند را پیدا کنند و کلمه‌ی صحیح را بنویسند. نتایج این‌طور نشان می‌دهد که در شروع آزمون (تایپ) دانشجویان عملکرد بسیاری خوبی را از خود به نمایش گذاشته‌اند، به این شکل که درصد آزمون از ۴۳ درصد شروع و تا ۹۶ درصد که بهترین عملکرد می‌باشد رسیده‌اند. در آزمون بعدی عملکرد دانشجویان باز هم مثل آزمون قبلی با یک سیر صعودی همراه بوده است، به این ترتیب که عملکرد دانشجویان از ۵۲ درصد شروع و تا ۹۷ درصد پیش رفته، که بهترین عملکرد آن‌ها بوده است.



**نمودار ۱:** تست میزان خستگی در حال حاضر (خواب‌آلودگی و کسالت، عدم تمرکز، مشکلات فیزیکی) مرحله‌ی اول

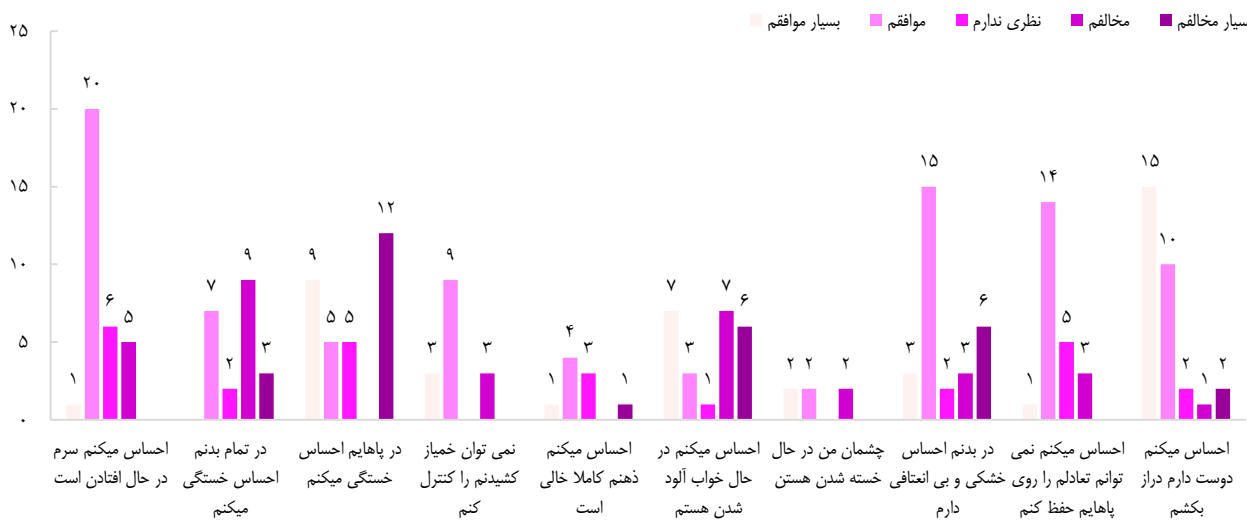


نمودار ۲: سه آزمون عملکردهای شناختی (تایپ، ریاضی، ویراستاری)

