

بررسی اثر سطوح مختلف گرما بر روی توجه و زمان واکنش در شرایط آزمایشگاهی

زهره محبیان^۱ - حبیب اله دهقان^{۲*} - احسان اله حبیبی^۳

ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۴

مکیده

مقدمه: استرس حرارتی یکی از عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار است که می تواند باعث اختلال در عمل کردهای شناختی افراد شود. هدف از این تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف گرما بر روی میزان توجه و زمان واکنش در شرایط آزمایشگاهی بود.

روش کار: در این مطالعه تجربی ۳۳ نفر از دانشجویان دانشکده بهداشت شامل ۱۷ مرد و ۱۶ زن با میانگین وانحراف معیار سنی ۲۲/۱ (۲/۳±) مورد بررسی قرار گرفتند. پس از ۱/۵ ساعت مواجهه با دو سطح دمایی ۲۲°C و ۳۷°C، درصد توجه افراد با استفاده از آزمون عمل کرد پیوسته و زمان واکنش آنها با استفاده از دستگاه سنجش زمان واکنش اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته ها: نتایج آزمون های توجه و زمان واکنش نشان داد که با افزایش دما، میانگین میزان توجه کاهش و زمان واکنش افزایش می یابد که از نظر آماری این تفاوتها معنادار بود ($P < 0/001$). درصد توجه در شرایط مواجهه با دمای ۲۲ درجه سانتی گراد به طور معناداری بیش تر از میزان مربوطه در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد بود ($P < 0/001$). زمان واکنش در شرایط مواجهه با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به طور معنی داری بیش تر از میزان مربوطه در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد بود ($P < 0/001$).

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که گرما از طریق افزایش زمان واکنش و کاهش درصد توجه افراد منجر به افت عمل کردهای شناختی آنها می شود. بنابراین در پست های کاری مانند اتاق های فرمان و صنایع مختلف که نیاز به توجه، تمرکز و عکس العمل سریع دارند در نظر گرفتن و بهینه سازی شرایط گرما به منظور افزایش سطح توجه و کاهش زمان واکنش ضروریست.

کلمات کلیدی: گرما، توجه، زمان واکنش، عمل کرد شناختی، آزمون عمل کرد پیوسته

۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
 ۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
 ۳- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

مقدمه

با وجود موج گرمای جهانی، تنش گرمایی محیط زیست به عنوان یک عامل خطر بسیار معمول برای بشر به ویژه، برای کارگران در بسیاری از موارد شغلی تبدیل شده است (۱، ۲). احساس آسایش حرارتی یک فرد به پایداری حرارتی او بستگی دارد. پایداری حرارتی نیز وابسته به پارامترهای مختلفی از جمله میزان فعالیت بدنی، لباس و شرایط جوی (دمای خشک، درجه حرارت تابشی، رطوبت و سرعت هوا) است (۳). مواجهه طولانی مدت با گرما و رطوبت می‌تواند منجر به خطرات بهداشتی از قبیل گرفتگی حرارت، سنکوپ گرما، گرم‌زدگی و سکتة گرد (۴). همچنین کاهش تولید، از دست دادن درآمد کارگران و افزایش هزینه را به دنبال دارد (۳). مطالعات قبلی نشان داده اند که استرس گرمایی به تنهایی می‌تواند تغییرات قابل توجهی در وظایف روانی تکراری و عمل کرد ذهنی به طور خاص ایجاد کند (۵). عوامل محیطی من جمله گرما، برخی عمل‌کردهای شناختی مهم مانند توجه و زمان واکنش را به‌طور وسیعی تحت تاثیر قرار می‌دهند. مطالعات قبلی نشان داده اند که استرس گرمایی به تنهایی می‌تواند تغییرات قابل توجهی را در وظایف سایکومتریک تکراری و عمل‌کردهای ذهنی القا کند (۶).

مواجهه با گرما منجر به افزایش خستگی، تخریب قدرت تشخیص و اختلال در حافظه کوتاه مدت و بلند مدت می‌شود (۷). توجه و نظارت، حساس‌ترین عمل‌کردهای شناختی به اثرات نامطلوب استرس گرمایی هستند (۸). توجه از ویژگی‌های اصلی رفتار انسان است که به ما اجازه می‌دهد تا اطلاعات دریافتی را پردازش کنیم. به طوری که ما می‌توانیم بر روی اطلاعاتی که مربوط

به دستیابی به اهداف است تمرکز کنیم و به طور فعالی از اطلاعات بی ربطی که ممکن است به طور بالقوه با این اهداف تداخل داشته باشد چشم پوشی کنیم (۹). اختلال توجه ممکن است برای انجام کارهایی که نیاز به توجه پیوسته دارند، مانند کار با ماشین‌آلات و وسایل نقلیه خطرناک باشد. به همین دلیل، مکانیسم بالقوه کاهش توجه در طول مواجهه با استرس حرارتی در مطالعات قبلی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱۰، ۱۱). زمان واکنش عبارتست از زمان سپری شده از درک شرایط تا پردازش پاسخ توسط فرد، و معمولاً در افراد سالم این مدت بین ۱۰ تا ۱۲ صدم ثانیه به طول می‌انجامد (۱۲). Nielsen نشان داد که خستگی در طی استرس حرارتی مربوط به تغییرات در فعالیت بخش قشر فرونتال مغز است (۱۳). Azer و همکاران به این نتیجه رسیدند که زمان واکنش افراد هنگامی که با دمای 95°F و رطوبت نسبی ۷۵٪ مواجه می‌یابند افزایش پیدا می‌کند (۱۴). Teichner در یک بررسی از مطالعات صورت گرفته درباره ی زمان واکنش ساده، نتیجه گرفت که دمای محیط بین 50°F و 117°F روی زمان واکنش ساده و یا زمان واکنش پیچیده تر اثر کمی دارد و یا هیچ اثری ندارد (۱۵). Bell و همکاران به این نتیجه رسیدند که گرما زمان واکنش را به میزان کمی افزایش می‌دهد (۱۶). بالزوا و همکاران طی مطالعه ای با هدف بررسی اثرات مواجهه همزمان صدا، گرما و کیفیت هوا بر درک، عملکرد و انگیزه دریافتند که افراد کاهش قابل توجهی در عمل کرد و عدم توانایی به تمرکز در شرایط نامطلوب داشتند (۱۷). Qian و همکاران به این نتیجه رسیدند که استرس گرمایی در طول انجام کار نیازمند توجه مستمر، خستگی ذهنی را افزایش می‌دهد (۸). Lan و همکاران اذعان

