مقاله پژوهشی

بررسی عملکردهای شناختی دانشجویان در مواجهه با گرما با استفاده از آزمون عملکرد پیوسته

محمدجواد جعفری[1]، مهسا ناصر پور[2*]، محمدرضا منظم[3]، مهناز صارمی[4]، حمیدرضا پور آقا شاهنشین[5]، سارا جام بر سنگ[6]

تاریخ دریافت: 1392/9/29 تاریخ پذیرش:1393/3/1

چکیده

زمینه وهدف: مطالعات زیادی جهت بررسی اثر تنش گرمایی بر عملکردهای شناختی افراد صورت گرفته است اما این مطالعات نتوانسته‌اند به نتیجه‌ای روشن و قطعی در این زمینه دست یابند. دلیل این امر تنوع آزمون‌ها و شرایط آزمایشگاهی به کار رفته است. پژوهش حاضر به بررسی عملکردهای شناختی دانشجویان در مواجهه با سطوح مختلف تنش گرمایی در شرایط آزمایشگاهی پرداخته است.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی تحلیلی 33 آزمودنی در محدوده سنی 35-23 سال به انجام آزمون شناختی پرداختند. شرکت‌کنندگان در حین انجام آزمون نرم‌افزاری عملکرد پیوسته که درصد توجه و زمان واکنش افراد را می‌سنجد، در معرض مواجهه با چهار سطح تنش گرمایی معادل شاخص دمای‌ترگوی‌سان ۱۸،۲۲،۲۹و33 سلسیوس قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین درصد توجه افراد (99/67%) مربوط به شاخص دمای‌ترگوی‌سان 22درجه سلسیوس بود و در حدود بالا و پایین مجاز مواجهه شغلی درصد توجه کاهش یافته است. تحلیل‌های آماری نشان می‌دهد اختلاف درصد توجه در سطوح مختلف تنش گرمایی معنی‌دار نیست ($P_{value} > 0.05$). هم‌چنین با افزایش شاخص دمای‌ترگوی‌سان از 22درجه سلسیوس تا 33 درجه سلسیوس، زمان واکنش افزایش یافته است و زمان واکنش در شاخص دمای‌ترگوی‌سان 33درجه سلسیوس با سایر سطوح تنش گرمایی اختلاف معنی‌دار دارد ($P_{value} < 0.05$).

نتیجه‌گیری: عملکردهای شناختی افراد در مواجهه با سطوح مختلف تنش گرمایی در محدوده‌های مجاز مواجهه شغلی برای افراد سازش نیافته با گرما، بهبود می‌یابد اما مواجهه با تنش گرمایی بالاتر از حد مجاز مواجهه شغلی عملکردهای شناختی افراد را کاهش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: تنش گرمایی، درصد توجه، زمان واکنش، عملکرد پیوسته

1. استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

2*. (نویسنده مسئول) کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

پست الکترونیک: Naserpour2011@Gmail.com

3. دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

4.استادیار گروه ارگونومی، دانشکده سلامت ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

5. دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

6. دانشجوی دکتری تخصصی آمار زیستی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