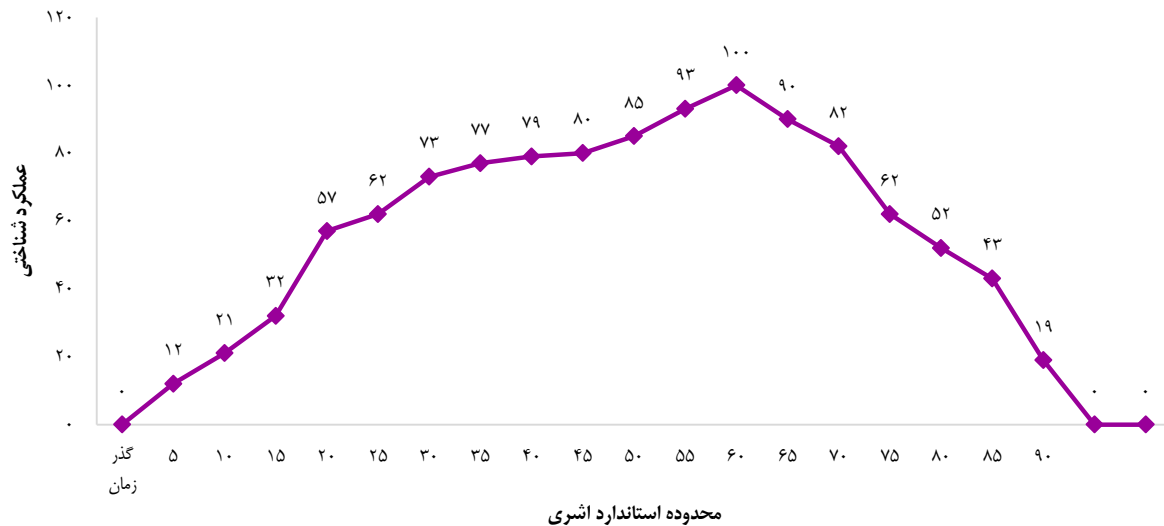
۴۲ نفر آن را انتخاب کردند و ۳۳ نفر گزینه‌ی بسیار مخالفم، ۳۰ نفر گزینه‌ی مخالفم و ۲۷ نفر گزینه‌ی نظری ندارم را انتخاب نمودند. به طور کلی و بر اساس تحلیل‌های به دست آمده، نتایج نشان داد که شرکت‌کنندگان بعد از انجام آزمون‌های شناختی احساس خستگی کرده‌اند. بر اساس نمودار ۴، نتایج نشان می‌دهد که با شروع کلاس درس و استاندارد بودن محدوده‌ی کلاس (بر اساس استاندارد اشری) و همچنین تنظیم نور و تابش خورشید در آن، عملکرد شناختی دانشجویان با یک شیب بسیار خوب به سمت بالاترین نرخ بازدهی خود پیش می‌رود که این نکته بسیار ارزشمند می‌باشد. برای بالا بردن عملکرد شناختی دانشجویان در ادامه‌ی این پژوهش نتایج جالب‌تری به دست آمد، به این شکل که حتی اگر کلاس درس در بهترین فرم از نظر دما، رطوبت، نور تابشی و غیره تنظیم شود، باز هم تا یک زمان مشخص عملکرد دانشجویان بالا می‌ماند.

بعد از گذشت این آزمون و با گذشت ۶۰ دقیقه از شروع آزمون که همزمان با شروع آزمون سوم بود، عملکرد دانشجویان با یک افت چشمگیر روبه‌رو شد، به طوری که عملکرد دانشجویان از ۹۱ درصد شروع و تا ۱۷ درصد سقوط داشت. به طور کلی و بر اساس نتایج به دست آمده، می‌توان اظهار داشت که دانشجویان در آزمون اول و دوم و با گذشت یک ساعت از شروع آزمون‌ها، بهترین عملکرد را داشته‌اند و بعد از گذشت ۶۰ دقیقه از آزمون، افت محسوس عملکرد شناختی روشن است.

در مرحله‌ی دوم تست میزان خستگی، برای بار دوم نمودار ۳ را به شرکت‌کنندگان دادیم و از آن‌ها خواستیم که به سؤالات، این بار بعد از آزمون‌های عملکرد شناختی جواب بدهند. نتایج این‌طور نشان می‌دهد که تعداد ۸۹ نفر از افراد شرکت‌کننده، گزینه‌ی موافقم را از تست میزان خستگی انتخاب کرده‌اند، گزینه‌ی بعدی بسیار موافقم بود که تعداد



نمودار ۳: تست میزان خستگی در حال حاضر (خواب‌آلودگی و کسالت، عدم تمرکز، مشکلات فیزیکی) مرحله‌ی دوم