اتاقک در نظر گرفته شده برای انجام آزمایش ۳ در ۴ با ارتفاع ۲/۸ متر بود که مجهز به سیستم‌های هوشمند سرمایش و گرمایش بود.

بر اساس میانگین میزان توجه در سطوح مختلف استرس حرارتی به عنوان پیامد اولیه تعداد نمونه‌ها ۳۳ نفر در محدوده سنی ۱۹ تا ۲۶ سال شامل ۱۷ مرد و ۱۶ زن تعیین گردید. متغیر زمان واکنش به عنوان پیامد ثانویه مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه‌ها به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. با این تعداد نمونه محققین قادر خواهند بود در سطح معنی داری ۵٪ با احتمال ۸۰٪، اختلاف ۰/۷ انحراف معیار میزان توجه را در سطوح مختلف گرما کشف و معنی دار نشان دهند. شرایط ورود به مطالعه شامل قرار داشتن در محدوده سنی ۱۹-۲۶ سال، نداشتن هر نوع اختلالات حسی- حرکتی و مصرف دارو بوده است. شرایط خروج از مطالعه نیز عدم تمایل به ادامه ی همکاری از سوی آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. پس از انتخاب نهایی افراد واجد شرایط، کلیه آزمودنی‌ها برای افراد به‌طور کامل شرح داده شد. قبل از شروع آزمایشات نیز با توجه به مصوبه کمیته اخلاق دانشگاه از داوطلبان شرکت کننده در پژوهش رضایت نامه شرکت در طرح اخذ و مستندسازی شد.

تجهیزات مورد استفاده

برای تعیین اثر استرس حرارتی (۲۲ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد) با رطوبت 5 ± 20 درصد بر روی عمل‌کردهای شناختی افراد از آزمون عمل‌کرد پیوسته جهت سنجش میزان توجه و دستگاه سنجش زمان واکنش جهت اندازه‌گیری زمان واکنش استفاده شد. دمای محیطی به‌وسیله

نمودند که وقتی مردم در دماهای بالا احساس گرما می‌کنند، مکانیسم‌های فیزیولوژیکی باعث ایجاد اثر منفی بر سلامت و عمل‌کرد افراد می‌شود (۱۸). Todd و همکاران در یک مقاله مروری نظام یافته اعلام کردند اثر گرما در بسیاری از مطالعات توجه پیوسته بررسی شده، اما نتیجه قطعی و روشنی گزارش نشده است (۱۹).

با توجه به عدم قطعیت و روشن نبودن نتایج مطالعات انجام شده در خصوص اثر گرما بر عمل‌کردهای شناختی، مطالعه حاضر با هدف بررسی برخی عمل‌کردهای شناختی نظیر توجه و زمان واکنش در محیط شبیه سازی شده از نظر گرما به منظور روشن تر شدن نتایج مطالعات صورت گرفته گذشته انجام شد. توجه و زمان واکنش افراد می‌تواند در خطای انسانی و بروز حادثه نقش به‌سزایی داشته باشد لذا تحلیل پارامترهایی که می‌تواند در محیط کار روی این مقوله موثر باشد اهمیت زیادی دارد. نتایج چنین مطالعاتی می‌تواند در آینده جهت جلوگیری از مشکلات، حوادث و بالا بردن راندمان و عمل‌کرد شغلی در کارکنان صنایع مفید باشد. از طرفی این نتایج باعث می‌شود تا بتوانیم در پست‌های کاری که از نظر عمل‌کردهای شناختی مهم هستند، در صورت نیاز شرایط محیط کار را از نظر گرما بهینه سازی کنیم.

روش کار

نوع مطالعه و شرکت کنندگان

این مطالعه تجربی با هدف تعیین اثر سطوح مختلف گرما بر روی میزان توجه و زمان واکنش دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در سال ۱۳۹۴ انجام شد. کلیه آزمایشات در یک اتاقک با شرایط جوی کنترل شده صورت گرفت. ابعاد

دستگاه تولیدکننده گرما در دماهای 22°C و 37°C تامین شد. طول مدت زمان مواجهه افراد در شرایط استرس حرارتی $1/5$ ساعت بود.

