Iran Occupational Health

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health. 2020 (27 Dec);17: 69.

Evaluation of the effect of heat stress on cognitive performance and physiological parameters of the students

Fahimeh Bidel, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Ali Salehi Sahlabadi, (*Corresponding author), Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. asalehi529@gmail.com

Mohammad Javad Jafari, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

Soheila Khodakarim, Department of Epidemiology, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Background and aims: Heat stress is the most common occupational risk factors and can adversely affect the health and efficiency of the individuals. Exposure to extreme heat in the workplace can cause heat-related illnesses as well as increased risk of accidents and related injuries. The previous Studies have shown that heat stress can lead to some physiological responses and affect cognitive function. But these studies have not reached a clear and definitive conclusion. There have been several studies on the effect of heat stress on heart rate and blood pressure. According to the results of the most studies, heat exposure can increases heart rate, but the results of the researches on the effect of heat exposure on blood pressure are not the same. According to the results of the most studies, heat stress can leads to decrease in cognitive performance; however, some studies have shown that cognitive performance does not change or in some cases increase under heat stress conditions.Due to the differences in the results of the previous studies in this area, further studies are needed to clarify these results.The purpose of this study was to investigate the effect of heat stress on cognitive performance, heart rate and blood pressure of the students.

Methods: In this experimental study, 18 volunteer students (9 girls and 9 boys) from the school of health and safety at the Shahid Beheshti University of Medical Scienceswith the mean age of 21.11 year and standard deviation of 1.71 year and body mass index of 23.23kilogram per square meter and standard deviation of 1.44 kilogram per square meter participated. This study was conducted in the laboratory of heat and humidity control. Each participant was randomly exposed to one of the test conditions with 3 different Wet Bulb Globe Temperature. According to the factorial method, there were six different Wet Bulb Globe Temperature conditions in which the subjects were tested in one of these six states. A total of 54 experiments were performed on the subjects. Before the test, all the participants received written consent and they all became familiar with the stages of the experiment.

Prior to the test, the participants completed a questionnaire of the inclusion. The criteria for entering the study included age 20-24, undergraduate education, body mass index (BMI) of 23±2 kg/m^2, no cardiovascular and mental illnesses, normal heart rate and blood pressure and no drug consumption. In order to examine the mental health of the individuals, they were asked to complete the General Health Questionnaire, developed by Goldberg (1972), before the

Keywords

Heat stress

Cognitive performance

Attention

Blood pressure

Heart rate

Received: 2019-05-31

Accepted: 2019-10-13

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

test. Those who obtained the total score of 0 to 22 were classified in the group without any symptoms or least limit and included in the study. The participants were asked to have sufficient sleep and rest and a normal diet, without coffee or caffeine, before the test. The subjects were also asked to wear simple linen or cotton clothes with light colors to take into account the effect of Clo on heat stress for all the participants. Unwillingness to continue to cooperate during the test was also considered as an exclusion criterion of the study. After selecting the samples based on inclusion criteria, other interfering factors, including noise and lighting were evaluated and controlled. The lighting equal to 450 lux and noise pressure level equal to 35dB were recorded and controlled.

Participants were exposed to three different thermal conditions (Wet Bulb Globe Temperature of 29°C as lower than the exposure limit, Wet Bulb Globe Temperature of 32°C as the exposure limit for the non-acclimatized people to warm environments, and Wet Bulb Globe Temperature of 35°C as more than the exposure limit for the non-acclimatized people) for 30 minutes, and their cognitive performance was evaluated in these three thermal conditions. The relative humidity in all stages of the study was 50%. To provide different temperature conditions, two EFHA2200 model electrical fan heaters, manufactured by ARASTEH, as well as two Beurer humidifiers were used. To measure the relative humidity, the GM8910 humidifier (BENETECH Company, China) was used with a precision of ± %5, and to measure the WBGT index, the digital QUESTEMP10 WBGT meter was used with a sensitivity of about one tenth degree Celsius. All the devices were calibrated before the test. To measure the WBGT index, the device was placed at a distance of about 10 cm from the body of the participants in the waist area (0.7 m), and after about a minute, the numbers shown by the device as a WBGT indicator were read.

To assess the effect of heat stress on cognitive performance of the participants, a 2018 Integrated Visual and Auditory Continuous Performance test was used and the scores of attention scales including selective attention, focused attention, divided attention, alternating attention and sustained attention were measured in both visual and auditory domains. The IVA test is a computerized test for sustained attention and response control. The participants were exposed to pseudo-randomly ordered series visual and auditory stimuli of numbers 1 and 2, and they were asked to click the mouse when they saw or heard the number 1.With an initial explanation of how to do the test, the entire test lasted 11 minutes. The IVA results were presented in six primary scales (three response control scales and three scales of attention) in the visual and auditory areas. The response control scales are as follows: (Prudence, Consistency and Stamina). The attention scales are as follows: (Vigilance, Focus and Speed). In order to investigate the effect of heat stress on physiological parameters, blood pressure and heart rate of the individuals was also measured before and after exposure to heat. To measure the blood pressure and heart rate of the subjects, digital Blood Pressure Monitor was used. Its accuracy for measuring blood pressure was ±3 mmHg and for measuring heart rate was ±%5. SPSS software version 22 was used to analyze the results. To analyze the relationship between heat stress and heart rate, blood pressure and attention scales resulting from the Integrated Visual and Auditory Continuous Performance test, the Generalized Estimating Equations test (GEE) was used.

Results: According to the results of this study, with increase in Wet Bulb Globe Temperature, the heart rate of the participants significantly increased in relative to pre-exposure conditions (79.72 beat per minutes with SD of 6.83 in Wet Bulb Globe Temperature of 22°C and 90.05 beat per minutes with SD of 8.71 in

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

Wet Bulb Globe Temperature of 35°C, p<0.05). Also, with increase in Wet Bulb Globe Temperature, the systolic blood pressure of the participants significantly increased in relative to pre-exposure conditions (103.77mmHg with SD of 11.62 in Wet Bulb Globe Temperature of 22°C and 109.00mmHg with SD of 11.05 in Wet Bulb Globe Temperature of 35°C, p<0.05). With increase in Wet Bulb Globe Temperature, their diastolic blood pressure significantly decreased in relative to basic conditions(72.16mmHg with SD of 4.84 in Wet Bulb Globe Temperature of 22°C and 64.94mmHg with SD of 5.94in Wet Bulb Globe Temperature of 35°C, p<0.05). With increasing heat stress, the mean of six attention scales in visual domain including visual attention, visual selective attention, visual focused attention, visual divided attention, visual alternating attention, and visualsustained attention steadily decreased. However, this decrease was significant only for two scales including visual attention scale and visual alternating attention at 35°C (p<0.05). The relationship between heat stress and other attention scales in the visual domain was not significant (p>0.05). With increasing heat stress, the mean of two scales of in auditory domain including auditory selective attention and auditory alternating attention steadily decreased, and this decrease was significant at the Wet Bulb Globe Temperature of 35°C (p<0.05). The auditory attention scale was also significantly decreased at the Wet Bulb Globe Temperature of 35°C (p<0.05). No significant relationship was found between heat stress and other auditory attention scales (p> 0.05).

Conclusion: The results of this study showed that heat stress has a strong and significant relationship with physiological parameters such as heart rate and systolic and diastolic blood pressure. According to the results of this study, heat stress can increase the heart rate and systolic blood pressure and decrease diastolic blood pressure; so Changes in heart rate and blood pressure can act as a good indicator for the heat strain. Exposure to excessive high temperatures can reduce attention and consequently decrease cognitive performance.One of the limitations of this study was the difficulty of doing it in real work environment. Considering that in industrial and real working environment, many interfering factors such as risk factors of the work environment, family and psychological conditions of the subjects, nutrition, different work shifts and time of sleep and rest can affect the results of the study, it will be difficult to select similar samples that meet all of the requirements of this study. However, studies similar to the present study need to be carried out in industrial environments and real work conditions in order to increase the applicability of the results of study in work environments.