نمودار ۴: تأثیر گذر زمان بر عملکرد شناختی

عملکرد افراد را دچار مخاطره می‌کند. تحقیقات زیادی بر اساس توجه به آسایش حرارتی کارکنان به عنوان بحثی مهم انجام گردید [۱۱۴]. در مطالعه‌ای که در دفاتر اداری در آمریکا انجام شد مشخص گردید، بهبود عوامل محیطی می‌تواند عملکرد افراد را از نیم تا پنج درصد افزایش داده و سالیانه ۱۲ تا ۱۲۵ میلیارد دلار منفعت مالی ایجاد کند. اما با وجود اهمیت توجه به این موضوع، مطالعات اندکی بر روی تأثیر شرایط حرارتی بر عملکرد افراد در محدوده‌های آسایش حرارتی انجام شده [۱۱۵]. مطالعات نشان داده‌اند که قرار گرفتن در معرض شرایط نامطلوب حرارتی می‌تواند عوامل فیزیولوژیکی، ذهنی و شناختی متصرفان را مختل نماید [۱۱۶-۱۱۸]. به همین منظور از سال ۱۹۳۰ مطالعات مختلف آسایش حرارتی در کاربری‌های مختلف نظیر خانه‌های مسکونی، کلاس‌های درس و ادارات [۱۱۹]، فضاهای باز [۱۲۰]، فضای داخلی [۱۱۲] انجام شده است. ایجاد شرایط حرارتی مناسب علاوه بر ایجاد رضایت، عملکرد افراد را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد و لازم است تا تأثیر این شرایط بر عملکرد نیز مورد توجه قرار گیرد. برخی مطالعات در زمینه‌ی آسایش حرارتی و تأثیر آن بر عملکرد شناختی افراد صورت گرفته است اما مطالعات صورت گرفته همسو نیستند، نتایج گروهی از مطالعات صورت گرفته نشان‌دهنده‌ی عدم وجود ارتباط معنی‌دار میان دمای هوای و عملکرد شناختی افراد است یک مطالعه نشان داد، عملکرد شناختی در شرایطی که دمای هوا بتواند دمای عمقی بدن انسان را از شرایط طبیعی خود خارج کند، تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۱۲۰].

در سال ۲۰۰۶ تحقیقاتی توسط McMorris و همکاران با هدف بررسی اثرات دمای بالای هوا (تنش گرمایی) بر روی حافظه‌ی کاری افراد و زمان واکنش انتخابی و تغییر کردن خلق و خوی صورت گرفت. نتایج تحقیقات نشان داد که تنش دمای هوا، شرایط دمای خشک ۳۶ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۵ درصد، باعث می‌شود عملکرد کاهش یابد اما تأثیراتی روی فراخوانی زمانی یا

به این شکل که تا ۶۰ دقیقه عملکرد شناختی در دانشجویان به اوج خود می‌رسد و بعد از گذشت ۶۰ دقیقه با یک افت چشمگیر روبه‌رو می‌شود. نکته‌ی مهم و حائز اهمیت در اینجا است که در کلاس‌های درس فقط می‌توان تا یک زمان مشخص از افراد شرکت‌کننده در گروه انتظار بهترین عملکرد خودشان را داشته باشیم. لازم به ذکر است که از عوامل افت عملکرد دانشجویان در محدوده‌ی زمانی مشخص شده، می‌توان به خستگی در کلاس درس اشاره کرده که این خستگی باعث افت عملکرد آنان شده است.

## بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و آمار و ارقام عملکرد شناختی دانشجویان در دمای استاندارد پیشنهاد شده‌ی اشری در محیط‌های آموزشی، نتایج نشان داد که با وجود رعایت کردن استانداردهای آسایش حرارتی در کلاس‌های درس، عملکرد شناختی دانشجویان در یک بازه‌ی زمانی مشخص در حالت صعودی بوده است و این پیشرفت در عملکرد شناختی تا یک زمان مشخص شده می‌باشد به عبارتی دیگر مدت زمان انجام این پژوهش برای شرکت‌کنندگان (یک ساعت و نیم) بوده است که پیشرفت عملکرد دانشجویان فقط در یک ساعت اول شروع آزمون بوده است و بعد از گذشت یک ساعت، با افت چشمگیر در عملکرد شناختی دانشجویان مواجه بوده‌ایم. متغیر بسیار مهمی که باعث افت عملکرد دانشجویان شده بود، خستگی دانشجویان بود (با توجه به نتایج به دست آمده). همچنین آسایش حرارتی از عوامل مهم در رضایت افراد از محیط است که علاوه بر رضایت از محیط، باعث بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری افراد می‌گردد [۱۲۱، ۱۲۳]، به همین دلیل به عنوان یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های انسان در نیم قرن گذشته محسوب شده و بسیار مورد توجه محققان قرار گرفته است [۹]. عدم توجه به شرایط آسایش حرارتی باعث می‌گردد که افراد در معرض شرایط حرارتی نامطلوب قرار گیرند که هم باعث اتلاف انرژی است و هم سلامت و