روش (پروتکل) انجام کار

داوطلبان جهت انجام آزمون‌ها ۶ بار و هر بار به مدت ۹۰ دقیقه در اتاقک حاضر شدند. ابتدا آزمون عمل کرد پیوسته را انجام دادند (۴ بار در طی $1/5$ ساعت). هدف اصلی این آزمون ارزیابی توجه یا گوش به زنگی و تکانش گری است (۲۰). در حقیقت آزمون عمل کرد پیوسته، یک آزمون واحد نیست و تاکنون فرم‌های مختلفی از آن برای اهداف درمانی یا پژوهشی تهیه شده است. در تمام فرم‌های این آزمون، آزمودنی باید برای مدتی توجه خود را به یک مجموعه محرک نسبتاً ساده، دیداری یا شنیداری (در این آزمون فقط محرک دیداری ارایه شده است) جلب کند و در هنگام ظهور محرک هدف، با فشار دادن یک کلید، پاسخ خود را ارایه دهد. در این آزمون، جمعاً ۱۵۰ محرک ارایه می‌شود که ۲۰٪ آن محرک هدف (محرکی که آزمودنی باید به آن پاسخ دهد) است. مدت زمان ارایه هر محرک ۲۰۰ هزارم ثانیه و فاصله بین دو محرک ۱ ثانیه است. انتخاب نوع محرک (عدد یا شکل) در صفحه درج مشخصات فردی و انتخاب محرک هدف، در صفحه نتایج انجام می‌شود. پس از ورود اطلاعات شخصی آزمودنی در قسمت مشخصات فردی آزمون آزمایشی قبل از اجرای آزمون اصلی اجرا می‌شود. مدت زمان اجرای آزمایش، با احتساب مرحله آزمایشی، جمعاً ۲۰۰ ثانیه است (۲۱). آزمون عمل کرد پیوسته قبلاً در مطالعاتی استفاده شده و ضرایب اعتبار یا باز آزمایی قسمت‌های مختلف آن در دامنه ای بین $0/59$ تا $0/93$ قرار دارد (۲۰).

در این آزمون دو خطای حذف و خطای ارایه

ی پاسخ یا ارتکاب نمره گذاری شد. خطای حذف هنگامی رخ می‌دهد که آزمودنی به محرک هدف پاسخ ندهد و نشان دهنده ی این است که آزمودنی در درک محرک دچار مشکل شده است. این نوع خطا به عنوان مشکل در نگه‌داری توجه تفسیر می‌شود و بیان‌گر بی توجهی به محرک‌ها خواهد بود. خطای ارایه ی پاسخ زمانی رخ خواهد داد که آزمودنی به محرک غیر هدف پاسخ دهد. این نوع پاسخ نشانه‌ی ضعف در بازداری تکانه‌ها خواهد بود. این نوع خطا به عنوان مشکل در زود انگیزگی یا کنترل تکانه یا تکانش گری تفسیر می‌شود (۲۲). در این آزمون این دو نوع خطا توسط رایانه شمارش شد و علاوه بر آن تعداد پاسخ‌های درست و زمان واکنش آزمودنی به محرک محاسبه شد در این مطالعه با اندازه‌گیری زمان پاسخ و محاسبه تعداد خطاهای فرد در حین انجام آزمایش درصد توجه تعیین شد، به این صورت که تعداد پاسخ‌های صحیح به تعداد کل پاسخ‌ها تقسیم شده و از نتیجه حاصله درصد گیری شد. ضرایب اعتبار یا باز آزمایی قسمت‌های مختلف آزمون در دامنه‌ای بین $0/59$ تا $0/93$ قرار دارد (۲۰).

پارامتر دیگر در این مطالعه زمان واکنش بود که توسط دستگاه زمان سنج واکنش اندازه‌گیری شد (آزمودنی هر بار در مدت $1/5$ ساعت مواجهه ۸۰ مرتبه این تست را انجام می‌داد). برای اندازه‌گیری زمان واکنش افراد از دستگاه زمان سنج واکنش مدل PM-RT16881 ساخت شرکت پارس مدار استفاده شد. این دستگاه زمان واکنش فرد را با دقت یک هزارم ثانیه نشان می‌دهد. دستگاه زمان سنج واکنش برای بررسی وضعیت ذهنی فرد در پاسخ به محرک استفاده می‌شود (۲۳). با این دستگاه می‌توان سه نوع زمان واکنش را تشخیص داد: الف- زمان واکنش ساده که در آن، به یک محرک واحد با یک واکنش واحد

مذکور از آزمون آماری ANOVA استفاده شد که موید این مطلب است که در شرایط دمایی متغیر و روشنایی ثابت، تعداد خطاهای زمان واکنش در دمای ۲۲°C با دمای ۳۷°C دارای اختلاف معنی دار است ($P < 0.001$).

با توجه به جداول فوق نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه یا ANOVA نشان داد که افزایش دما پس از گذشت ۱/۵ ساعت از مواجهه افراد در میانگین زمانهای واکنش ساده، تشخیصی، انتخابی دو رنگ و انتخابی دو صدا قادر به ایجاد تغییر معنی دار شده است ($P < 0.001$).

نمودار B-۱ نشان می‌دهد که با افزایش دما زمان واکنش ساده افزایش یافته است. در دمای ۲۲°C، کمترین زمان واکنش در لحظه صفر (۲۹۲/۵ میلی ثانیه) و بیشترین در ۹۰ دقیقه (۳۰۰/۴ میلی ثانیه) بود. در دمای ۳۷°C، کمترین زمان واکنش در لحظه ۳۰ دقیقه (۳۱۵/۲ میلی ثانیه) و بیشترین در ۹۰ دقیقه (۳۳۱/۲ میلی ثانیه) بود. به طور کلی با مقایسه دو دمای ۲۲°C و ۳۷°C، بیشترین زمان واکنش ساده در دمای ۳۷°C (۳۳۱/۲ میلی ثانیه) و کمترین در دمای ۲۲°C (۲۹۲/۵) بود.