Conflicts of interest: None

Funding: None

How to cite this article:
Fahimeh Bidel, Ali Salehi Sahlabadi, Mohammad Javad Jafari, Soheila Khodakarim. Evaluation of the effect of heat stress on cognitive performance and physiological parameters of the students. Iran Occupational Health. 2020 (27 Dec);17:69.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

سلامت کار ایران
دوره ۱۷ - ۱۳۹۹/۶۹

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

بررسی تأثیر استرس گرمایی بر عملکرد شناختی و پارامترهای فیزیولوژیک دانشجویان

فهیمه بیدل: دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران .
علی صالحی سهل آبادی: (* نویسنده مسئول) استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. asalehi529@gmail.com
محمدجواد جعفری: استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
سهیلا خداکریم: دانشیار، گروه اپیدمیولوژی، دانشکدهٔ بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: استرس گرمایی از رایج‌ترین عوامل زیان آور شغلی است و می‌تواند بر سلامت و بهره‌وری کارگران تأثیر منفی بگذارد. مطالعات نشان داده است که استرس گرمایی منجر به بروز برخی از پاسخ‌های فیزیولوژیک و تأثیر بر عملکرد شناختی افراد می‌شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر استرس گرمایی بر این پارامترها انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعهٔ تجربی تعداد ۱۸ دانشجو (۹ دختر و ۹ پسر) با میانگین سنی ۲۱/۱۱ و انحراف معیار ۱/۷۱ سال و شاخص تودهٔ بدنی ۲۳/۲۳ و انحراف معیار ۱/۴۴ کیلوگرم بر مترمربع در معرض سه شرایط دمایی مختلف (شاخص دمای تر گوی سان ۲۹ درجه سانتی گراد به‌عنوان مقدار کمتر از حدود مجاز مواجهه، شاخص دمای تر گوی سان ۳۲ درجه سانتی گراد به‌عنوان حد مجاز مواجهه برای افراد سازش‌نیافته با محیط های گرم و شاخص دمای تر گوی سان ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان مقدار بیشتر از حدود مجاز مواجهه) قرار گرفتند و عملکرد شناختی آن ها در این سه شرایط دمایی بررسی شد. برای بررسی تأثیر استرس گرمایی بر عملکرد شناختی شرکت کنندگان از آزمون عملکرد پیوسته دیداری و شنیداری استفاده شد و امتیاز مقیاس های توجه انتخابی، توجه متمرکز، توجه تقسیم‌شده، جابه‌جایی توجه و توجه مداوم در دو حوزهٔ دیداری و شنیداری اندازه گیری شد. به منظور بررسی تأثیر استرس گرمایی بر پارامترهای فیزیولوژیک نیز قبل و بعد از انجام آزمون، فشارخون و ضربان قلب افراد اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزار SPSS (نسخهٔ ۲۲) استفاده شد و داده های مطالعه با استفاده از آزمون معادلات برآورد تعمیم یافته (GEE) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: طبق نتایج مطالعهٔ حاضر، با افزایش دمای تر گوی‌سان، میزان ضربان قلب و فشارخون سیستولیک شرکت‌کنندگان نسبت به شرایط قبل از مواجهه (دمای تر گوی سان ۲۲ درجه سانتی گراد) به‌طور معنا داری افزایش یافت ($p<0.05$). همچنین با افزایش دمای تر گوی سان، میزان فشارخون دیاستولیک آن ها نسبت به شرایط پایه به‌طور معنا داری کاهش یافت ($p<0.05$). با افزایش دمای تر گوی سان میانگین شش مقیاس توجه در حوزهٔ دیداری شامل توجه دیداری، توجه انتخابی دیداری، توجه متمرکز دیداری، توجه تقسیم‌شدهٔ دیداری، جابه‌جایی توجه دیداری و توجه مداوم دیداری و میانگین دو مقیاس در حوزهٔ توجه شنیداری شامل توجه شنیداری و توجه انتخابی شنیداری به‌طور پیوسته کاهش یافت. با افزایش استرس گرمایی، میانگین چهار مقیاس توجه شنیداری، توجه متمرکز شنیداری، توجه تقسیم‌شدهٔ شنیداری و توجه مداوم شنیداری در دمای تر گوی‌سان ۳۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و در دمای تر گوی‌سان ۳۵ درجه سانتی‌گراد دوباره کاهش یافت. کاهش توجه با افزایش استرس گرمایی تنها برای پنج مقیاس توجه دیداری، توجه شنیداری، توجه انتخابی شنیداری، جابه‌جایی توجه دیداری و جابه‌جایی توجه شنیداری و تنها در دمای تر گوی سان ۳۵ درجه سانتی گراد معنا دار بود($p<0.05$).

نتیجه گیری: مواجهه با استرس گرمایی می تواند باعث افزایش ضربان قلب و فشارخون سیستولیک و کاهش فشارخون دیاستولیک شود. تغییرات ضربان قلب و فشارخون می‌تواند به‌عنوان شاخص مناسبی برای استرین گرمایی عمل نماید. مواجهه با دمای تر گوی‌سان بیش‌ازحد مجاز می‌تواند بر عملکرد شناختی افراد تأثیر بگذارد و باعث کاهش توجه و تمرکز در حین انجام وظایف شود. لازم است که آزمون شناختی پیچیده‌تری در شرایط مشابه این مطالعه انجام و نتایج آن با نتایج این مطالعه مقایسه شود.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*

منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها

استرس گرمایی

عملکرد شناختی

توجه

فشارخون

ضربان قلب

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۱

شیوه استناد به این مقاله:

Fahimeh Bidel, Ali Salehi Sahlabadi, Mohammad Javad Jafari, Soheila Khodakarim. Evaluation of the effect of heat stress on cognitive performance and physiological parameters of the students. Iran Occupational Health. 2020 (27 Dec);17:69.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

مقدمه

استرس گرمایی یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین مشکلات شغلی در بسیاری از محیط‌های کاری است. کارکنان بسیاری از مشاغل به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم در معرض مواجهه با این عامل زیان‌آور و مشکلات و بیماری‌های ناشی از آن قرار دارند. (۱) اگر استرس‌های گرمایی محیط کار کنترل نشود، ممکن است باعث بروز یک‌سری عوارض و بیماری‌ها، ازجمله بالا رفتن ضربان قلب و دمای بدن، اختلالات خفیف و متوسط مانند کرامپ‌های عضلانی و خستگی مفرط ناشی از گرما تا شرایط مرگ‌آور مانند گرمازدگی شود. (۲ـ ۳) در ایالات‌متحدهٔ امریکا در سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۴، بیش از ۹۰۰۰ مرگ بر اثر مواجهه با گرما ثبت شده است. (۴)

طبق تعریف انجمن دولتی مهندسین بهداشت حرفه ای امریکا،[1] استرس گرمایی عبارت است از مجموع بار حرارتی ناشی از محیط و بدن فرد که درواقع توصیفی از میزان بار گرمایی در محیط بسیار گرم است که فرد با آن مواجهه می‌یابد. (۵) پاسخ فیزیولوژیک بدن درنتیجهٔ استرس گرمایی نیز استرین گرمایی نام دارد. (۶) مواجههٔ بدن انسان با شرایط استرس گرمایی باعث بروز پاسخ‌های فیزیولوژیک نظیر افزایش ضربان قلب و دمای پوست، افزایش یا کاهش فشارخون و برخی از هورمون‌ها (مانند کورتیزول، آدرنالین، نورآدرنالین و...) می شود. (۷ـ۸) تاکنون چندین مطالعه در زمینهٔ تأثیر استرس گرمایی بر ضربان قلب و فشارخون افراد صورت گرفته است. طبق نتایج اکثر تحقیقات، مواجهه با گرما باعث افزایش ضربان قلب می‌شود. (۹ـ۱۱) اما نتایج تحقیقات دربارهٔ تأثیر مواجهه با گرما بر فشارخون یکسان نیست. در جستار کاریلو و همکاران (۲۰۱۶) مشخص شد که مواجهه با گرما (دمای ۴۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰%) باعث افزایش ضربان قلب می‌شود. (۹) طبق نتایج مطالعهٔ کوکر، ولز و گپنر (۲۰۱۸)، ضربان قلب در شرایط استرس گرمایی بالا و متوسط به‌طور معناداری بیشتر از شرایط استرس گرمایی پایین بود. (۱۰) مطالعات نشان داده‌اند افزایش فشارخون در میان کارگرانی که در مواجهه با گرما قرار دارند، نسبت به کارگران در معرض دمای نرمال بیشتر است. (۱۲) نتایج پژوهش ایگوچی و همکاران (۲۰۱۲) حاکی از آن بود که استرس گرمایی باعث افزایش ضربان قلب و فشارخون دیاستولیک و کاهش فشارخون سیستولیک می‌شود. (۱۳) در مطالعهٔ استاتز و همکاران (۲۰۱۴)، مواجهه با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش فشارخون سیستولی و دیاستولی زنان مسن شد. (۱۱) نتایج تحقیق زو و همکاران (۲۰۱۹) نیز مشخص کرد که بین دما و فشارخون رابطهٔ خطی و معنادار وجود دارد و با افزایش دما، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک افزایش می‌یابد. با توجه به تفاوت نتایج مطالعات در این زمینه، نیاز به تحقیقات بیشتر برای روشن‌تر کردن این موضوع وجود دارد. (۱۴)

همان‌طور که ذکر شد، استرس‌های گرمایی محیط کار می‌تواند بر عملکرد شناختی افراد تأثیر بگذارد. در مطالعات متعددی، کاهش عملکرد شناختی در محیط‌های گرم گزارش شده است. (۱۵ـ۱۷) کاهش عملکرد می‌تواند منجر به خطای انسانی ناشی از کاهش توجه و افزایش احتمال رفتارهای ناایمن شود. (۱۸) میزان رفتارهای ناایمن و حوادث در محیط‌های صنعتی در مواجهه با دمای تر گوی‌سان[2] بیش از ۲۴ درجه سانتی‌گراد و با دمای مرکزی بدن بیش از ۳۸ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. (۱۹) مطالعهٔ مورابیتو و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که بیشترین حوادث شغلی در هر ماه در روزهای با میانگین دمای هوای بین ۲۴/۸ و ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد رخ داده است. (۲۰) طبق نتایج بیشتر مطالعات، استرس گرمایی منجر به کاهش عملکرد می‌شود؛ با این حال، شماری از بررسی‌های نیز اذعان کرده‌اند که عملکرد در شرایط استرس گرمایی تغییر نمی‌کند یا در برخی موارد افزایش می‌یابد. (۱۵)