شده است. بنابراین دانشگاه‌ها باید در کلاس‌ها با زمان‌های طولانی برنامه‌ریزی درست زمانی داشته باشند تا در این امر بازدهی دانشجویان بالا رود و دانشجویان حداکثر استفاده را از مباحث درسی خود در کلاس‌های درسی داشته باشند. بنابراین اگر به این موضوع مهم توجه نشود می‌تواند در بلندمدت باعث افت عملکردهای شناختی در دانشجویان شود که این موضوع می‌تواند در جامعه هم تأثیرگذار باشد.

#### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از دانشجویان رشته‌ی معماری دانشگاه‌های سطح شهر ایلام که در آزمون‌های ما شرکت کردند و در این راه سخت همراه ما بودند، تشکر می‌کنیم و امیدواریم نتایج این پژوهش بتواند باعث پیشرفت عملکرد شناختی دانش‌آموزان و دانشجویان شود.

#### تضاد منافع

در نگارش این مقاله تضاد منافع وجود ندارد.

#### سهم نویسندگان

مجتبی نوراللهی: طراحی تحقیق و استاد راهنما؛ محمدرضا سلیمانی: طراحی تحقیق و استاد مشاور؛ احسان بی‌طرف: طراحی تحقیق و استاد مشاور؛ حامد احمدی: جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز داده‌ها و نگارش مقاله.

#### ملاحظات اخلاقی

ندارد.

#### حمایت مالی

مقاله بدون حمایت مالی صورت گرفته است.

کلامی و وظایف نیازمند زمان واکنش انتخابی نداشته است [۱۱]. تحقیقات دیگر نشان داد که تعادل حرارتی در مقایسه با دمای هوا تأثیر بیشتری بر عملکرد افراد دارد [۹]. بنابراین با توجه به مباحث گفته شده تاکنون هیچ مطالعه‌ای به این شکل در رابطه با تأثیر خستگی بر عملکرد شناختی دانشجویان انجام نگرفته است.

#### نتیجه‌گیری

بخش عمده‌ای از کارها و فعالیت‌های زندگی انسان‌ها در فضاهای داخلی انجام می‌شود بنابراین فضای داخلی از اهمیت زیادی برای انسان‌ها برخوردار است. بر این اساس در سال‌های اخیر توجه زیادی به کیفیت هوای داخلی از سوی طراحان، مجریان و پژوهشگران انجام شده است. از آنجایی که کیفیت هوای داخلی می‌تواند بر سلامت و عملکرد انسان تأثیرگذار باشد، توجه به این موضوع در ابعاد مختلف مانند کیفیت هوای داخل و آسایش حرارتی می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. بنابراین بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش در ابتدا مبنای شروع کار برای ما بر اساس نتایج عملکرد شناختی در محیط استاندارد آسایش حرارتی (استاندارد اشری) بود که در ابتدای کار نتایج عملکرد شناختی دانشجویان بسیار خوب و بالاتر از حالت طبیعی بود که این روند عملکرد خوب شناختی دانشجویان تا یک ساعت از شروع آزمون بسیار خوب بود و در ادامه‌ی کار و با گذر از یک ساعت از شروع کار با یک افت چشمگیر روبه‌رو شد. بنابراین می‌توان گفت در این آزمون ۹۰ دقیقه‌ای، عملکرد افراد شرکت‌کننده تا یک زمان مشخص خوب و به بالاترین حد خود رسید و بعد از گذر یک ساعت با افت عملکرد روبه‌رو شده‌اند که از اصلی‌ترین عوامل آن می‌توان به خستگی در کلاس درس بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش اشاره کرد که این خستگی باعث افت عملکرد دانشجویان