نمودار C-۱، نشان می‌دهد که با افزایش دما زمان واکنش تشخیصی افزایش یافته است. در دمای ۲۲°C کمترین زمان واکنش تشخیصی در لحظه صفر (۴۳۴/۷ میلی ثانیه) و بیشترین در ۹۰ دقیقه (۴۶۵/۴ میلی ثانیه) بود. در دمای ۳۷°C کمترین زمان واکنش تشخیصی در لحظه ۳۰ دقیقه (۴۵۸/۷ میلی ثانیه) و بیشترین در ۶۰ دقیقه (۴۷۶/۱ میلی ثانیه) بود. به طور کلی با مقایسه دو دمای ۲۲°C و ۳۷°C، کمترین زمان واکنش تشخیصی در دمای ۲۲°C (۴۳۴/۷ میلی ثانیه) و بیشترین در دمای ۳۷°C (۴۷۶/۱ میلی ثانیه) بود.

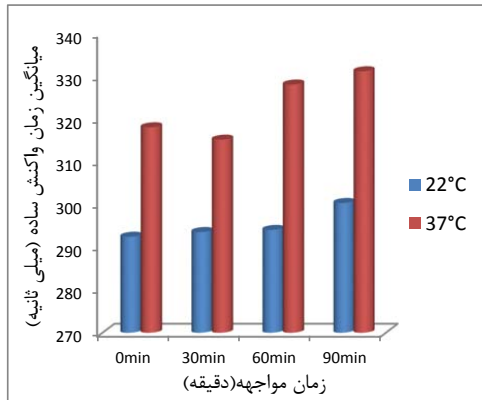
پاسخ داده می‌شود. ب- زمان واکنش انتخابی که در آن دو علامت نوری به رنگهای مختلف سبز، آبی و قرمز (زمان واکنش انتخابی دو رنگ)، دو صدا با فرکانسهای ۱ و ۱۰ هرتز (زمان واکنش انتخابی دو صدا) استفاده شده است. ج- زمان واکنش تشخیصی که در آن، آزمودنی فقط به یک محرک پاسخ می‌دهد و به محرکهای دیگری که مغایر یا مشابه آن هستند، پاسخ نمی‌دهد. این دستگاه طوری تهیه شده که وقتی آزماینده محرک را به کار می‌اندازد، زمان سنج دستگاه شروع به حرکت می‌کند و با واکنش آزمودنی متوقف می‌شود. در این آزمایش دو علامت نوری به رنگهای مختلف و دو کلید واکنشی که در دو دست فرد قرار می‌گیرد، مورد استفاده قرار گرفته است. محرکهای نوری در قسمت عقب دستگاه در سمت فرد مورد آزمایش ظاهر می‌شود. فرد آزمون گیرنده در سمت جلوی دستگاه قرار می‌گیرد و زمان واکنش و خطای فرد را که بر روی نمایشگر نشان داده می‌شود، ثبت می‌کند. این آزمون در مطالعات روان شناختی کاربرد فراوان دارد و در مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. (۲۴، ۲۵). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها در هر یک از سطوح حرارتی از آزمون ANOVA یا تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. داده‌ها پس از جمع آوری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها

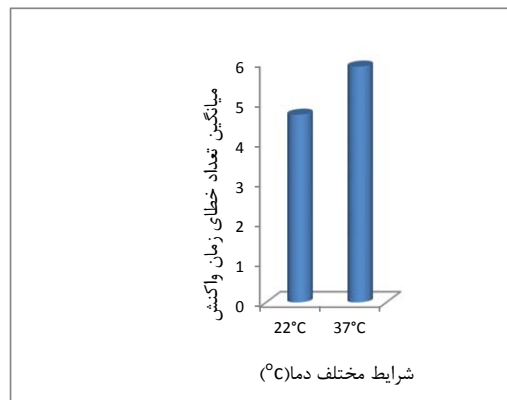
طبق یافته‌های به دست آمده، میانگین (انحراف معیار) سن شرکت کنندگان ۲۲/۱ (۲/۳) می‌باشد. در خصوص نتایج مرتبط با بررسی شاخص توجه، طبق نمودار A-۱، میانگین تعداد خطاها در دمای ۲۲°C (۴/۷) و در دمای ۳۷°C (۵/۹) می‌باشد. به منظور مقایسه تعداد خطاها در دماهای

بیشترین در ۹۰ دقیقه (۴۸۰/۹ میلی ثانیه) بود. در دمای ۳۷°C کمترین زمان واکنش انتخابی دورنگ در لحظه ۳۰ دقیقه (۴۸۷/۱ میلی ثانیه) و بیشترین در ۶۰ دقیقه (۴۹۵/۲ میلی ثانیه) بوده

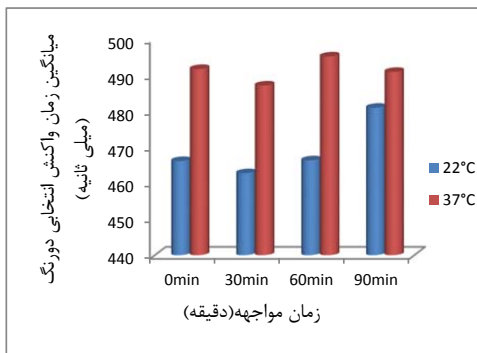
نمودار D-۱، نشان می‌دهد که میانگین زمان واکنش انتخابی دو رنگ با افزایش دما افزایش یافته است. در دمای ۲۲°C کمترین زمان واکنش انتخابی دو رنگ در لحظه ۳۰ دقیقه (۴۶۲/۸ میلی ثانیه) و