توجه ازجمله عملکردهای شناختی است که بیشترین حساسیت را به اثرات نامطلوب استرس گرمایی دارد. توجه فرایندی شناختی است که به‌عنوان تمرکز انتخابی بر جنبه‌ای از محیط در حین نادیده گرفتن سایر جنبه‌ها تعریف می‌شود. (۲۱) منظور از توجه پیوسته، مدت‌زمانی است که فرد می‌تواند تمرکز خود را بر یک موضوع خاص حفظ نماید. (۲۲) اختلال توجه در کارهایی که نیاز به توجه پیوسته دارند، مانند کار با ماشین‌آلات و وسایل نقلیه، می‌تواند خطرناک باشد. (۲۱) جعفری و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر ۴ سطح مختلف تنش گرمایی بر عملکرد شناختی دانشجویان را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که در شاخص دمای تر گوی‌سان معادل ۲۲ درجه سانتی‌گراد،

1 . American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)

2 . Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

درصد توجه افراد دارای بیشترین مقدار است و در دماهای کمتر و بیشتر از ۲۲ درجه سانتی‌گراد کاهش یافته است. (۲۲) در مطالعهٔ گلبابایی و همکاران (۲۰۱۵)، استرس گرمایی باعث کاهش توجه انتخابی در کارگران شد. (۲۳) پژوهش امیری و همکاران (۲۰۱۵) در زمینهٔ تأثیر مواجههٔ توأم با صدا، گرما و روشنایی بر عملکرد شناختی ۱۲۸ دانشجوی دانشگاه علوم پزشکی شیراز نشان داد میانگین نمرهٔ حافظهٔ کاری و توجه در گروه مواجهه با استرس گرمایی به‌طور معنا داری کمتر از گروه مواجهه یافته با سطوح بی زیان گرماست. (۲۴) طبق مطالعهٔ مائولا و همکاران (۲۰۱۶)، دما هیچ تأثیری بر عملکرد روان‌شناختی[1]، توجه و حافظهٔ بلندمدت ندارد. (۲۵)

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر استرس گرمایی بر عملکرد شناختی و پارامترهای فیزیولوژیک افراد در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. همچنین با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در ایران انجام نشده است که تأثیر ۳ شرایط مختلف مواجهه با گرما را بر انواع مقیاس‌های توجه حاصل از آزمون عملکرد پیوسته مورد بررسی قرار دهد، مقیاس های توجه انتخابی، توجه متمرکز، توجه تقسیم‌شده، جابه‌جایی توجه و توجه مداوم حاصل از آزمون عملکرد پیوستهٔ دیداری و شنیداری ارزیابی شد.

روش بررسی

این مطالعه با حضور ۱۸ نفر دانشجوی داوطلب دختر و پسر در آزمایشگاه کنترل گرما و رطوبت دانشکدهٔ بهداشت و ایمنی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (۹ دختر و ۹ پسر) انجام شد. هریک از شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی در معرض یکی از حالات آزمایش با ۳ شرایط دمای تر گوی‌سان مختلف مورد مطالعه قرار گرفتند. طبق روش فاکتوریل، درمجموع ۶ شرایط دمای تر گوی‌سان مختلف وجود داشت که افراد به قید قرعه در یکی از این ۶ حالت (جدول ۱) مورد آزمایش قرار می‌گرفت. بنابراین درمجموع تعداد ۵۴ آزمایش بر روی نمونه‌ها صورت گرفت. پیش از انجام آزمایش، تمام شرکت‌کنندگان رضایت‌نامهٔ کتبی و پرسش‌نامهٔ معیارهای ورود به مطالعه را تکمیل نمودند و مراحل انجام آزمایش به آن‌ها شرح داده شد.

شرکت‌کنندگانی که در بازهٔ سنی ۲۰ تا ۲۴ سال و در مقطع کارشناسی قرار داشتند و شاخص تودهٔ بدنی آن‌ها در محدودهٔ ۲/۰۰ ± ۲۳/۰۰ کیلوگرم بر مترمربع بود، برای

جدول ۱ـ انواع شرایط آزمایش مورد مطالعه با توجه به دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)

حالت	دمای مرحله اول	دمای مرحله دوم	دمای مرحله سوم
۱	۲۹	۳۲	۳۵
۲	۲۹	۳۵	۳۲
۳	۳۲	۲۹	۳۵
۴	۳۲	۳۵	۲۹
۵	۳۵	۲۹	۳۲
۶	۳۵	۳۲	۲۹

شرکت در این مطالعه انتخاب شدند. افراد شرکت‌کننده فاقد هرگونه بیماری قلبی‌عروقی و ذهنی‌روانی بودند، ضربان قلب و فشارخون نرمال (فشارخون سیستولیک کمتر از ۱۲۹ و فشارخون دیاستولیک کمتر از ۸۴ میلی متر جیوه) داشتند و هیچ‌گونه دارویی مصرف نمی‌کردند. (۲۶) به‌منظور بررسی سلامت روانی افراد، پیش از انجام آزمایش از آن‌ها خواسته شد پرسش‌نامهٔ سلامت عمومی[2] را تکمیل نمایند. افرادی که از این پرسش‌نامه نمرهٔ کل صفر تا ۲۲ را کسب کردند، در گروه بدون علائم یا کمترین حد قرار گرفتند و برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند. (۲۷ـ۲۸)

از شرکت‌کنندگان خواسته شد روز قبل از انجام آزمون، رژیم غذایی معمولی داشته باشند و از خوردن قهوه و مواد کافئین‌دار و هرگونه دارویی خودداری نمایند. همچنین شب قبل از انجام آزمون، خواب و استراحت کافی داشته باشند تا خستگی آن‌ها بر نتیجهٔ آزمون تأثیر منفی نگذارد. علاوه‌بر این از افراد خواسته شد تا لباس ساده، جنس کتان یا نخی و رنگ روشن بپوشند تا تأثیر کلوی لباس برای تمام افراد یکسان درنظر گرفته شود. (۱۸، ۲۹)

پس از انتخاب نمونه ها براساس معیارهای ورود به مطالعه، سایر عوامل مداخله گری که بر نتایج تحقیق حاضر تأثیرگذارند، ازجمله سروصدا و روشنایی محیط، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. روشنایی محیط با استفاده از دستگاه سنجش روشنایی مدل HagnerEC1 ساخت شرکت Hagner سوئد و تراز فشار صوت محیط با استفاده از دستگاه صداسنج B&K مدل ۲۲۳۸ ساخت کشور انگلستان اندازه گیری شد. روشنایی محیط برابر ۴۵۰ لوکس و تراز فشار صوت محیط برابر ۳۵ دسی بل اندازه گیری و ثبت شد. مقدار روشنایی و سروصدای محیط درحد مجاز توصیه‌شده توسط انجمن دولتی

1 . Psychomotor

2 . General Health Questionnaire (GHQ)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

مهندسین بهداشت حرفه ای امریکا (ACGIH) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران بود و تلاش شد مقدار این عوامل در طول تمام مراحل آزمایش ثابت نگه داشته شود تا تاثیر آن بر تمام نتایج مطالعه یکسان باشد.

برای ارزیابی استرس گرمایی افراد از شاخص دمای تر گوی‌سان استفاده شد. آزمایش‌ها در سه شرایط دمای تر گوی‌سان مختلف شامل ۲۹، ۳۲ و ۳۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی یکسان (۵۰ ٪) انجام شد. توجیه انتخاب این دماها عبارت بودند از:

الف. شاخص دمای تر گوی‌سان ۳۲ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان حد مجاز مواجههٔ شغلی برای افراد سازش‌نیافته با محیط‌های گرم که در حالت نشسته به کاری مشغول‌اند، طبق توصیهٔ وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و انجمن دولتی مهندسین بهداشت حرفه‌ای امریکا؛

ب. شاخص دمای تر گوی‌سان ۲۹ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان مقدار کمتر از حدود مجاز مواجههٔ شغلی؛

ج. شاخص دمای تر گوی‌سان ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان مقدار بیشتر از حدود مجاز مواجههٔ شغلی. (۳۰)

برای تأمین شرایط دمایی مختلف از ۲ هیتر برقی فن‌دار مدل EFHA2200 ساخت شرکت آراسته کشور ایران با توان ۲۲۰۰ وات و ۲ دستگاه رطوبت‌ساز مدل LB60 ساخت شرکت بئورر کشور آلمان استفاده شد. برای انجام آزمایش، ابتدا هیترها و رطوبت‌سازها روشن و هر ۱۰ دقیقه میزان رطوبت و دمای تر گوی سان محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری شد تا اطمینان حاصل شود در محدودهٔ مورد نظر برای انجام آزمایش قرار دارند.