مقدمه

گرما یکی از مهم‌ترین عوامل مخاطره‌آمیز محیط‌های کاری محسوب می‌گردد که بر عملکردهای شناختی افراد تأثیرگذار است [1]. در کشور ایران به عنوان منطقه‌ای با اقلیم گرم و خشک، کارگران بخش‌های مختلف خدماتی صنعتی در مواجهه با شرایط تنش‌های گرمایی قرار دارند [2]. تنش گرمایی به موقعیتی اطلاق می‌گردد که در آن گرمای دریافتی از محیط به علاوه گرمای تولیدشده در بدن انسان بیش از گرمایی است که از طرق مختلف از بدن به محیط دفع می‌شود [3]. گرما در محیط های کاری آثار مختلفی به دنبال دارد که از آن جمله می‌توان به اثرات عمده فیزیولوژیکی و ذهنی- شناختی اشاره نمود [4]. تأثیر عوامل محیطی ازجمله گرما بر عملکردهای شناختی نظیر توجه، تمرکز و واکنش، عرصه گسترده‌ای است که از اصلی‌ترین عملکردهای شناختی می‌توان به توجه پیوسته و زمان واکنش اشاره کرد [5]. زمان واکنش در حقیقت زمان سپری‌شده بین ارائه یک محرک حسی و پاسخ رفتاری متعاقب آن است [6]. زمان واکنش در انسان ممکن است بین 0/5 ثانیه تا بیش از 3 ثانیه بسته به نوع فعالیت ، توجه و آگاهی از موقعیت، طول بکشد. در شرایط اضطراری افراد ممکن است پاسخ های عصبی داشته باشند یا حتی از پاسخ دادن به محرک ها پرهیز نمایند [7]. به بیان دیگر، زمان واکنش مدت زمانی است که طول می کشد تا فرد شرایط را درک نموده و پاسخی را پردازش نماید[8]. توجه به قابلیت پردازش اطلاعات و داده‌های مرتبط در حین رد کردن داده‌های اشتباه یا بی‌ربط گفته می‌شود. توجه، فرد را قادر می‌سازد تا درحالی‌که اطلاعات نادرست را رد می‌کند، افکار، اقدامات و یا داده‌های مرتبط را پردازش نماید [9]. در حقیقت توجه پیوسته بیانگر مدت زمانی است که فرد قادر است تمرکز خود را نسبت به یک موضوع خاص حفظ کند. واژه توجه را می توان متناسب با تعداد خطای افراد در حین انجام آزمون تعریف نمود. به این ترتیب که هر قدر میزان توجه فرد در حین انجام آزمون بیشتر باشد، تعداد خطا کمتر است و بالعکس. هم‌چنین توجه رابطه نزدیکی با زمان واکنش دارد. این مطلب را می‌توان این‌گونه تفسیر نمود که هر قدر سطح توجه در افراد مشارکت‌کننده در آزمون بالاتر باشد، زمان واکنش در این افراد کوتاه تر خواهد بود. عکس این مطلب نیز صحت دارد و با کاهش سطح توجه در افراد، زمان واکنش طولانی‌تری ثبت می‌شود. یکی از نشانه‌های بسیار مهم خستگی ذهنی اختلال در توجه است [10]. علیرغم اینکه مطالعات مختلفی در زمینه بررسی اثر تنش گرمایی بر عملکردهای شناختی صورت گرفته است، نتایج مطالعات صورت گرفته از قطعیت برخوردار نیست. نتایج گروهی از مطالعات صورت گرفته نشان‌دهنده عدم وجود ارتباط معنی‌دار میان گرما و عملکردهای شناختی است [11 و 12]. در همین حال، مطالعات دیگر نشان می‌دهند که تعادل حرارتی در مقایسه با دمای هوا تأثیر بیشتری بر عملکرد افراد دارد[13]. هانکوک طی مطالعه‌ای اذعان داشت که عملکرد شناختی اساساً تحت تأثیر تنش گرمایی قرار نمی‌گیرد مگر اینکه این تنش آن‌قدر زیاد باشد که بتواند دمای عمقی بدن را از شرایط طبیعی آن دور کند [14]. اما یافته‌های حاصل از مطالعه نانلی و همکارانش و هم‌چنین هانکوک در سال بیانگر این بودند که گرما سبب افت عملکردهای شناختی می‌شود [14و15]. هم‌چنین در سال 2005 مطالعه‌ای توسط تِری مک موریس و همکارانش باهدف بررسی اثرات تنش گرمایی بر روی حافظه کاری، زمان عکس‌العمل انتخابی و تغییرات خلق‌وخوی صورت گرفت. علاوه بر این رابطه میان تنش گرمایی و تغییر غلظت برخی انتقال‌دهنده‌های عصبی و هورمون‌های موجود در پلاسما نیز در این مطالعه بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که تنش گرمایی (شرایط دمای خشک 36 درجه سلسیوس و رطوبت 75%) باعث کاهش عملکرد در وظایف اجرایی شد اما تأثیری روی فراخوانی زمانی یا کلامی و وظایف نیازمند زمان واکنش انتخابی نداشت [16]. رمزی و کوان در مطالعاتی اعلام کردند افت عملکرد در آزمون‌های شناختی ساده در محیط‌های گرم و در بازه دمایی دمای تر گوی‌سان 15 تا 44 درجه سلسیوس دیده نمی‌شود و حتی عملکرد اندکی نیز بهبود می‌یابد [17]. در مطالعه دیگری هانکوک چنین نتیجه‌گیری کرد که نتایج آزمون‌های ساده عملکرد شناختی بیانگر عدم کاهش عملکرد با افزایش گرما است، مگر زمانی که به حدود آستانه تحمل فیزیولوژیکی گرمای طاقت‌فرسا نزدیک می‌شویم [18]. رمزی و کوران آستانه افت عملکردهای شناختی در آزمون‌های پیچیده را در دمای تر گوی‌سان 30 الی 33 درجه سلسیوس گزارش کردند. نتایج نشان داد کاهش عملکرد شناختی که پس از 30 دقیقه مشاهده می‌گردد پس از چند ساعت نیز دیده می‌شود به عبارت دیگر آثار شناختی گرما پس از 30 دقیقه اثر گزار بوده و با گذشت زمان تغییری نکرده است [17]. در مطالعه مروری نظام‌یافته گزارش شد که در بیش از 50 مطالعه انجام‌گرفته مشخص‌شده است که زمان واکنش ساده با