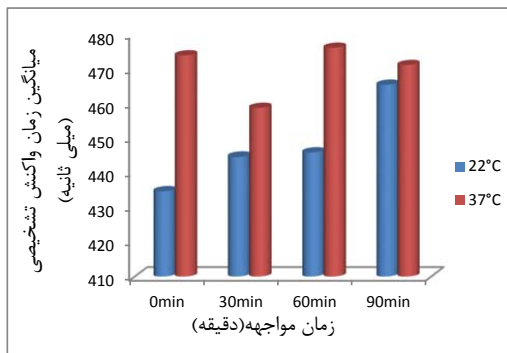
نمودار B-۱: میانگین زمان واکنش ساده (میلی ثانیه)



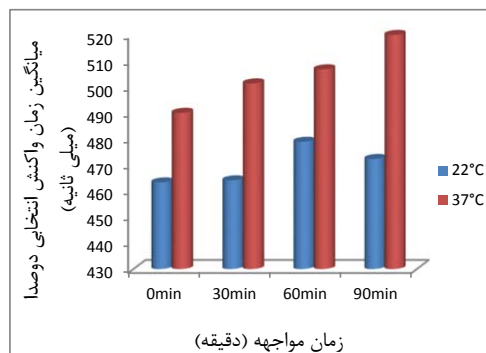
نمودار A-۱: میانگین خطای زمان واکنش



نمودار D-۱: میانگین زمان واکنش انتخابی دو رنگ (میلی ثانیه)



نمودار C-۱: میانگین زمان واکنش تشخیصی (میلی ثانیه)



نمودار E-۱: میانگین زمان واکنش انتخابی دو صدا (میلی ثانیه)

نمودار ۱. مقایسه میانگین زمان های مختلف واکنش دستگاه سنجش زمان واکنش در سطوح مختلف دما (°C)

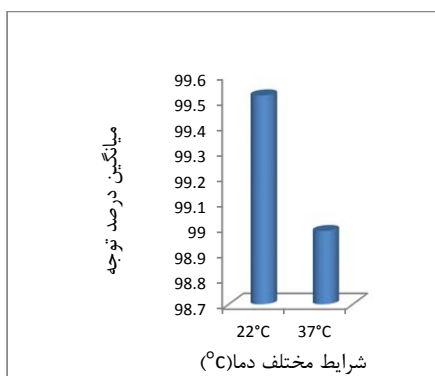
است. به طور کلی با مقایسه دو دمای 22°C و 37°C کمترین زمان واکنش تشخیصی در دمای 22°C ($462/8$ میلی ثانیه) و بیشترین در دمای 37°C ($495/2$ میلی ثانیه) بود.

نمودار E-1، نشان می‌دهد که میانگین زمان واکنش انتخابی دو صدا با افزایش دما افزایش یافته است در دمای 22°C کمترین زمان واکنش انتخابی دو صدا در لحظه صفر ($463/4$ میلی ثانیه) و بیشترین در 60 دقیقه (479 میلی ثانیه) بود. در دمای 37°C کمترین زمان واکنش انتخابی دو صدا در لحظه صفر ($490/1$ میلی ثانیه) و بیشترین در 90 دقیقه (520 میلی ثانیه) بود.

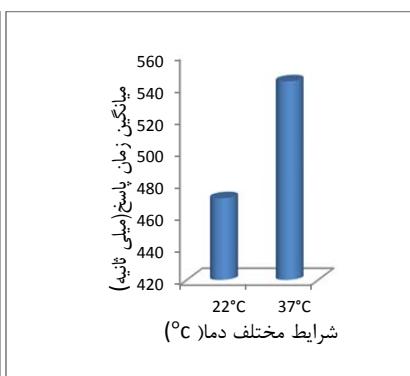
به طور کلی با مقایسه دو دمای 22°C و 37°C کمترین زمان واکنش تشخیصی در دمای 22°C ($463/4$ میلی ثانیه) و بیشترین در دمای 37°C (520 میلی ثانیه) بود.

نتایج حاصل از بررسی درصد توجه در مواجهه با سطوح مختلف دما نشان داد که بیشترین درصد توجه در دمای 22°C برابر با $99/52\%$ و کمترین درصد توجه در دمای 37°C برابر با $98/99\%$ بوده است.

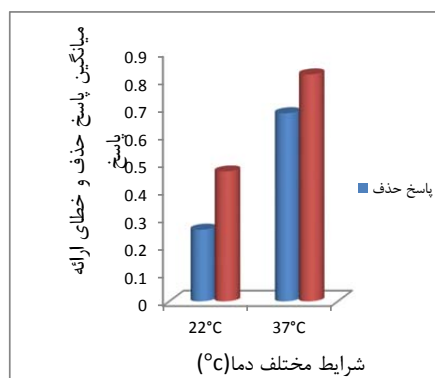
نتایج حاصل از آنالیز آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که افزایش دما باعث کاهش درصد توجه پیوسته و کاهش دما باعث افزایش