جهت اندازه‌گیری شاخص دمای تر گوی‌سان از دستگاه سنجش دمای تر گوی سان دیجیتال مدل QUESTEMP10 با حساسیت حدود یک‌دهم درجه سانتی گراد استفاده شد. پیش از انجام آزمایش نیز دستگاه کالیبره شد. روش کار با این دستگاه به این صورت است که دستگاه در فاصله حدود ده‌سانتی‌متری بدن افراد قرار داده و پس از حدود ۱ دقیقه عددی که دستگاه به‌عنوان شاخص دمای تر گوی سان ارائه می‌دهد، قرائت می‌شود. این کار در ناحیهٔ کمر افراد در ارتفاع ۰/۷ متر انجام می‌شود.

همچنین برای دستیابی به اطمینان بیشتر از دماسنج‌های جداگانه‌تر و گوی‌سان در محل اندازه‌گیری شاخص دمای تر گوی سان استفاده شد. سپس مقدار این شاخص با استفاده از رابطهٔ ۱ به‌صورت دستی محاسبه شد:

رابطهٔ (۱) $WBGT = 0.7\ t_{nw} + 0.3\ t_g$ (۳۱_۳۰)

t_{nw} = دمای تر طبیعی (درجه سانتی‌گراد)

t_g = دمای گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)

برای سنجش میزان رطوبت محیط نیز از رطوبت‌سنج مدل GM ۸۹۱۰ با دقت ۵٪ ± ساخت شرکت بن تک[1] کشور چین استفاده شد. قبل از شروع آزمون، فشارخون و ضربان قلب افراد با دستگاه فشارسنج دیجیتالی بازویی گلامور[2] مدل TMB -۹۹۵ اندازه‌گیری شد. دقت این دستگاه برای اندازه‌گیری فشارخون برابر ±۳ میلی‌متر جیوه و برای اندازه‌گیری ضربان قلب برابر ۵٪± است. شرکت‌کنندگان به مدت ۱۰ دقیقه در شرایط تطابق با محیط و در معرض یکی از شرایط دمای تر گوی‌سان (۲۹، ۳۲ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. سپس آزمون عملکرد پیوستهٔ دیداری و شنیداری[3] را تکمیل نمودند. بعد از اتمام آزمون، بلافاصله ضربان قلب و فشارخون افراد اندازه‌گیری و نتایج آن ثبت شد.

به‌منظور بررسی تأثیر استرس گرمایی بر توجه افراد از آزمون عملکرد پیوسته نسخهٔ ۲۰۱۸ استفاده شد. قبل از شروع آزمایش، روش انجام آزمون عملکرد پیوسته به شرکت‌کنندگان آموزش داده شد. آزمون عملکرد پیوسته (استنفورد[4] و ترنر[5]، ۲۰۰۰) آزمون رایانه‌ای در زمینهٔ توجه پایدار و کنترل پاسخ است. در این آزمون، فرد آزمون‌دهنده در معرض مجموعه‌ای از محرک‌های دیداری و شنیداری شبه تصادفی اعداد ۱ و ۲ قرار می‌گیرد و هرگاه عدد ۱ را می‌بیند یا می‌شنود، باید با ماوس کلیک کند. یافته ها نشان می دهد این آزمون از اعتبار و روایی مطلوب و بالایی برخوردار است. طبق مطالعات انجام‌شده در ایران، پایایی آزمون بین ۰/۶۱ تا ۰/۹۸ و روایی آزمون معادل ۰/۶۴ به دست آمد. (۳۲) این آزمون دارای ۴ مرحله است: ۱. مرحلهٔ گرم شدن دیداری برای ۱ دقیقه و گرم شدن شنیداری برای ۱ دقیقه؛ ۲. مرحلهٔ تمرین برای ۱ تا ۱،۵ دقیقه؛ ۳. مرحلهٔ اصلی برای ۸ دقیقه؛ ۴. مرحلهٔ خنک کردن.

کل آزمون ۱۱ دقیقه طول می‌کشد و نتایج آن در ۶ مقیاس اولیه (۳ مقیاس کنترل پاسخ و ۳ مقیاس توجه) در حوزه‌های دیداری و شنیداری ارائه می‌شود. مقیاس‌های

1 . BENETECH
2 . GLAMOR
3 . Integrated Visual and Auditory Continuous Performance test (IVA)
4 . Stanford
5 . Turner

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

جدول ۲ـ ویژگیهای فردی شرکت‌کنندگان

ویژگی فردی	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
سن، سال	۲۱/۱۱	۱/۷۱	۱۹	۲۴
شاخص تودۀ بدنی، (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۲۳	۱/۴۴	۲۱/۱۳	۲۴/۹۹
نمرۀ سلامت عمومی	۲۰/۱۱	۱/۶۴	۱۶	۲۲

جدول ۳ـ ضربان قلب (تپش در دقیقه) افراد مورد مطالعه در شرایط گرمایی مختلف

دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)	ضربان قلب (تپش در دقیقه)					
	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری
۲۲	۷۹/۷۲	۶/۸۳	۶۷/۰۰	۹۸/۰۰	.[a]	–
۲۹	۸۲/۵۵	۷/۴۵	۷۳/۰۰	۱۰۳/۰۰	۲/۸۳	<۰/۰۰۱
۳۲	۸۵/۷۲	۷/۹۳	۷۶/۰۰	۱۱۱/۰۰	۶/۰۰	<۰/۰۰۱
۳۵	۹۰/۰۵	۸/۷۱	۷۸/۰۰	۱۱۳/۰۰	۱۰/۳۳	<۰/۰۰۱

جدول ٤ـ فشارخون سیستولیک و دیاستولیک (میلی‌متر جیوه) افراد مورد مطالعه در شرایط گرمایی مختلف

دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)	فشارخون سیستولیک (میلی‌متر جیوه)						فشارخون دیاستولیک (میلی‌متر جیوه)					
	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری
۲۲	۱۰۳/۷۷	۱۱/۶۲	۸۶/۰۰	۱۲۵/۰۰	.[a]	–	۷۲/۱۶	۴/۸۴	۶۲/۰۰	۸۱/۰۰	.[a]	–
۲۹	۱۰۴/۲۷	۱۱/۷۲	۸۷/۰۰	۱۲۶/۰۰	۰/۵۰	<۰/۰۰۱	۷۰/۲۲	۵/۶۹	۵۷/۰۰	۷۹/۰۰	−۱/۹۴	<۰/۰۰۱
۳۲	۱۰۶/۶۶	۱۰/۹۰	۹۴/۰۰	۱۲۴/۰۰	۲/۸۸	<۰/۰۰۱	۶۸/۶۱	۵/۰۶	۵۷/۰۰	۷۸/۰۰	−۳/۵۵	<۰/۰۰۱
۳۵	۱۰۹/۰۰	۱۱/۰۵	۹۶/۰۰	۱۲۷/۰۰	۵/۲۲	<۰/۰۰۱	۶۴/۹۴	۵/۹۴	۵۲/۰۰	۷۵/۰۰	−۷/۲۲	<۰/۰۰۱

کنترل پاسخ شامل احتیاط، ثبات و تحمل و مقیاس‌های توجه نیز شامل هشیاری یا گوش‌به‌زنگی، تمرکز و سرعت است. (۳۳ـ۳۵)

بعد از اتمام آزمون، نمره‌های مربوط به هریک از این شاخص‌ها در نرم‌افزار قرار داده شد و امتیاز مقیاس‌های توجه انتخابی، توجه متمرکز، توجه تقسیم‌شده، جابه‌جایی توجه و توجه مداوم در دو حوزۀ دیداری و شنیداری محاسبه شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار بستۀ آماری برای علوم اجتماعی[1] نسخۀ ۲۲ استفاده شد. برای گزارش آمار توصیفی متغیرها از میانگین، انحراف معیار، کمینه و بیشینه استفاده شد. به‌منظور تعیین رابطۀ استرس گرمایی با فشارخون، ضربان قلب و توجه نیز معادلات برآور تعمیم یافته[2] به‌کار رفت.