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

افزایش گرما بهبود یافته است (سریع‌تر شده) و البته زمان واکنش وظایف پیچیده شناختی با افزایش سطح گرما کندتر شده است [19]. در مطالعه‌ای دیگر انادر گزارش کرد که افزایش سطح گرما باعث افزایش تعداد خطا (کاهش سطح توجه) در آزمون‌های رایانه‌ای توسط زنان شده است [20]. پیلر و وارنر در آزمونی به منظور سنجش عملکرد شناختی دانشجویان که در 6 سطح گرمایی 16/7 تا 33 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 45% انجام شد مشاهده کردند که سرعت انجام کارها (زمان واکنش) در دماهای بالا و پایین یعنی حدود آستانه‌های دمایی، بیشتر است، همچنین در این دو آستانه گرم و سرد تعداد خطا بیشتر بود [21]. در مطالعه‌ای که توسط انادر و هیگ انجام شد، مشخص گردید زمان واکنش ساده با افزایش گرما بهبودیافته و سریع‌تر می‌شود ولی تأثیر کمی از سرما می‌پذیرد [22]. در مطالعه‌ای مروری مشخص شد در دمای تر گوی‌سان بالاتر از 32/22 درجه سلسیوس گرما بر عملکردهای شناختی اثر منفی دارد. بر پایه مطالعات جون و همکاران (2002) بهترین بازه دمایی ترگوی‌سان در عملکردهای شناختی 21/11 تا 26/62 درجه سلسیوس است. در دماهای ترگوی‌سان کمتر از 10 درجه سلسیوس و بیشتر از 32/22 درجه سلسیوس نیز کمترین میزان عملکردهای شناختی ازجمله توجه و زمان واکنش دیده می‌شود [23]. رمزی و کوان در سال 1992 و رمزی در سال 1995 طی مطالعاتی نشان دادند که در بازه دمایی ترگوی‌سان 30 تا 33/33 درجه سلسیوس اثر گرما بر انجام وظایف پیچیده دیده می‌شود و در حقیقت گرما اثری بر توجه ساده ندارد [24 و 29]. در مطالعه دیگری گزارش شد که مواجهه با دمای ترگوی‌سان بیشتر از 26/67 درجه سلسیوس باعث اثر منفی بر روی توجه می‌گردد. نکته جالب اینکه مواجهه کوتاه مدت با شرایط گرم نتایج بدتری نسبت به مواجهه بلندمدت دارد [23]. هانکوک در سال 2003 طی مقاله‌ای اعلام کرد در مشاغل صنعتی بازه دمای تر گوی سان آسایش که در آن کمترین تعداد اعمال ناایمن مشاهده می‌گردد 17 تا 23 درجه سلسیوس است و بروز اعمال ناایمن از سوی افراد به صورت معنی‌داری در دمای تر گوی‌سان بالاتر از 35 درجه سلسیوس افزایش می‌یابد [25]. در مطالعه دیگری که توسط هریس لیبرمن و همکاران در سال 2005 انجام گرفت مشخص گردید که تنش حرارتی اثرات نامطلوبی بر عملکردهای شناختی (کاهش کارایی توجه و زمان واکنش) دارد. در این مطالعه زمان واکنش به عنوان آزمون ساده شناختی و توجه به عنوان آزمونی پیچیده در نظر گرفته می‌شود که عملکردهای شناختی در تمامی آزمون‌های شناختی به صورت معنی‌داری کاهش یافته است [26]. گااونا و همکاران در سال 2012 اعلام کردند درزمانی که وظایف ساده به آزمودنی‌ها سپرده می‌شود عملکرد شناختی در شرایط تنش حرارتی تغییری نمی‌کند اما عملکرد شناختی وظایف پیچیده‌تر با وجود تنش حرارتی کاهش می‌یابد[27]. تود رینیلو و لوئیس اسمیت در سال 2006 در یک مقاله مروری نظام‌یافته اعلام کردند اثر گرما بر روی توجه پایدار Sustained Attention در بسیاری از مطالعات بررسی‌شده نتیجه قطعی و روشنی گزارش نشده است[28]. رگان جیمز برگ و همکاران در سال2012 اعلام داشتند افزایش دمای محیطی کاهش معناداری در عملکرد شناختی تکنسین‌های جراحی نداشته است. [29] نادیا گااوآ و همکاران در سال 2011 در دو شرایط کنترلی با دمای خشک 20 درجه سلسیوس و رطوبت 40 درصد و شرایط گرم با دمای 50 درجه سلسیوس و رطوبت 50 درصدی به بررسی رابطه عملکردهای شناختی و دمای بدن پرداختند آن‌ها اعلام کردند نارسایی در عملکردهای شناختی با افزایش حرارت بدن به صورت انفعالی اتفاق می‌افتد. [30] همچنین همین محقق در سال 2010 طی پژوهشی اعلام کرد عملکردهای شناختی بیش از پاسخ‌های فیزیولوژیکی نسبت به اختلالات گرمایی و شرایط محیطی گرم حساس هستند. [31]

با توجه به عدم قطعیت و روشن نبودن نتایج مطالعات انجام‌شده در خصوص اثر گرما بر عملکردهای شناختی، مطالعه حاضر باهدف بررسی برخی عملکردهای شناختی یعنی درصد توجه و زمان واکنش گروهی از دانشجویان تحصیلات تکمیلی در محیط شبیه‌سازی شده از نظر گرما به منظور روشن‌تر شدن نتایج مطالعات صورت گرفته گذشته انجام شد.