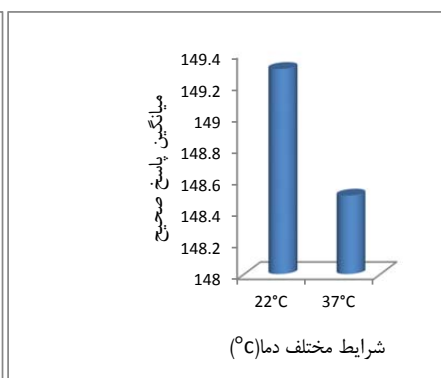
نمودار B-2: میانگین زمان پاسخ (میلی ثانیه)



نمودار A-2: میانگین درصد توجه



نمودار D-2: میانگین پاسخ حذف و خطای ارائه پاسخ



نمودار C-2: میانگین پاسخ صحیح

نمودار 2. میانگین عمل کردهای ادراکی آزمون عمل کرد پیوسته در سطوح مختلف دما ($^{\circ}\text{C}$)

درصد توجه افراد شده است ($P < 0/001$).

نمودار ۲ حاکی از این است که بیشترین میزان پاسخ صحیح در دمای 22°C ($149/3$) و بیشترین در دمای 37°C ($148/5$) بود. کمترین زمان پاسخ در دمای 22°C ($471/1$ میلی ثانیه) و بیشترین در دمای 37°C ($543/5$ میلی ثانیه) بود. کمترین پاسخ حذف در دمای 22°C ($0/26$) و بیشترین در دمای 37°C ($0/68$) بود. کمترین خطای ارایه پاسخ در دمای 22°C ($0/47$) و بیشترین در دمای 37°C ($0/82$) شده است.

نتایج حاصل از آنالیز ANOVA نشان داد که افزایش دما موجب افزایش میانگین زمان پاسخ، پاسخ حذف، خطای ارایه پاسخ و کاهش صحیح شد، اما کاهش دما موجب کاهش میانگین زمان پاسخ، پاسخ حذف، خطای ارایه پاسخ و افزایش پاسخ صحیح شد ($P < 0/001$).

بحث

این مطالعه با هدف تعیین اثر سطوح مختلف گرما بر روی میزان توجه و زمان واکنش دانشجویان انجام شد. دماهای 22°C و 37°C به منظور فراهم کردن دو محیط با شرایط حرارتی مختلف انتخاب شده بودند. یافته اصلی مطالعه حاضر این بود که پس از قرار گرفتن در معرض سطوح دمایی مختلف، تغییراتی در توجه پیوسته و زمان واکنش افراد مشاهده شد. این یافته بدین مفهوم است که کاهش توجه و افزایش زمان واکنش، پس از مواجهه با گرما در طول انجام آزمون‌های شناختی ممکن است اثر افزایش تنش گرمای محیطی روی توجه پیوسته و زمان واکنش را منعکس کند.

در دمای 37°C درصد توجه پیوسته کم شده، همچنین تعداد پاسخ‌های صحیح کاهش

یافت، اما سایر پارامترهای آزمون عمل کرد پیوسته اعم از پاسخ حذف و خطای ارایه پاسخ افزایش یافت. در سطوح مختلف تنش گرمایی درصد توجه پیوسته افراد اختلاف معنی داری دارد ($P < 0/001$). این یافته مطابق با مطالعات محققانی از جمله ناصر پور و همکاران است که دریافتند گرما باعث کاهش توجه و افزایش زمان واکنش می‌شود (26). همچنین این یافته مطابق با یافته‌های گلبابایی و همکاران است که طی مطالعه ای به نتایج مذکور رسیده بودند (27). اما در مطالعات مذکور درصد توجه و زمان واکنش معنی دار نشده بودند. علت این عدم معنی داری را شاید بتوان به این موضوع نسبت داد که دمای این مطالعات 33°C بود، در حالی که در این مطالعه 37°C بود.

در دمای 22°C بیشترین درصد توجه پیوسته ($99/52\%$) مشاهده شد و نتایج تحلیلی آزمون‌های آماری تغییرات معناداری را نشان دادند ($P < 0/001$). از دیگر سو مشاهده گردید که زمان واکنش در تمامی سطوح دمایی اندازه گیری شده با یکدیگر اختلاف معناداری دارند که این مطلب با نتایج برخی مطالعات گذشته سازگار می‌باشد. از جمله با نتایج مطالعه Qian و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطابقت دارد. به عقیده وی تنش گرمایی باعث افزایش زمان واکنش و عمل کرد بدتر می‌شود (8). در آزمون عمل کرد پیوسته با افزایش سطح تنش گرمایی از دمای 22°C به بعد، زمان پاسخ افراد افزایش یافته است. این نتیجه نیز با یافته‌های ناصرپور و همکاران مطابقت دارد (26).

روشن است که ناراحتی حرارتی می‌تواند باعث اثر منفی بر عمل کرد افراد در سراسر طیف گسترده ای از وظایف نیازمند توجه تا وظایف روانی پیچیده تر شود. هیچ‌کدام از تاثیرات تنش گرمایی

منفی و افت عمل کرده‌های شناختی (توجه و زمان واکنش) افراد شده است. نتایج حاصل از این مطالعه تاییدی بر این مطلب می‌باشد که افزایش گرما باعث کاهش توجه و افزایش زمان واکنش می‌شود. بنابراین در پست‌های کاری مانند اتاق‌های فرمان و صنایع مختلف که نیاز به توجه، تمرکز و عکس‌العمل سریع دارند، در نظر گرفتن وضعیت گرما به منظور افزایش سطح توجه و کاهش زمان واکنش ضروریست.