یافته‌ها

ویژگی های فردی افراد مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج بررسی تأثیر استرس گرمایی بر ضربان قلب دانشجویان در جدول ۳ آمده است.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش استرس گرمایی، میانگین ضربان قلب شرکت کنندگان به طور معنا داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). نتایج بررسی تأثیر استرس گرمایی بر فشارخون سیستولیک و دیاستولیک دانشجویان نیز در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، با افزایش استرس گرمایی، میزان فشارخون سیستولیک شرکت کنندگان به طور معنا داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) و میزان فشارخون دیاستولیک آن ها به‌طور

1 . Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)
2 . Generalized Estimating Equations (GEE)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

جدول ۵ـ انواع مقیاس‌های توجه دیداری افراد مورد مطالعه در شرایط گرمایی مختلف

دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)	توجه دیداری						توجه انتخابی دیداری					
	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری
۲۹	۹۱/۲۷	۱۸/۷۷	۴۲/۰۰	۱۱۵/۰۰	.[a]	–	۸۴/۸۳	۱۵/۲۷	۵۶/۰۰	۱۰۶/۰۰	.[a]	–
۳۲	۸۸/۰۵	۲۲/۱۳	۴۲/۰۰	۱۱۵/۰۰	−۳/۲۲	۰/۲۹۰	۸۱/۶۶	۱۹/۵۲	۳۵/۰۰	۱۰۴/۰۰	−۳/۱۶	۰/۲۶۰
۳۵	۷۹/۸۸	۲۴/۸۹	۳۲/۰۰	۱۱۲/۰۰	−۱۱/۳۸	۰/۰۱۷	۷۵/۷۲	۲۷/۰۴	۱۹/۰۰	۱۰۹/۰۰	−۹/۱۱	۰/۰۷۰
دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)	توجه متمرکز دیداری						توجه تقسیم‌شدهٔ دیداری					
	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری
۲۹	۸۴/۰۵	۱۸/۳۹	۵۳/۰۰	۱۰۹/۰۰	.[a]	–	۹۶/۳۳	۱۰/۹۱	۷۱/۰۰	۱۱۷/۰۰	.[a]	–
۳۲	۷۹/۸۳	۲۲/۳۹	۳۷/۰۰	۱۰۶/۰۰	−۴/۲۲	۰/۳۴۰	۹۳/۸۳	۱۲/۶۸	۷۱/۰۰	۱۱۴/۰۰	−۲/۵۰	۰/۳۶۰
۳۵	۷۴/۲۷	۲۶/۸۸	۱۲/۰۰	۱۰۹/۰۰	−۹/۷۷	۰/۱۲۰	۹۲/۰۰	۱۳/۰۵	۶۲/۰۰	۱۱۳/۰۰	−۴/۳۳	۰/۱۱۰
دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)	جابه‌جایی توجه دیداری						توجه مداوم دیداری					
	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری
۲۹	۹۴/۲۷	۱۸/۶۲	۳۷/۰۰	۱۱۶/۰۰	.[a]	–	۹۲/۲۷	۱۵/۰۶	۶۲/۰۰	۱۰۹/۰۰	.[a]	–
۳۲	۹۲/۳۳	۱۸/۶۵	۳۷/۰۰	۱۱۸/۰۰	−۱/۹۴	۰/۵۳۰	۸۹/۹۴	۱۵/۶۸	۵۶/۰۰	۱۱۰/۰۰	−۲/۳۳	۰/۳۴۰
۳۵	۸۶/۳۸	۲۰/۷۶	۱۶/۰۰	۱۱۲/۰۰	−۷/۸۸	<۰/۰۰۱	۸۴/۱۱	۱۹/۹۲	۴۸/۰۰	۱۰۷/۰۰	−۸/۱۶	۰/۰۷۱

معنا داری کاهش پیدا کرد ($p<۰/۰۵$).

رابطهٔ استرس گرمایی با انواع مقیاس‌های توجه دیداری و شنیداری حاصل از آزمون عملکرد پیوسته به‌ترتیب در جدول ۵ و ۶ بیان شده است. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، با افزایش استرس گرمایی، میانگین ۶ مقیاس توجه دیداری، توجه انتخابی دیداری، توجه متمرکز دیداری، توجه تقسیم شدهٔ دیداری، جابه‌جایی توجه دیداری و توجه مداوم دیداری به‌طور پیوسته کاهش یافت. اما این کاهش تنها برای ۲ مقیاس توجه دیداری و جابه‌جایی توجه دیداری در دمای تر گوی سان ۳۵ درجه سانتی گراد معنا دار بود ($p<۰/۰۵$). رابطهٔ استرس گرمایی و سایر مقیاس های توجه در حوزهٔ دیداری معنادار نبود ($p>۰/۰۵$).

طبق نتایج ارائه‌شده در جدول ۶ نیز با افزایش استرس گرمایی، میانگین دو مقیاس توجه انتخابی شنیداری و جابه‌جایی توجه شنیداری به‌طور پیوسته کاهش یافت و این کاهش در دمای تر گوی سان ۳۵ درجه سانتی گراد معنا دار بود ($p<۰/۰۵$). مقیاس توجه شنیداری نیز در دمای تر گوی سان ۳۵ درجه سانتی گراد به‌طور معناداری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). هیچ رابطهٔ معناداری بین استرس گرمایی و سایر مقیاس های توجه شنیداری یافت نشد ($p>۰/۰۵$).

بحث

باوجود تحول و پیشرفت عظیم در زمینهٔ فناوری، بسیاری از فرایندها و فعالیت‌ها در محیط‌های کاری همچنان وابسته به انسان هستند. همچنین با پیشرفت تکنولوژی در سال‌های اخیر، جنبه‌های ذهنی فعالیت‌های کاری نسبت به جنبه‌های فیزیکی افزایش یافته‌اند. بااینکه تحقیقات متعددی دربارهٔ تأثیر استرس گرمایی بر عملکرد شناختی و وضعیت فیزیولوژیک افراد صورت گرفته است، این تحقیقات به نتیجهٔ روشن و قطعی دست نیافته‌اند. (۳۶) ضربان قلب ازجمله معیارهای فیزیولوژیک است که با استرس گرمایی محیط هم‌بستگی دارد و طبق نتایج تحقیقات، گرما می‌تواند بر ضربان قلب تأثیر قابل توجهی داشته باشد. یکی از معیارهایی که با ضربان قلب ارتباط نزدیکی دارد، فشارخون است. (۳۷ـ۳۸) طبق نتایج مطالعهٔ حاضر، با افزایش استرس گرمایی مقدار ضربان قلب افراد به‌طور معنا داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). این نتایج تصدیقی بر نتایج پژوهش‌های پیشین است. (۱۰، ۱۳، ۳۹). مطالعهٔ ایگوچی و همکاران (۲۰۱۲) با هدف بررسی تأثیر استرس گرمایی بر وضعیت قلبی‌عروقی، هورمونی و پروتئین های شوک گرمایی انجام شد. در این بررسی، ۱۲ مرد و ۱۲ زن سالم و جوان به مدت ۳۰ دقیقه در یک محفظهٔ گرمایی در معرض دو شرایط از نظر استرس گرمایی (۲۶ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. نتایج

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

جدول ٦ـ انواع مقیاس‌های توجه شنیداری افراد مورد مطالعه در شرایط گرمایی مختلف

دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)	توجه شنیداری						توجه انتخابی شنیداری					
	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری
۲۹	۸۹/۵۰	۱۹/۶۸	۵۲/۰۰	۱۱۵/۰۰	۰[a]	–	۹۱/۲۲	۱۶/۵۱	۶۰/۰۰	۱۰۷/۰۰	۰[a]	–
۳۲	۹۲/۳۳	۱۴/۴۹	۵۸/۰۰	۱۱۵/۰۰	۲/۸۳	۰/۴۱۰	۸۹/۸۸	۱۲/۳۷	۶۸/۰۰	۱۰۷/۰۰	−۱/۳۳	۰/۷۲۱
۳۵	۸۱/۹۴	۲۱/۰۱	۴۸/۰۰	۱۰۸/۰۰	−۷/۵۵	۰/۰۳۸	۷۹/۲۷	۱۹/۸۶	۴۵/۰۰	۱۰۷/۰۰	−۱۱/۹۴	۰/۰۰۸
دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)	توجه متمرکز شنیداری						توجه تقسیم‌شدهٔ شنیداری					
	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری
۲۹	۹۰/۹۴	۱۹/۹۱	۵۲/۰۰	۱۰۹/۰۰	۰[a]	–	۱۰۰/۹۴	۱۱/۵۵	۸۱/۰۰	۱۲۲/۰۰	۰[a]	–
۳۲	۹۵/۲۷	۱۶/۰۵	۵۱/۰۰	۱۱۱/۰۰	۴/۳۳	۰/۳۵۰	۱۰۲/۶۶	۹/۷۷	۸۴/۰۰	۱۲۶/۰۰	۱/۷۲	۰/۲۸۰
۳۵	۸۱/۱۱	۱۹/۷۵	۵۱/۰۰	۱۰۹/۰۰	−۹/۸۳	۰/۰۸۶	۹۸/۱۶	۹/۳۵	۸۴/۰۰	۱۱۵/۰۰	−۲/۷۷	۰/۲۶۰
دمای تر گوی‌سان (درجه سانتی‌گراد)	جابه‌جایی توجه شنیداری						توجه مداوم شنیداری					
	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	ضریب بتا	معناداری
۲۹	۸۸/۰۵	۱۱/۳۰	۷۱/۰۰	۱۱۲/۰۰	۰[a]	–	۸۶/۰۵	۱۱/۶۶	۵۷/۰۰	۱۰۱/۰۰	۰[a]	–
۳۲	۸۷/۷۲	۱۱/۴۶	۷۰/۰۰	۱۱۲/۰۰	−۰/۳۳	۰/۸۵۰	۸۶/۷۲	۱۳/۰۱	۶۲/۰۰	۱۰۴/۰۰	۰/۶۶	۰/۶۴۰
۳۵	۸۲/۲۲	۱۳/۲۶	۵۲/۰۰	۱۰۷/۰۰	−۵/۸۳	۰/۰۰۹	۸۳/۸۸	۱۳/۱۰	۶۳/۰۰	۱۰۴/۰۰	−۲/۱۶	۰/۵۹۰