## REFERENCES

- Rossouw P, Henson C. A new frontier-neuroscience in the workplace. *Neuro Psychotherapy in Australia*. 2013;20:3-7.
- Smith AD, Kelly A. Cognitive processes. In: Whitbourne SK, editor. *The encyclopedia of adulthood and aging*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2015. p. 8-12.
- Bar-Tal Y, Shrira A, Keinan G. The effect of stress on cognitive structuring: A cognitive-motivational model. *Pers Soc Psychol Rev*. 2013;17(1):87-99. [DOI: [10.1177/1088868312461309](https://doi.org/10.1177/1088868312461309)] [PMID]
- Kim EJ, Bahk YC, Oh H, Lee WH, Lee JS, Choi KH. Current status of cognitive remediation for psychiatric disorders: A review. *Front Psychiatry*. 2018;9:461. [DOI: [10.3389/fpsy.2018.00461](https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00461)] [PMID]
- Fisher GG, Chacon M, Chaffee DS. Theories of cognitive aging and work. In: Baltes B, Rudolph C, Zacher H, editors. *Work across the lifespan*. Cambridge, Massachusetts: Academic Press; 2019. p. 17-45.
- Zare Mahzieh A, Shahcheraghi A, Heydari S. Indoor environmental quality in Qajar Houses of Shiraz with an emphasis on thermal comfort and daylighting (case study: Nemati House) [in Persian]. *AHDC*. 2020;7(10):269-91. [DOI: [10.29252/ahdc.2020.12108.1261](https://doi.org/10.29252/ahdc.2020.12108.1261)]
- Kibert C.J. *Sustainable construction: Green building design and delivery*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2005. p. 13-5.
- Ebrahimi H, Barkat S, Dehghan H, Sheikhdarani S. The relationship between predicted mean vote (PMV) index and mental health comfort among boy students in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran [in Persian]. *HSR*. 2018;14(3):289-90. [DOI: [10.22122/hsr.v14i3.3257](https://doi.org/10.22122/hsr.v14i3.3257)]
- Kumar A, Singh IP, Sud SK. Thermal comfort feelings assessment based on digital signal processor. *Int J Recent Trends Eng Res*. 2009;1:159-62.
- Ismail AR, Bakar RA, Jusoh N, Makhtar NK, Rahman MNA, Meier C. Assessment of thermal comfort at Malaysian automotive industry. *AJSTPME*. 2010;3:73-88.
- McMorris T, Swain J, Smith M, Corbett J, Delves S, Sale C, et al. Heat stress, plasma concentrations of adrenaline, noradrenaline, 5-hydroxytryptamine and cortisol, mood state and cognitive performance. *Int J Psychophysiol*. 2006;61(2):204-15. [DOI: [10.1016/j.jpsycho.2005.10.002](https://doi.org/10.1016/j.jpsycho.2005.10.002)]
- Nejati V. Cognitive abilities questionnaire: Designing and examining psychometric features [in Persian]. *Adv Cogn Sci*. 2013;15(2):11-9.
- Heydari S. *Thermal adaptation in architecture, the first step in energy consumption in Tehran* [in Persian]. Tehran, Iran: Tehran University Press; 2013. p. 12-4.
- Sadeghi Ravesh MH. Comparison of human thermal comfort in arid and humid climates (Case study: Yazd and Sari cities) [in Persian]. *Arid Biom Sci Res J*. 2011;1(2):50-61.
- Mazaheri H. The role of teacher in comprehensive [in Persian]. *Pasdar Islam*. 1985;11(185).



16. Mohebian Z, Farhang Dehghan S, Dehghan H. Evaluation of the combined effects of heat and lighting on the level of attention and reaction time: climate chamber experiments in Iran. *Sci World J.* 2018;2018(1):1-7. [DOI: [10.1155/2018/5171582](https://doi.org/10.1155/2018/5171582)]
17. Raman M, McLaughlin K, Violato C, Rostom A, Allard JP, Coderre S. Teaching in small portions dispersed over time enhances long-term knowledge retention. *Med Teach.* 2010;32(3):250-5. [DOI: [10.3109/01421590903197019](https://doi.org/10.3109/01421590903197019)] [PMID]
18. Ahrentzen S, Evans GW. Distraction, privacy, and classroom design. *Envir Behav.* 1984;16(4):437-54. [DOI: [10.1177/0013916584164002](https://doi.org/10.1177/0013916584164002)]
19. Azemati HR, Sabahi S, Azemati S. Environmental factors affecting student satisfaction of learning spaces [in Persian]. *Naqshejahan.* 2012;2(1):31-42.
20. Brager G, Baker L. Occupant satisfaction in mixed-mode buildings. *Build Res Inf.* 2009;37(4):369-80. [DOI: [10.1080/09613210902899785](https://doi.org/10.1080/09613210902899785)]