محدودیت‌ها

از جمله نقاط قوت این مطالعه می‌توان به بررسی اثر توام گرما و روشنایی بر میزان توجه و زمان واکنش افراد در شرایط آزمایشگاهی اشاره نمود. به عبارت دیگر دیدگاه این مطالعه فقط بررسی اثرات گرما و روشنایی بر عمل کرده‌های شناختی به صورت مجزا نبوده است. در انجام تست‌های این مطالعه روش تهاجمی وجود نداشت. هنگامی که افراد احساس خستگی کردند تست متوقف شد. در این مطالعه به علت این که هر داوطلب باید ۶ بار حضور پیدا می‌کرد، همکاری بعضی از افراد مشکل بود.

پیشنهادات

پیشنهادات کاربردی

نتایج این مطالعه اطلاعاتی را در اختیار ما قرار می‌دهد که بتوانیم در پست‌های کاری و وظایف شغلی حساس که نیازمند استفاده از عمل کرده‌های شناختی مانند توجه، گوش به زنگی، تمرکز، دقت و زمان واکنش هستند در صورت نیاز شرایط محیط کار را از نظر گرما و روشنایی بهینه سازی و کنترل کنیم.

بر عمل کرد فرد درگیر در یک مکانیسم واحد بعید نیست، اما ترکیب طیف گسترده ای از اثرات شناختی و فیزیکی بستگی به شدت استرین دمایی، ماهیت کار و تعامل این عامل با سایر متغیرهای تأثیرگذار عمل کرد دارد (۲۸). Qian در مطالعه خود مشاهده نمود که در حالت تنش گرمایی (دمای 50°C) جریان خون در ساقه‌ی مغز افزایش یافته و باعث افزایش زمان واکنش شده و کاهش جریان خون در این ناحیه در دمای 27°C باعث کاهش زمان واکنش می‌شود (۸). McAllen دریافت که فعالیت کلی ساقه مغز در حالی که دمای پوست تغییر کند بیش‌تر می‌شود (۲۹). از سوی دیگر MD Fox بیان نمود که قشر قدامی خلفی جانبی به عنوان گره غالب برای هوشیاری و عمل کرد کنترل اجرایی عمل می‌کند (۳۰) و Liu هم اذعان نمودند که کاهش جریان خون مغز با کاهش توجه همراه است (۳۱) بنابراین در این مطالعه کاهش عمل کرد توجه ممکن است در ارتباط با کاهش جریان خون مغزی در این منطقه باشد. توجه طولانی مدت به گونه‌ای مصرف منابع شناختی است و به راحتی باعث خستگی ذهنی همراه با عکس‌العمل کندتر و افزایش خطا می‌شود (۳۲). استرس گرمایی شرکت کنندگان را مجبور به تخصیص منابع توجه برای ارزیابی و مقابله با عوامل استرس زای حرارتی می‌کند که باعث کاهش ظرفیت برای پردازش اطلاعات وظایفی می‌شود که نیازمند توجه بالایی هستند (۳۳).

نتیجه گیری

درصد توجه و زمان واکنش از جمله پارامترهای مهم شناختی هستند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد مواجهه با گرما منجر به بروز اثرات

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

با توجه به نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود که با همین شرایط دما و روشنایی بر روی سایر عمل‌کردهای شناختی مطالعه گردد. هم‌چنین می‌توان تعداد شرایط دمایی یا روشنایی را اضافه یا کم نمود یا می‌توان برای دماهای زیر صفر این پژوهش را انجام داد. از طرفی می‌توان این مطالعه را برای بررسی اثرات توام گرما و روشنایی بر عمل‌کردهای شغلی افراد بررسی نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه خانم زهره محبیان با کد طرح ۳۹۴۵۸۶ مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. نویسندگان مقاله از عزیزانی که در انجام این طرح همکاری نمودند، به ویژه دانشجویان کارشناسی بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی اصفهان که زحمات زیادی را در این راستا متحمل شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

REFERENCES

- Mohr M, Nybo L, Grantham J, Racinais S. Physiological responses and physical performance during football in the heat. PLoS One. 2012;7(6):e39202.
- Hocking C, Silberstein RB, Lau WM, Stough C, Roberts W. Evaluation of cognitive performance in the heat by functional brain imaging and psychometric testing. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. 2001;128(4):719-34.
- Dehghan H, Habibi E, Khodarahmi B, HA HY, Hasanzadeh A. The relationship between observational-perceptual heat strain evaluation method and environmental/physiological indices in warm workplace. 2013.
- Habibi P, Momeni R, Dehghan H. Relationship of environmental, physiological, and perceptual heat stress indices in Iranian Men. Int J Prev Med. 2015;6.
- Serwah N, Marino F. The combined effects of hydration and exercise heat stress on choice reaction time. J Sci Med Sport. 2006;9(1):157-64.
- Nunneley S, Dowd P, Myhre L, Stribley R. Physiological and psychological effects of heat stress simulating cockpit conditions. Aviation, space, and environmental medicine. 1978.
- Cian C, Koulmann N, Barraud P, Raphel C, Jimenez C, Melin B. Influences of variations in body hydration on cognitive function: Effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. Journal of Psychophysiology. 2000;14(1):29.
- Qian S, Li M, Li G, Liu K, Li B, Jiang Q, et al. Environmental heat stress enhances mental fatigue during sustained attention task performing: Evidence from an ASL perfusion study. Behav Brain Res. 2015;280:6-15.
- Boksem MA, Meijman TF, Lorist MM. Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. Cognitive brain research. 2005;25(1):107-16.
- Hancock PA, Vasmatazidis I. Human occupational and performance limits under stress: the thermal environment