این مطالعه نشان داد استرس گرمایی به‌طور معنا داری باعث افزایش ضربان قلب افراد شده است. (۱۳) در مطالعهٔ کاریلو و همکاران (۲۰۱۶) ضربان قلب افراد جوان و مسن دارای دیابت نوع ۲ و فاقد دیابت در شرایط مواجهه با استرس گرمایی (دمای ۴۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰٪) اندازه گیری و مقایسه شد. نتایج این پژوهش نیز حاکی از آن بود که ضربان قلب افراد در هر دو گروه در شرایط استرس گرمایی افزایش می یابد. (۹) مطالعهٔ زمانیان و همکاران (۲۰۱۷) در زمینهٔ بررسی رابطهٔ بین شاخص‌های گرمایی با برخی از پارامترهای فیزیولوژیک (فشارخون، ضربان قلب و دمای پوست) در میان کشاورزان نشان داد بین شاخص‌های گرمایی و ضربان قلب رابطه ای مستقیم وجود دارد و با افزایش استرس گرمایی، ضربان قلب افراد افزایش می یابد. (۴۰) هنگامی‌که بدن انسان در معرض استرس گرمایی قرار می‌گیرد، مرکز تنظیم دمای بدن در هیپوتالاموس باعث فعال شدن مکانیسم‌های حرارتی نظیر غدد عرق، غدد درون‌ریز، سیستم قلبی‌عروقی و رگ‌های خونی می‌شود تا تولید و دفع حرارت در بدن را تنظیم کند. افزایش ضربان قلب در شرایط استرس گرمایی امری طبیعی است و ضربان قلب می‌تواند به‌عنوان یکی از قوی‌ترین شاخص‌های استرین گرمایی عمل نماید. (۴۱) بنابراین به‌رغم مطالعات پیشین در شرایط متفاوت با تحقیق حاضر، دلیل تشابه نتایج این مطالعه با پژوهش‌های قبلی، مواجهه با استرس گرمایی در تمام این مطالعات و فعال شدن سیستم قلبی‌عروقی برای دفع حرارت اضافی از بدن است.

طبق نتایج مطالعهٔ حاضر، با افزایش دمای تر گوی سان، میزان فشارخون سیستولیک افراد به‌طور معناداری افزایش و میزان فشارخون دیاستولیک به‌طور معناداری کاهش یافت ($p<0/05$). مسئلهٔ افزایش فشارخون سیستولیک با افزایش استرس گرمایی در مطالعهٔ حاضر با برخی از بررسی‌های پیشین سازگار است. (۶، ۶۸) مطالعهٔ بایندر و همکاران (۲۰۱۳) در سه شرایط از نظر استرس گرمایی (کم، متوسط و زیاد) بر روی ۱۰ نفر مرد نشان داد ورزش ایزومتریک در شرایط استرس گرمایی باعث افزایش میانگین فشارخون سیستولیک می‌شود. (۴۲) به‌رغم انجام این مطالعه بر روی نمونه هایی گوناگون و در شرایط محیطی متفاوت با پژوهش حاضر، یکی از دلایل تشابه نتایج این بررسی با مطالعهٔ حاضر می تواند انجام آن در شرایط دمایی تقریباً نزدیک به شرایط دمایی مطالعهٔ حاضر باشد. دمای محیطی اندازه گیری‌شده در سه شرایط استرس گرمایی در تحقیق پیش‌رو (دمای تر گوی سان ۲۹، ۳۲ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) به‌ترتیب برابر ۳۸ ± ۰/۵۰، ۴۱ ± ۰/۵۰ و ۴۳ ± ۰/۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. در پژوهش بایندر و همکاران (۲۰۱۳) نیز، دمای محیطی در سه شرایط آزمایش به‌ترتیب برابر ۲۴ ± ۰/۲۰، ۳۷/۶۳

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

± ۰/۲۰ و ۳۸/۴۰ ± ۰/۲۰ بود.

مطالعهٔ زو و همکاران (۲۰۱۹) با هدف بررسی تأثیر مواجههٔ ساعتی با دما بر فشارخون انجام شد. در این بررسی، فشارخون ۱۰۰ شرکت کننده در چین بیش از ۵۰ بار در فاصلهٔ زمانی سه‌ساله اندازه گیری شد. نتایج این مطالعه نشان داد بین دما و فشارخون سیستولیک رابطهٔ خطی و معنادار وجود دارد و با افزایش دما، فشارخون سیستولیک افراد افزایش یافته است. (۱۴) تحقیقات نشان داده است در طول مواجهه با استرس گرمایی، مقاومت عروقی محیطی کاهش می‌یابد و حجم خون از مناطق مرکزی بدن به مناطق محیطی منتقل می‌شود تا تبادل گرما را تسهیل کند. افزایش ضربان قلب نیز درواقع عامل جبران‌کننده به‌منظور جلوگیری از کاهش بیش‌ازحد فشارخون سیستولیک است تا خروجی قلب در مقدار مناسبی حفظ شود. (۱۳)

نتایج برخی از مطالعات پیشین نیز مخالف با نتایج بررسی حاضر است. (۱۳ـ۱۴) مطابق نتایج مقالهٔ ایگوچی و همکاران (۲۰۱۲)، استرس گرمایی به‌طور معنا داری باعث کاهش فشارخون سیستولیک افراد شده است. (۱۳) یکی از دلایل عدم تشابه نتایج این مطالعه با پژوهش حاضر احتمالاً انجام آن در شرایط دمایی بسیار بالاتر نسبت به مطالعهٔ حاضر (شرایط عدم مواجهه با گرما: ۲۶ درجه سانتی‌گراد، شرایط مواجهه با گرما: ۷۳ درجه سانتی‌گراد) است. کاهش فشارخون دیاستولیک در مطالعهٔ حاضر نیز با برخی از پژوهش‌های پیشین سازگاری دارد (۱۱، ۱۳) و مخالف نتایج برخی از تحقیقات است. (۴۳) طبق مطالعهٔ استاتز و همکاران (۲۰۱۴) در زمینهٔ بررسی تأثیر مواجههٔ مختصر با گرما بر فشارخون و عملکرد فیزیکی زنان مسن نیز مواجهه با دمای بالا باعث کاهش فشارخون دیاستولیک زنان مسن شد. (۱۱) یکی از دلایل کاهش فشارخون دیاستولیک در مطالعهٔ حاضر و سایر پژوهش‌ها احتمالاً تعریق و خروج کلسیم، پتاسیم و ویتامین C عرق و تأثیر منفی آن بر میزان فشارخون دیاستولیک است. (۱۲) اما از طرف دیگر مواجههٔ افراد با شرایط استرس گرمایی در مطالعهٔ حاضر کوتاه مدت بود و این موضوع باید بررسی شود که آیا تعریق افراد درحدی بوده است که باعث این امر شود یا خیر.

توجه از اصلی‌ترین پاسخ‌های شناختی انسان به محرک‌های بیرونی است. در این مطالعه، برای بررسی تأثیر استرس گرمایی بر عملکرد شناختی افراد، مقیاس‌های مختلف توجه حاصل از آزمون عملکرد پیوستهٔ دیداری و شنیداری مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آزمون عملکرد پیوسته در بررسی حاضر نشان داد که با افزایش استرس گرمایی، میانگین ۶ مقیاس در حوزهٔ توجه دیداری و ۲ مقیاس توجه انتخابی شنیداری و جابه‌جایی توجه شنیداری به طور پیوسته کاهش یافته است. اما کاهش توجه با افزایش استرس گرمایی تنها برای ۵ مقیاس توجه دیداری و شنیداری، جابه‌جایی توجه دیداری و شنیداری و توجه انتخابی شنیداری و تنها در دمای تر گوی سان ۳۵ درجه سانتی گراد معنادار بود ($p<۰/۰۵$).

مسئلهٔ کاهش توجه با افزایش دما تصدیقی بر نتایج مطالعات قبلی مبنی بر کاهش عملکرد با افزایش دماست. (۱۶ـ۱۷، ۲۲، ۴۴) اولین محققی که استرس گرمایی و عملکرد انسان را بررسی کرد، مکورث[1] در سال ۱۹۵۰ بود. وی دریافت که اگر از فردی خواسته شود بر کار خسته‌کننده‌ای در شرایط محیطی گرم تمرکز نماید، عملکرد او در طی زمان کاهش می‌یابد. (۲۳) به‌گفتهٔ گائوا و همکاران (۲۰۱۲)، در یکی از نخستین‌ها پژوهش‌ها توسط پپلر[2] در سال ۱۹۵۸، رابطه‌ای Uشکل بین عملکرد و میزان استرس گرمایی مشخص شده است. (۴۵) پژوهش جعفری و همکاران (۲۰۱۴) با هدف بررسی تأثیر چهار سطح مختلف تنش گرمایی (۱۸، ۲۲، ۲۹ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد) بر عملکرد شناختی دانشجویان انجام شد. طبق نتایج این بررسی، رابطهٔ درصد توجه و دمای تر گوی‌سان تقریباً Uشکل بود و در دمای تر گوی‌سان معادل ۲۲ درجه سانتی‌گراد، درصد توجه افراد دارای بیشترین مقدار بود و در دماهای کمتر و بیشتر از این مقدار، درصد توجه کاهش‌یافته بود. (۲۲) علت این امر احتمالاً ناشی از انتخاب بازه دمایی کوچک‌تر (از ۲۹ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد) در مطالعهٔ حاضر است و برای تعیین رابطهٔ دقیق‌تر این دو متغیر، نیاز به مطالعه در دماهای بیشتر و بازهٔ دمایی بزرگ‌تر است. (۲۲) در مطالعهٔ گلبابایی و همکاران (۲۰۱۵)، تأثیر استرس گرمایی (شاخص دمای تر گوی سان ۳۳ درجه سانتی‌گراد) بر توجه انتخابی و زمان واکنش کارگران ریخته‌گری یک شرکت خودروسازی با استفاده از آزمون استروپ رایانه‌ای بررسی شد. محققان این مطالعه دریافتند که استرس گرمایی باعث افزایش زمان واکنش و کاهش توجه انتخابی می‌شود. (۲۳) از طرف

1 . Mackworth
2 . Pepler

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

دیگر طبق نظر ژانگ و همکاران (۲۰۱۷)، عملکرد افراد در محدودهٔ دمای ۲۱ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد تقریباً ثابت است؛ اما در دمای بالاتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد با افزایش هر درجه سانتی‌گراد، ۲٪ کاهش می‌یابد. (۴۴) بنابراین دلیل افزایش توجه با افزایش دما در مطالعهٔ حاضر می‌تواند انجام شدن پژوهش در شرایط دمایی بالاتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد. مطالعهٔ برگ و همکاران (۲۰۱۵) با هدف بررسی تأثیر استرس گرمایی بر عملکرد شناختی ۲۱ جراح انجام شد. در این تحقیق، شرکت کنندگان در معرض دو شرایط دمایی مختلف (دمای ۱۹ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند و تعدادی وظایف شبیه سازی‌شدهٔ جراحی لاپاراسکوپی را انجام دادند. نتایج این مطالعه نشان داد در شرایط گرم، عملکرد شناختی افراد کاهش می یابد. (۱۶) باوجود انجام این مطالعه در شرایط دمایی کمتر نسبت به پژوهش حاضر، یکی از دلایل تشابه نتایج این مطالعه با پژوهش حاضر و کاهش عملکرد شناختی در شرایط مواجهه با گرما احتمالاً پیچیده بودن وظایف شناختی انجام‌شده توسط آزمودنی ها در مطالعهٔ برگ و همکاران (۲۰۱۵) است. به گزارش تحقیقات، وظایف شناختی پیچیده درمقابل وظایف شناختی ساده حساسیت بیشتری به گرما دارند. (۴۵) مطالعهٔ مائولا و همکاران (۲۰۱۶) با هدف بررسی تأثیر مواجهه با دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد بر عملکرد شناختی دانشجویان انجام شد. در این بررسی، ۳۳ دانشجوی دختر و پسر شرکت نمودند و در معرض دو شرایط دمایی ۲۳ و ۲۹ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد مواجهه با دمای کمی گرم (۲۹ درجه سانتی‌گراد) می تواند باعث کاهش عملکرد شناختی شود. (۲۵) در این مطالعه نیز، به‌رغم انجام آزمایش در شرایط دمایی کمتر نسبت به مطالعهٔ حاضر، مواجهه با دمای کمی گرم باعث کاهش عملکرد شناختی شرکت کنندگان شد. دلیل این امر احتمالاً مواجههٔ طولانی تر افراد (۳/۵ ساعت در مقایسه با ۱۳ دقیقه) با گرما و انجام شش وظیفهٔ شناختی در سطوح ساده تا پیچیده است.

بررسی نتایج آزمون عملکرد پیوسته در مطالعهٔ حاضر نشان داد هیچ رابطهٔ معناداری بین استرس گرمایی و سایر مقیاس های توجه وجود ندارد ($p>۰/۰۵$). به‌گفتهٔ هانکوک (۱۹۸۶)، عملکرد شناختی اساساً تحت تأثیر استرس گرمایی قرار نمی گیرد، مگر اینکه استرس گرمایی دمای عمقی بدن را از شرایط طبیعی آن دور کند. (۴۶) با توجه به این مطلب، یکی از دلایل عدم تاثیر استرس گرمایی بر برخی از مقیاس‌های توجه در مطالعهٔ حاضر می‌تواند زمان کوتاه مواجهه با گرما و عدم تأثیر یا اثرگذاری ناچیز آن بر دمای عمقی بدن باشد. مطالعهٔ مک موریس و همکاران (۲۰۰۶) با هدف بررسی تأثیر استرس گرمایی بر عملکرد شناختی ورزشکاران انجام شد و طبق نتایج آن، گرما بر برخی از معیارهای عملکردی از جمله وظایف یادآوری کلامی و مکانی و زمان واکنش انتخابی تأثیر معناداری نداشت. (۴۷) بررسی جیمنز ـ پاون و همکاران (۲۰۱۱) در زمینهٔ تأثیر قایق رانی در گرما بر عملکرد شناختی نیز نشان داد گرما تأثیر چندانی بر عملکرد شناختی افراد ندارد. (۴۸) یافته‌های پژوهش گائوا و همکاران (۲۰۱۲) در زمینهٔ عملکرد شناختی در محیط گرم اثبات کرد که گرما تأثیر چندانی بر عملکرد وظایف شناختی ساده ندارد. (۴۵) از آنجا که در مطالعهٔ حاضر نیز شرکت کنندگان یک وظیفهٔ ساده شناختی را انجام دادند، عدم تأثیر گرما بر برخی از مقیاس‌های توجه می‌تواند ناشی از ساده بودن وظیفهٔ انجام شده باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد استرس گرمایی رابطهٔ قوی و معناداری با معیارهای فیزیولوژیک ازجمله ضربان قلب و فشارخون سیستولیک و دیاستولیک دارد. طبق یافته‌های این مطالعه، استرس گرمایی باعث افزایش ضربان قلب و فشارخون سیستولیک و کاهش فشارخون دیاستولیک شد؛ بنابراین مقدار ضربان قلب و فشارخون می‌تواند به‌عنوان شاخص مناسبی برای استرین گرمایی عمل کند.

توجه از اصلی ترین پاسخ های شناختی انسان به محرک های بیرونی است که در مطالعهٔ حاضر فقط در دمای تر گوی‌سان ۳۵ درجه سانتی گراد تغییرات معناداری داشت. ($p<۰/۰۵$) مواجهه با دمای بیش‌ازحد مجاز مواجهه می تواند باعث کاهش توجه و درنتیجه کاهش عملکرد شناختی افراد شود.

یکی از محدودیت‌های این مطالعه دشوار بودن انجام آن در شرایط واقعی محیط کار بود. با توجه به اینکه در محیط صنعتی و شرایط واقعی محیط کار، عوامل مداخله‌گر زیادی ازجمله عوامل زیان‌آور محیط کار، شرایط جسمی، خانوادگی و روحی و روانی فرد، تغذیه، شیفت‌های مختلف کاری و زمان خواب و استراحت افراد و... بر نتایج مطالعهٔ

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

حاضر اثرگذار خواهند بود، انتخاب نمونه‌هایی که تمام شرایط مورد نظر را داشته و از این نظر همسان باشند، سخت خواهد بود. با این حال، لازم است پژوهش‌هایی مشابه مطالعهٔ حاضر در محیط‌های صنعتی و خدماتی و شرایط واقعی محیط کار انجام شود تا امکان کاربرد نتایج آن در محیط‌های کاری افزایش یابد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از بخشی از پایان‌نامهٔ خانم فهیمه بیدل به راهنمایی دکتر علی صالحی سهل‌آبادی با کد اخلاق IR.SBMU.PH.REC.1397.001 و کد گرنت ۱۴۸۸۷ است. نویسندگان مقاله از دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی جهت حمایت ایشان در راستای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1. Krishnamurthy M, Ramalingam P, Perumal K, Kamalakannan LP, Chinnadurai J, Shanmugam R, et al. Occupational heat stress impacts on health and productivity in a steel industry in southern India. Safety and health at work. 2017; 8(1): 99-104.
2. Karami M, Halvani GH, Zare S, Mehrparvar AH, DehghaniTafati A, Sahranavard Y, et al. The relationship between heat stress on the vital factors and cognitive function Sarcheshmeh copper smelter workers in 2018. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2018; 2(10-21). [Persian]
3. Golmohammadi R, Hassani M, Zamanpour A, Olyaee M, Aliabadi M, Mahdavi S. Comparison of heat stress indices of HSI and WBGT in machine bakery in Hamedan. Iran Occupational Health. 2006; 3(3, 4). [Persian]
4. EPA. Climate Change Indicators: Heat-Related Deaths United States: United States Environmental Protection Agency; 2017 [Available from: https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-heat-related-deaths.
5. Yang XK, Li BZ, Li YQ, Wang YC, Zheng CD. A Research on Characteristics of Human Heat Stress in Dynamic Hot Environment. In: Cui P, Liu J, Zhang W, editors. 10th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning, Ishvac2017. Procedia Engineering. 2052017. p. 2749-54.
6. Baber C, Jenkins DP, Walker GH, Rafferty LA, Salmon PM, Stanton NA. Human factors methods: A practical guide for engineering and design: Ashgate Publishing, Ltd.; 2013.
7. Habib E, Dehqana H, Lotfi S, Hassanzadeh A. The effect of heat on the precision and speed of the work in men by the battery method under experimental condition. Journal of Preventive Medicine. 2016; 3(1): 28-36. [Persian[
8. Yang X, Li B, Li Y, Wang Y, Zheng C. A Research on Characteristics of Human Heat Stress in Dynamic Hot Environment. Procedia Engineering. 2017; 205: 2749-54.
9. Carrillo AE, Flouris AD, Herry C, Poirier MP, Boulay P, Dervis SM, et al. Heart rate variability during high heat stress: a comparison between young and older adults with and without Type 2 diabetes. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology; 2016.
10. Coker NA, Wells AJ, Gepner Y. The Effect of Heat Stress on Measures of Running Performance and Heart Rate Responses During A Competitive Season in Male Soccer Players. Journal of strength and conditioning research; 2018.
11. Stotz A, Rapp K, Oksa J, Skelton D, Beyer N, Klenk J, et al. Effect of a brief heat exposure on blood pressure and physical performance of older women living in the community—a pilot-study. International journal of environmental research and public health. 2014; 11(12).
12. Tang Y-M, Wang D-G, Li J, Li X-H, Wang Q, Liu N, et al. Relationships between micronutrient losses in sweat and blood pressure among heat-exposed steelworkers. Industrial health. 2016; 54(3): 215-23.
13. Iguchi M, Littmann AE, Chang S-H, Wester LA, Knipper JS, Shields RK. Heat stress and cardiovascular, hormonal, and heat shock proteins in humans. Journal of athletic training. 2012; 47(2): 184-90.
14. Xu D, Zhanga Y, Wangc B, Yangc H, Bana J, Liud F, et al. Acute effects of temperature exposure on blood pressure: An hourly level panel study. Environment International. 2019; (124): 493-500.
15. O'Neal E, Bishop P. Effects of work in a hot environment on repeated performances of multiple types of simple mental tasks. International Journal of Industrial Ergonomics. 2010; 40(1): 77-81.
16. Berg RJ, Inaba K, Sullivan M, Okoye O, Siboni S, Minneti M, et al. The impact of heat stress on operative performance and cognitive function during simulated laparoscopic operative tasks. Surgery. 2015; 157(1): 87-95.
17. Varjo J, Hongisto V, Haapakangas A, Maula H, Koskela H, Hyönä J. Simultaneous effects of irrelevant speech, temperature and ventilation

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

rate on performance and satisfaction in open-plan offices. Journal of Environmental Psychology. 2015; 44: 16-33.
18. Mazlomi A, Golbabaei F, Dehghan SF, Abbasinia M, Khani SM, Ansari M, et al. The influence of occupational heat exposure on cognitive performance and blood level of stress hormones: A field study report. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2017; 23 (3): 431-9.
19. Kjellstrom T, Ingvar H, Bruno L. Workplace heat stress, health and productivity–an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. Global health action. 2009; 2(1).
20. Morabito M, Lorenzo C, Alfonso C, Amedeo M, Simone O. Relationship between work-related accidents and hot weather conditions in Tuscany (central Italy). Industrial health. 2006; 44(3): 458-64.
21. Mohebian Z, Dehghan H, Habibi E. Studying the effect of heat stress on attention and reaction time in a laboratory setting. Journal of Health and Safety at Work. 2017; 7(3): 233-44. [Persian[
22. Jafari MJ, Naserpour M, Monazzam MR, Saremi M, Pouraghashahneshin HR, Jambarsang S. Evaluation of Students' Cognitive Performance while Exposed to Heat using Continues Performance Test. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(2): 1-9. [Persian[
23. Golbabaei F, Mazloumi A, Khani SM, Kazemi Z, Hosseini M, Abbasinia M, et al. The Effects of Heat Stress on Selective Attention and Reaction Time among Workers of a Hot Industry: Application of Computerized Version of Stroop Test. Journal of Health and Safety at Work. 2015; 5(1): 1-10. [Persian]
24. Amiri F, Zamanian Z, Mani A, Hasanzadeh J. Effects of Combined Exposure to Noise, Heat and Lighting on Cognitive Performance. Iran Occupational Health (IOH). 2015; 12(5): 1-11. [Persian[
25. Maula H, Hongisto V, Östman L, Haapakangas A, Koskela H, Hyönä J. The effect of slightly warm temperature on work performance and comfort in open-plan offices–a laboratory study. Indoor air. 2016; 26(2): 286-97.
26. Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaei F, Shamsipour A, Arabalibeik H, Abbasinia M, et al. Personal risk factors during heat stress exposure in workplace. Health and Safety at Work. 2017; 7(2): 163-80. [Persian]
27. Molina J, Andrade-Rosa C, González-Parra S, Blasco-Fontecilla H, Real M, Pintor C. The factor structure of the General Health Questionnaire (GHQ): a scaled version for general practice in Spain. European Psychiatry. 2006; 21(7): 478-86.
28. Ebrahimi A, Rumi H, Mousavi G, Bornamanesh A. Psychometric Properties, Factor Structure, Clipping Point, Sensitivity and Feature of General Health Questionnaire 28 Questions (GHQ-28) in Iranian Patients with Psychiatric Disorders. Behavioral Sciences Research. 2007; 5( ): 5-12. [Persian[
29. Havenith G, Fiala D. Thermal indices and thermophysiological modeling for heat stress. Comprehensive Physiology. 2011; 6(1): 255-302.
30. ACGIH. Threshold limit values for chemical substances and physical agents. ACGIH; 2006.
31. Falahati M, Alimohammadi I, Farshad A, Zokaii M, Sardar A. Evaluating the reliability of WBGT and P4SR by comparison to core body temperature. Iran Occupational Health. 2012; 9(3): 22-31. [Persian]
32. Rabeifard M. Development and standardization of the Persian form of continuous auditory performance test. Shiraz: Shiraz University; 2014, Persian.
33. Tinius TP. The integrated visual and auditory continuous performance test as a neuropsychological measure. Archives of clinical Neuropsychology. 2003; 18(5): 439-54.
34. Berginström N, Johansson J, Nordström P, Nordström A. Attention in older adults: a normative study of the integrated visual and auditory continuous performance test for persons aged 70 years. The Clinical Neuropsychologist. 2015; 29(5): 595-610.
35. Shiraseb F, Siassi F, Sotoudeh G, Qorbani M, Rostami R, Sadeghi-Firoozabadi V, et al. Association of blood antioxidants status with visual and auditory sustained attention. Nutritional neuroscience. 2015; 18(8): 345-54. [Persian]
36. Jafari M, Norloei S, Omidi L, Khodakarim S, Bashash D, Abdollahi M. Effects of heat stress on concentrations of thyroid hormones of workers in a foundry industry; 2015. [Persian[
37. Young MS, Brookhuis KA, Wickens CD, Hancock PA. State of science: mental workload in ergonomics. Ergonomics. 2015; 58(1): 1-17.
38. Heine T, Lenis G, Reichensperger P, Beran T, Doessel O, Deml B. Electrocardiographic features for the measurement of drivers' mental workload. Applied ergonomics. 2017; 61: 31-43.
39. Stacey MMJ, Delves S, Woods D, Britland S, Macconnachie L, Allsopp A, et al. Heart rate variability and plasma nephrines in the evaluation of heat acclimatisation status. European journal of applied physiology. 2018; 118(1): 165-74.
40. Zamanian Z, Sedaghat Z, Hemehrezaee M,

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]

Khajehnasiri F. Evaluation of environmental heat stress on physiological parameters. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2017; 15(1): 24. [Persian[

41. Habibi E, Dehghan H, Lotfi S, Hasanzade A. The effect of heat on the precision and speed of the work in men by the battery method under experimental condition. Journal of Preventive Medicine. 2016; 3(1): 36-28.] Persian]
42. Binder K, Gagnon D, Lynn AG, Kondo N, Kenny GP. Heat stress attenuates the increase in arterial blood pressure during isometric handgrip exercise. European journal of applied physiology. 2013; 113(1): 183-90.
43. Xu D, Zhang Y, Wang B, Yang H, Ban J, Liu F, et al. Acute effects of temperature exposure on blood pressure: An hourly level panel study. Environment international. 2019; 124: 493-500.
44. Zhang F, de Dear R. University students' cognitive performance under temperature cycles induced by direct load control events. Indoor air. 2017; 27(1): 78-93.
45. Gaoua N, Grantham J, Racinais S, El Massioui F. Sensory displeasure reduces complex cognitive performance in the heat. Journal of environmental psychology. 2012; 32(2): 158-63.
46. Hancock PA. Sustained attention under thermal stress. Psychological Bulletin. 1986; 99(2): 263.
47. 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. International Journal of Psychophysiology. 2006; 61(2): 204-15.
48. Jiménez-Pavón D, Romeo J, Cervantes-Borunda M, Ortega FB, Ruiz JR, España-Romero V, et al. Effects of a running bout in the heat on cognitive performance. Journal of Exercise Science & Fitness. 2011; 9(1): 58-64.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-22]