روش بررسی

در این پژوهش توصیفی تحلیلی اثر تنش گرمایی بر عملکرد شناختی دانشجویان به صورت مداخله‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس برآوردهای آماری آزمون‌ها بر روی 33 نفر از دانشجویان 18 تا 35 سال شامل 17 مرد و 16 زن انجام شد. روش نمونه‌گیری به صورت تصادفی بود و تعداد 196 آزمایش بر روی آزمودنی‌ها انجام شد. کلیه آزمایش‌ها در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و در یک اتاق با شرایط جوی کنترل شده در زمستان سال 1391 صورت گرفت. در این مطالعه

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

میزان تنش گرمایی توسط شاخص دمای تر گوی‌سان WBGT تعیین شد. پارامترهای مربوط به این شاخص در محیط‌های سربسته کاری شامل دمای تر طبیعی و دمای تشعشعی می‌باشند که توسط دماسنج تر و دماسنج گوی‌سان اندازه‌گیری می‌شوند [32]. مقدار شاخص دمای تر گوی‌سان در محیط‌های بسته نظیر مطالعه حاضر از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$WBGT = 0.7 \times t_{nw} + 0.3 \times t_g \quad (1)$$

در این رابطه، WBGT دمای تر گوی‌سان (درجه سلسیوس)، t_{nw} دمای تر طبیعی (درجه سلسیوس) ، t_g دمای تشعشعی (درجه سلسیوس) است.

جهت اندازه‌گیری شاخص دمای تر گوی‌سان از دستگاه سنجش WBGT دیجیتال مدل QUESTEMP10 استفاده شد که حساسیتی در حدود یک‌دهم درجه سلسیوس دارد. هم‌چنین برای دستیابی به اطمینان بیشتر از دماسنج‌های جداگانه‌تر و گوی‌سان که به صورت مجموعه دماسنج‌های WBGT در محل اندازه‌گیری مستقر می‌شوند، نیز استفاده گردید. در این مطالعه افراد کاری نشسته سبک با متابولیسم 0/4 کیلوکالری در دقیقه انجام می‌دادند (انجام آزمون‌های شناختی به وسیله رایانه به صورت نشسته انجام می‌گرفت). در این پژوهش دمای عمقی و دمای سطحی بدن به منظور پایش شرکت‌کنندگان قبل و بعد از انجام آزمون‌ها اندازه‌گیری شد. دمای عمقی، دمای مجرای شنوایی و برای سنجش دمای سطحی، دمای پیشانی به وسیله دماسنج مدل Beurer FT-70 اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است دمای سطحی و عمقی به عنوان یک متغیر در این پژوهش مورد استفاده قرار نگرفت و صرفاً جهت ردیابی میزان افزایش گرما و طبیعی بودن دمای بدن افراد شرکت‌کننده در هنگام آزمون‌ها سنجیده شد. همچنین با استفاده از دستگاه سنجش فشارخون و ضربان قلب مدل Beurer-BM58 تعداد ضربان قلب در دقیقه سنجیده شد. در این مطالعه شاخص توده بدنی BMI بالای 30 و زیر 18 به عنوان محدوده غیرقابل‌قبول در نظر گرفته شد. در واقع افراد چاق و لاغر از مطالعه حذف شدند. تراز فشار صدا با استفاده از دستگاه صداسنج شرکت B&K مدل 2238 اندازه‌گیری گردید. همچنین با استفاده از لامپ‌های فلورسنت و هالوژنه، میزان روشنایی در سطح کار آزمودنی‌ها معادل 500 لوکس با سطح درخشندگی مطلوب سطوح تأمین و در طول انجام تمامی آزمایش‌ها ثابت نگاه داشته شد.

شرایط ورود به مطالعه شامل قرار داشتن در محدوده سنی 18 تا 35 سال، عدم سابقه مصرف داروهای قلبی، کاهش‌دهنده قند خون، ضد افسردگی و آرام‌بخش، ضد هیستامین‌ها، داروهای ضد پارکینسون و سایر داروها، عدم ابتلا به کوررنگی، برخورداری از شنوایی طبیعی، نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی- عروقی، مشکلات تنفسی و اختلالات خواب بود. شرایط خروج از مطالعه نیز عدم تمایل به ادامه همکاری از سوی آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. پس از انتخاب نهایی افراد واجد شرایط، کلیه آزمون‌ها برای افراد به طور کامل شرح داده شد. قبل از شروع آزمایش‌ها نیز با توجه به مصوبه کمیته اخلاق دانشگاه از داوطلبان شرکت در پژوهش، رضایت‌نامه شرکت در طرح اخذ و مستندسازی گردید. همچنین سلامت روانی افراد به وسیله پرسشنامه استاندارد سلامت عمومی GHQ-28 بررسی گردید.

در ادامه آزمون عملکرد پیوسته Continuous Performance Test صورت گرفت هدف اصلی این آزمون سنجش توجه پایدار، سنجش کنترل تکانه یا تکانش گری است. تاکنون شکل‌های مختلفی از آزمون عملکرد پیوسته برای اهداف درمانی و پژوهشی تهیه شده است و در تمامی شکل ها، آزمودنی باید برای مدت زمانی توجه خود را به یک مجموعه محرک نسبتاً ساده دیداری یا شنیداری جلب کند و هنگام ظهور محرک هدف با فشار یک کلید پاسخ خود را ارائه دهد [33]. در الگوی فارسی آزمون، 150 تصویر یا عدد فارسی به عنوان محرک وجود دارد و از این تعداد 30 محرک (20 درصد) به عنوان محرک هدف و 80% باقی‌مانده به عنوان محرک غیر هدف در نظر گرفته می‌شوند. مدت زمان ارائه هر محرک 200 هزارم ثانیه و فاصله بین 2 محرک یک ثانیه است. در این آزمون دو نوع خطای حذف (Omission Error) و خطای ارتکاب (Commission Error) نمره‌گذاری می‌شوند. خطای حذف هنگامی رخ می دهد که آزمودنی به محرک هدف پاسخ ندهد و نشان دهنده این است که آزمودنی در درک محرک دچار مشکل شده است. این نوع خطا به عنوان مشکل در پایداری توجه تفسیر می‌شود و نشانگر بی‌توجهی به محرک‌ها است. خطای ارتکاب هنگامی رخ می‌دهد که آزمودنی به محرک غیر هدف پاسخ دهد. این نوع پاسخ نشان‌دهنده ضعف در بازداری تکانه است و به عنوان مشکل در کنترل تکانه یا تکانش گری تفسیر می‌شود. در این آزمون این دو نوع خطا توسط برنامه رایانه شمارش‌شده و علاوه بر آن تعداد پاسخ‌های صحیح و زمان واکنش آزمودنی به محرک نیز محاسبه می‌شود[33]. در این مطالعه با اندازه‌گیری زمان واکنش و محاسبه تعداد خطاهای فرد در حین انجام آزمایش

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

درصد توجه تعیین شد به این صورت که تعداد پاسخ‌های صحیح به تعداد کل پاسخ‌ها تقسیم گردید و نتیجه حاصله از عدد یک کسر شده و درصد گیری شد. همچنین زمان واکنش افراد در هر مرحله به وسیله نتایج خروجی نرم‌افزار مورد استفاده گزارش گردید. در این مطالعه از نرم‌افزار آزمون عملکرد پیوسته که توسط موسسه علوم شناختی سینا تهیه و روایی و پایایی آن مورد تأیید قرار گرفته است استفاده شد؛ پایایی این آزمون برابر r=0.93 گزارش گردید. [34].

برای انجام این طرح از دو اتاق مجاور هم استفاده شد. یکی از آن‌ها محیط شبیه‌سازی شده گرمایی بود که محل اصلی برگزاری آزمون‌ها بود و اتاق دیگر محل استقرار پژوهشگر بود. در اتاق دوم پژوهشگر به کمک یک دستگاه رایانه متصل به سیستم دوربین مداربسته و دستگاه ارتباط داخلی با آزمودنی‌ها ارتباط برقرار نموده و شرایط آزمایشگاه را پایش می‌کرد. در محیط آزمایشگاه با استفاده از تجهیزات گرمایشی و تنظیم رطوبت شرایط مختلف چهارگانه جوی یعنی دماهای ترگوی‌سان 18، 22، 29 و 33 درجه سلسیوس در رطوبت نسبی 50% شبیه‌سازی گردید. به صورتی که در هر یک از شرایط ذکرشده افراد به صورت تصادفی انتخاب‌شده و آزمون‌های شناختی را دو بار انجام می‌دادند. فقط در شرایط زمینه از منظر حرارتی (شاخص دمای تر گوی سان 18 در جه سلسیوس) تمامی آزمودنی‌ها (33 نفر) شرکت کردند. در بقیه سه حالت باقی‌مانده در هر یک از شرایط 8 نفر مرد و 8 نفر زن به صورت تصادفی انتخاب‌شده و آزمون‌های شناختی را بافاصله تکرار نمودند که مجموعاً 196 سری داده آزمون شناختی جمع‌آوری شد.

تجزیه و تحلیل نتایج به کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه 16 صورت گرفت. ابتدا توسط آزمون کولموگروف – اسمیرنف نرمال یا غیر نرمال بودن توزیع داده ها بررسی شد. برای بررسی ارتباط میان داده‌های نرمال از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و برای داده‌های غیر نرمال از آزمون کروسکال والیس استفاده شد. تمامی شرکت‌کنندگان تا حد ممکن از سلامت نسبی و شبیه هم انتخاب شدند و در تمامی آزمایش‌ها شرکت‌کنندگان لباسی با شاخص عایق 0/6 کلو بر تن داشتند [32]. طول مدت زمان مواجهه و انجام آزمون‌ها در هر یک از شرایط یک ساعت بود. افراد پس از استقرار در محل، 2 بار آزمون را بافاصله پانزده دقیقه انجام می‌دادند. کلیه آزمون‌ها بین ساعت 10 تا 12 قبل از ظهر انجام گرفت.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار سن افراد مورد آزمایش 27±2/72 سال با بیشینه و کمینه سنی به ترتیب 35 و 23 سال بود. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که مواجهه با سطوح چهارگانه شاخص دمای ترگوی‌سان باعث افزایش توجه در دماهای ترگوی‌سان 22 و 29 درجه سلسیوس شده و در دماهای 18 و 33 درجه سلسیوس درصد توجه افراد کاهش می‌یابد. به صورتی که طبق جدول 1 بیشترین میزان درصد توجه مربوط به مواجهه با گرمای معادل شاخص دمای تر گوی‌سان 22 درجه سلسیوس و برابر با 99/67 % است و کمترین میزان درصد توجه مربوط به مواجهه با گرمای معادل شاخص دمای تر گوی‌سان 18 درجه سلسیوس و برابر با 99/47 % است. آزمون تحلیلی آماری کروسکال والیس نشان داد که افزایش سطوح گرمایی دمای ترگوی‌سان قادر به ایجاد تغییر معنی‌دار در درصد توجه پیوسته افراد نیست ($P_{value} > 0.05$).

جدول 2 به بررسی زمان واکنش افراد در مواجهه با شرایط مختلف در آزمون عملکرد پیوسته پرداخته است. کوتاه‌ترین زمان واکنش مربوط به مواجهه با دمای شاخص تر گوی‌سان 22 درجه سلسیوس بوده و برابر با 2/354 ثانیه است. طولانی‌ترین زمان واکنش نیز مربوط به مواجهه با دمای شاخص تر گوی‌سان 33 درجه سلسیوس و معادل با 3/068 ثانیه است. طبق نمودار شماره 2 مشاهده می‌گردد که با افزایش سطوح گرما از حالت آسایش حرارتی یعنی شاخص دمای ترگوی‌سان 18 درجه سلسیوس زمان واکنش کوتاه‌تر شده ولی با افزایش سطح گرما روند طولانی شدن زمان واکنش به صورت پیوسته مشاهده می‌گردد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که زمان واکنش افراد با تغییر سطح تنش گرمایی به طور معنی‌داری تغییر می‌کند ($P_{value} < 0.05$).

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

جدول 1- میانگین و انحراف معیار درصد توجه پیوسته در مواجهه با شرایط مختلف گرمایی در آزمون عملکرد پیوسته

P_{value}	شاخص دمای تر گوی‌سان (درجه سلسیوس)			
	33	29	22	18
>0/05	99/50 ± 0/69	99/64 ± 0/37	99/67 ± 0/71	99/47 ± 0/72

جدول 2- میانگین و انحراف معیار زمان واکنش در مواجهه با شرایط مختلف گرمایی در آزمون عملکرد پیوسته

P_{value}	شاخص دمای تر گوی‌سان (درجه سلسیوس)			
	33	29	22	18
<0/05	3/068 ± 0/16	2/569 ± 0/28	2/354 ± 0/11	2/541 ± 0/26

بحث

علیرغم تحولات عظیم فنّاورانه بسیاری از فرآیندها و فعالیت‌ها نظیر رانندگی، خلبانی، لوکوموتیو رانی، اپراتوری اتاق کنترل نیروگاه‌های برق، مراکز کنترل ترافیک، مراکز کنترل هدایت و کنترل پرواز و برج مراقبت، مراکز کنترلی پایگاه‌های فضایی، مراکز مخابراتی، نیروگاه‌ها و صنایع هسته‌ای، کارخانه‌ها، اپراتور کنترل صنایع شیمیایی و نفت، گاز و پتروشیمی و غیره متکی به عامل انسانی می‌باشند. بی‌شک اصلی‌ترین مسئله در وظایف کنترل فرآیندها به وسیله انسان مبحث "شناخت" شامل درک، تحلیل و پاسخ، اصلی‌ترین جزء وظیفه شغلی از نظر مهندسی عوامل انسانی به منظور حصول نتیجه مطلوب از وظایف محوله و جلوگیری از خطای انسانی منجر به نقص است. در فرآیند ادراک انسان-ماشین فعالیت‌های شناختی نظیر زمان واکنش و توجه به منظور درک و تحلیل شرایط وظیفه محوله، از عناصر ساختاری به شمار می‌روند [35].

آزمون عملکرد پیوسته جزء آزمون‌های ساده شناختی طبقه‌بندی می‌گردد. نتایج حاصل از مطالعه پیش رو تصدیقی بر نتایج گذشته از جمله مطالعات رمزی و کوران است که نشان داد افزایش سطوح گرمایی تأثیری بر درصد توجه ندارد [36]. علیرغم اینکه در سطوح مختلف تنش گرمایی درصد توجه پیوسته اختلاف معنی‌داری ندارد ($P_{value} > 0.05$) ، اما با افزایش شاخص دمای‌ترگوی‌سان تا 22 درجه سلسیوس، درصد توجه پیوسته افزایش‌یافته و سپس با افزایش سطوح گرمایی کاهش می‌یابد. در شاخص دمای ترگوی‌سان 22 درجه سلسیوس (در محدوده مجاز مواجهه شغلی) بیشترین درصد توجه پیوسته (99/67 درصد) مشاهده شد. البته روند کاهشی درصد توجه نیز مبین این مطلب است که در محدوده خاصی درصد توجه مقادیر بالایی دارد و با افزایش و کاهش مقادیر گرما روند درصد توجه به صورت کاهشی است. هرچند که نتایج تحلیلی آزمون‌های آماری تغییرات معناداری را نشان ندادند. نتایج نشان داد درصد توجه در حدود مرزی یعنی در شاخص‌های دمای تر گوی‌سان 18 و 33 درجه سلسیوس کمترین مقادیر خود را دارد که با نتایج مطالعات گذشته نظیر مطالعات رمزی و کوون (1992) سازگار است [32، 24].

از دیگر سو مشاهده گردید که زمان واکنش در تمامی سطوح گرمایی اندازه‌گیری شده با یکدیگر اختلاف معناداری دارند که این مطلب با نتایج برخی مطالعات گذشته سازگار بوده و با نتایج برخی دیگر تفاوت دارد. این یافته‌ها با نتایج مطالعه لَن و همکارانش در سال 2011 مطابقت دارد. به عقیده وی، زمانی که افراد احساس گرما می‌کنند، عملکرد کاری آن‌ها کاهش می‌یابد [31]. در آزمون عملکرد پیوسته (جدول2)، افزایش گرمای محیط سبب شد تا زمان واکنش افراد کاهش یابد. از شاخص دمای تر گوی‌سان 22 درجه سلسیوس به بعد، با افزایش سطح تنش گرمایی، زمان واکنش افراد افزایش یافته است. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که زمان واکنش در شاخص دمای‌ترگوی‌سان 33 درجه سلسیوس با سایر سطوح تنش گرمایی اختلاف معنی‌دار دارد. ($P_{value} < 0.01$) بررسی‌های فوق نشان می‌دهد که در کلیه آزمون‌ها در شاخص دمای تر گوی‌سان 33 درجه سلسیوس (مواجهه با گرمای بالاتر از حد مجاز)، زمان واکنش افزایش یافته است. این نتیجه با یافته‌های مطالعه رمزی (1995) مطابقت دارد. به عقیده وی در مواجهه با شاخص دمای

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

تر گوی‌سان 30 تا 33 درجه سلسیوس عملکرد افراد کاهش می‌یابد [36]. یافته‌های مطالعه بل و همکارانش نیز تأییدی بر این مطلب است که افزایش تنش گرمایی سبب کاهش عملکرد افراد می‌شود [11].

نتیجه‌گیری

درصد توجه و زمان واکنش از اصلی‌ترین پاسخ‌های شناختی به محرک‌های بیرونی می‌باشند که در این مطالعه زمان واکنش با افزایش سطوح گرمایی تغییرات معناداری داشت و درصد توجه نسبت به افزایش گرما تغییرات معنادار نشان نداد. با توجه به این واقعیت که آزمون عملکرد پیوسته جزء آزمون‌های ساده شناختی است لزوم انجام آزمونی پیچیده از منظر شناختی در شرایط این آزمون با جامعه مورد بررسی‌شده مطالعه حاضر و مقایسه نتایج آن با این مطالعه ضروری می‌نماید.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مهسا ناصر پور با راهنمایی دکتر محمدجواد جعفری است که در عین‌حال در قالب یک طرح پژوهشی مصوب دانشگاه انجام شد. نویسندگان از دانشکده بهداشت و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. NIOSH. Criteria for a Recommended Standard-Occupational Exposure to Hot Environments. National Institute for Occupational Safety and Health. Washington D. C. DDHS NOSH;1986.
2. Amiri M, Eslamian S. Investigation of climate change in Iran. J. Environmental Science and Technology 2010; 4(3): 208-216.
3. Khanzadeh AF. Heat & Man – Health, engineering and physiological aspects of working and living in thermal environment, Hayyan Publications; 2004. [Persian]
4. Karwowski W, Marras WS. Occupational ergonomics: design and management of work systems. CRC Press; 2006.
5. Karwowski W, Marras WS. Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics, CRC Press; 2006.
6. Jensen AR. Clocking *the mind*: *Mental chronometry and individual differences*. *Amsterdam*. Elsevier; 2006.
7. Peters GA, Peters BJ. Human error, cause and control. Oxford university press: Taylor And Francis: 2006.
8. Stranks J. Human factors and behavioral safety: Elsevier, Oxford university press: 2007.
9. Zarghi A, Zali A, Tehranidost M, Zarindast MR, Khodadadi SM. Application of cognitive computerized test in assessment of neuro-cognitive domain. Pejouhandeh 2011; 16(5):241-5.
10. Karwowski W. International encyclopedia of ergonomics and human factor. Oxford university press: Taylor And Francis; 2001.
11. Bell CR, Provins KA, Hiorns RW. Visual and auditory vigilance during exposure to hot and humid conditions. Ergonomics. 1964; 7: 279–288.
12. Nunneley SA, Dowd PJ, Myhre LG, Stribley RF, McNee RC. Tracking task performance during heat stress simulating cockpit conditions in high-performance aircraft. Ergonomics. 1979; 22: 549–555.
13. Wyon DP, Fanger PO, Olesen BW, Pedersen CJK. The mental performance of subjects clothed for comfort at two different air temperatures, Ergonomics.1975; 18: 359–374.
14. Hancock PA. Sustained attention under thermal stress. Psychol Bull. 1986; 99: 263–281.
15. Nunneley SA, Reader DC, Maldonado RJ. Head-temperature effects on physiology, comfort and performance during hyperthermia. Aviate Space Environ Med.1982; 53: 623–628.
16. Mac Morris T. Heat stress, plasma concentrations of adrenaline, nor adrenaline, 5- hydroxytryptamine and cortisol, mood state and cognitive performance. International Journal of Psychophysiology.2005; 61: 204 – 215.
17. Ramsey, J.D. and Kwon, Y.G., Simplified Decision Rules for Predicting Performance Loss in the Heat. Proceedings of the Heat Stress Indices, Commission of the European Communities, Luxembourg; 1988. p. 337-371.
18. Hancock PA. The limitation of human performance in extreme heat. The 25th Annual Meeting of the Human Factors Society. Rochester; 1981. p.77-78.
19. Grether WF. Human performance at elevated environmental temperatures. Aerosp Med 1973;44: 747-55.
20. Enander A. Effects of moderate cold on performance of psychomotor and cognitive tasks.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

Ergonomics 1987; 30:1431-45.
21. Pepler RD, Warner RE. Temperature and learning: an experimental study. ASHRAE Trans 1968;74: 211-219.
22. Enander AE, Hygge S. Thermal stress and human performance. Scand J Work Environ Health 1990;16 (1):44-50.
23. Pilcher J J., Nadler E, Busch C. Effects of hot and cold temperature exposure on performance: a meta-analytic review. Ergonomics, 2002; 45(10): 682 – 698.
24. Ramsey JD , Kwon YG. Recommended alert limits for perceptual motor loss in hot environments, International Journal of Industrial Ergonomics 1992; 9: 245 - 257.
25. Hancock PA, Vasmatzidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. Int. J. Hyperthermia 2003; 19(3): 355–372.
26. Harris R. Lieberman, G. Bathalon, C. Falco, F. Kramer, C. Morgan III, and P Severe. Decrements in Cognition Function and Mood Induced by Sleep Loss, Heat, Dehydration, and Undernutrition During Simulated Combat, Biol Psychiatry 2005; 57:422–429.
27. Gaoua N, Granthama J, Racinais S, Massioui F. Sensory displeasure reduces complex cognitive performance in the heat. Journal of Environmental Psychology 2012 ;32:158-163.
28. Todd C. Riniolo, Louis A. Schmidt. Chronic heat stress and cognitive development: An example of thermal conditions influencing human development. Developmental Review 2006; 26: 277–290.
29. Berg RJ, I K, Sullivan M, Okoye O, Minneti M, Teixeira G. The impact of heat stress on performance and cognitive function during simulated laparoscopic surgical tasks. Journal of the American College of Surgeons 2012; 215(3):118-125.
30. Gaoua N, Racinais S, Grantham J, Massioui F. Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. Int. J. Hyperthermia 2011; 27(1): 1–9.
31. Gaoua N. Cognitive function in hot environments: a question of methodology. Scand J Medical Science Sports 2010; 20 (3): 60–70.
32. ISO 7243, Hot Environment Estimation of the Health Stress on Work man, Based on the WBGT-index. International Standard Organization; 1989.
33. Hadianfar H, Najarian B, Shokrkon H, Mehrabi M. Fabrication of the Persian form of the Continuous Performance Test. Journal of Psychology, 2000; 4(2): 388-440.
34. Karwowski W. International encyclopedia of ergonomics and human factor. Oxford university press: Taylor and Francis; 2001.
35. Ramsey J. Task performance in heat: a review. Ergonomic. 1995; 38(1): 154-165.
36. Lan L, Wargocki P, Wyon DP, Lain Z. Effects of thermal discomfort in an office on perceived air quality, SBS symptoms, physiological response and human performance, Indoor Air 2011; 21: 376-390.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]

Research Article

Evaluation of Students' Cognitive Performance while Exposed to Heat using Continues Performance Test

Mohammad Javad Jafari [1], Mahsa Naserpour [2*], Mohammad Reza Monazzam [3], Mahnaz Saremi[4]
Hamid Reza Pouragha Shahneshin[5], Sara Jam Bar Sang [6]

Received: 20 December 2013 Accepted: 22 May 2014

Abstract

Background & Objectives: Many studies were conducted to determine the effects of heat stress on human performance. However, they could not reach a decisive conclusion, mainly due to a large variation in experimental conditions and tests. This study investigated cognitive performance of university students exposed to different levels of heat stress under laboratory condition.

Methods: In this cross sectional study,33 students aged 23-35 years performed cognitive tests. Participants were exposed to four Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) of 18, 22, 29 and 33 ºC under laboratory conditions while performing CPT tests to investigate attention and reaction time.

Results: The maximum percentage of continues attention (99.67%) belonged to WBGT of 22ºC, and at the upper and lower levels of exposure (WBGT of 18 and 33 ºC) percentage of attention was reduced. Although the percentage of attention was changed in different levels of heat stress, statistical analysis did not show any significant differences in attention between levels of heat stress (P_{value}>0.05). In addition, increase in WBGT index from 22-33 ºC increased the reaction time. At the WBGT of 33 ºC, statistical analysis showed significant difference in reaction time compared to other heat stress levels(P_{value}<0.05).

Conclusion: The results revealed that in the CPT test, exposure to heat stress whitin the exposure limit,would improve performances, but exposure to higher levels of heat stress would decrease it.

Keywords: Heat Stress, Attention , Reaction Time, Continues Performance Test

Please cite this article as: Naserpour M, Jafari MJ, Monazzam MR, Pouragha Shahneshin HR, Jam Bar Sang S. Evaluation of Students' Cognitive Performance while Exposed to Heat using Continues Performance Test. *Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(2):1-9.*

1. Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Science. Tehran, Iran.
2.* (Corresponding author) Msc Student of Occupational Hygiene, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Science. Tehran, Iran. Email: Naserpour2011@Gmail.com
3. Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Tehran University of Medical Science. Tehran, Iran.
4. Department of ergonomics, Faculty of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
5. Phd Student of Occupational Hygiene, School of Public Health, Tehran University of Medical Science. Tehran, Iran.
6. Phd Student of Biostatistics, School of Paramedical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Science. Tehran, Iran.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-11]