- as a prototypical example. *Ergonomics*. 1998;41(8):1169-91.
11. Hancock PA. Sustained attention under thermal stress. *Psychol Bull*. 1986;99(2):263.
 12. Mohebian Z, Mehrifar Y, Dehghan H, Habibi E, Yadegarfar G. Investigating the combined effects of heat and lighting on students reaction time in laboratory condition. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*. 2017;3(3).
 13. Nielsen B, Hyldig T, Bidstrup F, Gonzalez-Alonso J, Christoffersen G. Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat. *Pflügers Archiv*. 2001;442(1):41-8.
 14. Azer N, Monall P, Leung H. Effects of heat stress on performance. *Ergonomics*. 1972;15(6):681-91.
 15. Teichner WH. Recent studies of simple reaction time. *Psychol Bull*. 1954;51(2):128.
 16. Bell PA, Loomis RJ, Cervone JC. Effects of heat, social facilitation, sex differences, and task difficulty on reaction time. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 1982;24(1):19-24.
 17. Balazova I, Clausen G, Wyon DP, editors. The influence of exposure to multiple indoor environmental parameters on human perception, performance and motivation. *Proceedings of Clima*; 2007.
 18. Lan L, Wargocki P, Wyon DP, Lian Z. Effects of thermal discomfort in an office on perceived air quality, SBS symptoms, physiological responses, and human performance. *Indoor Air*. 2011;21(5):376-90.
 19. Riniolo TC, Schmidt LA. Chronic heat stress and cognitive development: An example of thermal conditions influencing human development. *Dev Rev*. 2006;26(3):277-90.
 20. Hadianfard H, Najarian B, Shokrkon H, Mehrabizadeh M. Preparation Persian form of CPT. *Journal of Psychology*. 2000;4(4):404-388.
 21. Alberts E, Meere J. Observations of hyperactive behaviour during vigilance. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 1992;33(8):1355-64.
 22. Krupski A, Raskin DC, Bakan P. Physiological and personality correlates of commission errors in an auditory vigilance task. *Psychophysiology*. 1971;8(3):304-11.
 23. Schouten J, Bekker J. Reaction time and accuracy. *Acta Psychol (Amst)*. 1967;27:143-53.
 24. Weiss AD. The locus of reaction time change with set, motivation, and age. *J Gerontol*. 1965;20(1):60-4.
 25. Lee JK, Koh AC, Koh SX, Liu GJ, Nio AQ, Fan PW. Neck cooling and cognitive performance following exercise-induced hyperthermia. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114(2):375-84.
 26. Naserpour M, Jafari MJ, Monazzam MR, Shahneshin P, Reza H, 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.
 27. Golbabaei F, Mazloumi A, Mamhood Khani S, Hosseini M, Abbasinia M, Fahang Dehghan S. 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.
28. 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.
29. McAllen RM, Farrell M, Johnson JM, Trevaks D, Cole L, McKinley MJ, et al. Human medullary responses to cooling and rewarming the skin: a functional MRI study. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006;103(3):809-13.
30. Fox MD, Snyder AZ, Vincent JL, Corbetta M, Van Essen DC, Raichle ME. The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2005;102(27):9673-8.
31. Liu K, Sun G, Li B, Jiang Q, Yang X, Li M, et al. The impact of passive hyperthermia on human attention networks: an fMRI study. *Behav Brain Res*. 2013;243:220-30.
32. Lim J, Wu W-c, Wang J, Detre JA, Dinges DF, Rao H. Imaging brain fatigue from sustained mental workload: an ASL perfusion study of the time-on-task effect. *Neuroimage*. 2010;49(4):3426-35.
33. Hancock PA, Ross JM, Szalma JL. A meta-analysis of performance response under thermal stressors. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 2007;49(5):851-77.

Studying the effect of heat stress on attention and reaction time in a laboratory setting

Zohreh Mohebian¹, Habibollah Dehghan^{2,*}, Ehsanollah Habibi³

¹ M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, Iranshahr University of Medical Sciences, Iranshahr, Iran

² Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

³ Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Abstract

Introduction: Heat stress is one of the Hazardous physical agents in the workplace, which can cause impairment of cognitive performance. The current study aimed to evaluate the effect of different levels of heat stress on attention and reaction time in a laboratory condition.

Material and Method: This experimental study was done among 33 students included 17 males and 16 females. Mean age of the participants was 22.1 (SD=2.3). Attention and reaction time parameters were evaluated using the continuous performance test and reaction time measurement device respectively, after exposure to different heat levels (22°C and 37°C). Data were analyzed using ANOVA test and SPSS 20 software.

Result: The results of tests attention and reaction time showed that the average of attention percentage was decreased and the average of reaction time increased by increasing the heat level, with a statistical differences of (P<0.001) in both cases. Attention percent in terms of exposure to 22°C temperature was significantly higher than 37°C (P<0.001). But, reaction time was significantly higher than with the exposure to 37°C temperature than 22°C (P<0.001).

Conclusion: The results of this study showed that, heat by increasing reaction time and decreasing attention leading to an impairment in the individual's cognitive performances. Therefore, in jobs such as control rooms and various industries that need attention, concentration and quick reaction, it is necessary to consider and optimize the heat conditions in order to increase the level of attention and decrease of reaction time.

Key words: Heat, Attention, Reaction Time, Cognitive Performance, Continues Performance Test

* Corresponding Author Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir