

# بررسی اثر گرما بر دقت و سرعت انجام کار مردان با استفاده از مجموعه آزمون های ارزیابی مهارت شغلی در شرایط آزمایشگاهی

دکتر احسان ا... حبیبی<sup>۱</sup>، دکتر حبیب الله دهقان<sup>۲</sup>، سعید لطفی<sup>۳</sup>، اکبر حسن زاده<sup>۴</sup>

استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای،<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای،<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای،<sup>۳</sup> مربی گروه آمار حیاتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

مجله طب پیشگیری سال سوم شماره اول بهار ۹۵ صفحات ۳۶-۲۸

## چکیده

**مقدمه:** عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار از جمله گرما می تواند بر روی عملکرد شناختی انسان تاثیر گذارد. این مطالعه با هدف تعیین تأثیر مداخله گرما بر دقت و سرعت انجام کار مردان با استفاده از مجموعه آزمون های ارزیابی مهارت های شغلی (روش BATTERY) در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

**روش ها:** این مطالعه مداخله ای بر روی ۵۶ نفر از دانشجویان پسر در آزمایشگاه شرایط جوی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. پس از جمع آوری اطلاعات دموگرافیک افراد به دو گروه مورد (تحت شرایط رطوبت نسبی ۳۰ درصد و دمای خشک ۳۵ درجه سانتی گراد) و شاهد (تحت شرایط رطوبت نسبی ۴۰ درصد و دمای خشک ۲۰ درجه سانتی گراد) تقسیم شدند. افراد شرکت کننده پس از ۱۰ الی ۱۵ دقیقه استراحت، در زمان های ۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ دقیقه از زمان شروع هر یک از آزمون های ارزیابی مهارت شغلی (روش BATTERY) شامل: آزمون های هماهنگی دودست در جهت عقربه های ساعت و خلاف جهت عقربه های ساعت، آزمون ۷ پیرون و آزمون لرزش سنج دقت هدف زنی را انجام دادند و تعداد اشتباهات انجام شده (سنجش دقت) و مدت زمان اجرای آزمون (سنجش سرعت) ثبت گردید.

**نتایج:** نتایج آزمون آنالیز واریانس دوطرفه نشان داد که مقادیر میانگین دقت انجام کار در هنگام انجام آزمون های ارزیابی مهارت شغلی اختلاف معنی دار دارد ( $P < 0.001$ ). به علاوه نتایج نشان داد که اختلاف مقادیر میانگین سرعت انجام کار در هنگام انجام آزمون های ارزیابی مهارت شغلی به جز آزمون لرزش سنج دقت هدف زنی اختلاف معنی دار نبوده است ( $P > 0.09$ ).

**نتیجه گیری:** نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که گرما از طریق کاهش دقت افراد در هنگام انجام فعالیت های شناختی بالا می تواند باعث کاهش عملکرد افراد و افزایش رفتارهای ناپسند شود.

**کلیدواژه ها:** گرما، دقت انجام کار، سرعت انجام کار، تست باتری

نویسنده مسئول:

سعید لطفی

دانشجوی کارشناسی ارشد

گروه مهندسی بهداشت حرفه

ای دانشکده بهداشت، دانشگاه

علوم پزشکی اصفهان، اصفهان،

ایران

تلفن: ۹۸۹۱۸۳۵۴۱۳۰+

پست الکترونیکی:

saeid.lotfi3118@yahoo.com

پذیرش مقاله: ۹۵/۱/۲۴

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۲/۲۵

## مقدمه:

میلیون حادثه شغلی در جهان رخ می دهد که بر اثر این حوادث روزانه ۶۳۰۰ نفر و سالانه بیش از ۲/۳ میلیون نفر جان خود را از دست می دهند و از نظر اقتصادی، هزینه انسانی ناشی از حوادث و بیماری ها بالغ بر ۴ درصد تولید ناخالص داخلی جهان می شود [۱]. آنالیز حوادث بزرگی مثل تری مایل آیلند در

حوادث ناشی از کار در سراسر دنیا یکی از علت های اصلی ناتوانی و مرگ و میر به شمار می آید. بر اساس گزارش سازمان بین المللی کار در سال ۲۰۱۱، هر ساله حدود ۳۳۷

مهارت های حرکتی و قوه ادراک فرد، هوشیاری ذهنی و هماهنگی دو دست با هم، چالاکي و مهارت دست و مواردي از اين قبيل استفاده مي شود [۱۲]. بنابراین با توجه به نتایج مطالعات که اثر گرما را بر روی عملکرد افراد و بهره وری نشان می دهند و همچنین با توجه به اینکه اثر گرما بر روی عملکرد افراد با استفاده از مجموعه تست های مهارت شغلی (BATTERY) در ایران بررسی نشده است، این مطالعه با هدف تعیین تأثیر گرما بر دقت و سرعت انجام کار مردان با استفاده از روش BATTERY، در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

#### روش ها:

این مطالعه به صورت مداخله ای بر روی ۵۶ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. ۲۹ نفر از افراد شرکت کننده به عنوان گروه شاهد و ۲۷ نفر از افراد شرکت کننده به عنوان گروه مورد آزمون ها را انجام دادند. در این مطالعه از روش نمونه گیری تصادفی برای انتخاب نمونه ها استفاده شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل: عدم وجود بیماری های اسکلتی-عضلانی، عدم وجود ضعف بینایی اصلاح نشده چشمی و عدم مصرف دارو و عدم داشتن بیماری های عفونی و خستگی است و معیار های خروج از مطالعه شامل: نداشتن مشارکت لازم در اجرای آزمون و خستگی بود. متغیرهای که در این پژوهش نیز کنترل شد شامل کنترل صداهای مزاحم به وسیله انجام آزمایش در اتاقک آکوستیک و کنترل میزان اثر روشنایی از طریق انجام آزمون تحت شرایط ۵۰۰ لوکس در اتاقک بود. برای اطمینان از یکسان بودن شرایط انجام آزمون در طول تست صدا با استفاده از دستگاه صداسنج مدل casella و روشنایی با استفاده از دستگاه لوکس متر بر روی سطح مورد نظر پایش گردید. برای شبیه سازی شرایط آب و هوایی نیز از اتاقک شرایط جوی استفاده گردید. قابلیت این اتاقک تنظیم دمای خشک و رطوبت برای شبیه سازی شرایط جوی مورد نظر می باشد. بدین منظور این اتاقک از مواد عایق گرما و رطوبت برای دیوارها، سقف و کف ساخته شده است و با استفاده از چسب مخصوص درزهای آن عایق بندی شده است. برای تنظیم دمای خشک از رادیاتور و بخاری های برقی و برای تنظیم رطوبت نیز از دستگاه تولید بخار دورن اتاقک

آمریکا، بوپال در هندوستان، چرنوبیل در شوروی سابق و هزاران حادثه دیگر نشان می دهد که در بیش از ۷۰ درصد حوادث، رفتارهای نالیمن و خطاهای انسانی به عنوان عامل اصلی و کلیدی مطرح است [۴-۲]. از طرف دیگر مطالعات انجام شده نشان می دهد که عوامل استرس زای شغلی از طریق کاهش تمرکز، حواس پرتی و اختلال در حافظه در بروز رفتارهای نالیمن در بین شاغلین اثرات مهمی را ایجاد می کنند [۵]. مطالعه محمد فام و همکاران بر روی رفتارهای نالیمن در یک صنعت خودروسازی در سال ۲۰۰۸ نشان می دهد که شرایط فیزیکی محیط کار از جمله عوامل زیان آور فیزیکی و ارگونومیکی بیشترین سهم را در ایجاد استرس دارد [۶]. از طرف دیگر نتایج برخی از مطالعات نیز نشان می دهد که عوامل زیان آور فیزیکی محیطی بر روی کارآمدی کارکنان، بازده کاری و بهره وری از طریق کاهش میزان دقت، سرعت انجام کار و توانایی اجرای مهارت ها تاثیر گزار است [۷و۸].

یکی از عوامل زیان آور فیزیکی گرما می باشد. گرما می تواند منشاء فرآیندی داشته باشد و یا در اثر عوامل جوی محیط مثل مناطق جنوب ایران ایجاد شود. استرس حرارتی علاوه بر ایجاد اختلالات فیزیولوژیک و بیماریهای ناشی از گرما می تواند پاسخ های شناختی ایجاد کند و بر روی عملکرد انسان نیز اثر بگذارد [۹]. Mackworth در سال ۱۹۵۰ اولین پژوهشگری بود که موضوع اثر استرس گرمایی بر روی عملکرد انسان را مورد مطالعه قرار داد و به این نتیجه رسید که اگر فرد یک کار خسته کننده را در محیط گرم انجام دهد، عملکرد فرد در طول زمان کاهش می یابد [۱۰]. در مطالعه haldi در سال ۲۰۱۰ نیز اثر راحتی گرمایی و دمای محیط بر روی بهره وری ۱۶ کارمند اداری در طول ۱۸ ماه بررسی شد، نتایج نشان داد که دمای متوسط ۲۰ درجه سانتی گراد در طول روز در مقایسه با دمای متوسط ۲۶ درجه سانتی گراد، بهره وری را ۶ درصد افزایش می دهد [۱۱].

از طرفی مجموعه آزمون های ارزیابی مهارت های شغلی (روش BATTERY) به طور اساسی برای سنجش توانبخشی و مهارت های برگشت به کار افراد مختلف انجام می گیرد. از این مجموعه آزمون جهت تست هماهنگی بین چشم و دست کارگر، تشخیص میزان دقت انجام کار فرد، سرعت انجام کار فرد،

شرکت کننده باید به وسیله دو بازو و قلم مربوطه بین دو خط ستاره، ستاره دیگری رسم نماید و باید مسیر را یک بار در جهت عقربه های ساعت و یکبار در خلاف جهت عقربه های ساعت به طور متوالی طی کند. هر نوع تماس با دیواره های ستاره یا بیرون آمدن از آن نیز یک خطا محسوب می شود.

افراد شرکت کننده پس از ورود به اتاقک آزمایش ۱۰ الی ۱۵ دقیقه استراحت نمودند تا پارامترهای فیزیولوژیک افراد به میزان طبیعی خود بازگردد. در طی این مدت از افراد با مواد شیرین پذیرایی به عمل آمد تا به سرعت بازگشت این سیکل کمک نماید. در طول انجام هر آزمون نیز با فرمان آزمایشنده، شرکت کننده شروع به اجرای آزمون نمود و تعداد اشتباهات انجام شده (سنجش دقت) و مدت زمان اجرای آزمون (سنجش سرعت) توسط پژوهشگر ثبت گردید. در طول این مدت زمان، افراد شرکت کننده در ۴ زمان شامل: زمان شروع، بعد از ۴۰ دقیقه از زمان شروع، بعد از ۸۰ دقیقه از زمان شروع و بعد از ۱۲۰ دقیقه از زمان شروع هر یک از آزمون های ارزیابی مهارت شغلی را انجام دادند.

جهت توصیف و تحلیل دادهها از نرم افزار SPSS 20 استفاده شد. جهت توصیف دادهها از شاخصهای مرکزی و پراکندگی و برای تحلیل با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه و آزمون t مستقل، ارتباط بین شدت مواجهه با روشنایی و گرما، زمان عملکردها و خطاهای اندازه گیری شده، مورد ارزیابی قرار گرفت.

### نتایج:

میانگین و انحراف معیار سن افراد شرکت کننده در این مطالعه ۲۴/۳۳±۲/۱۲ بود. میانگین و انحراف معیار وزن و شاخص نمایه توده بدنی (BMI) افراد نیز به ترتیب ۷۲/۰۸±۱۱/۱۴ و ۲۳/۳۵±۳/۲۸ بود. همچنین نتایج آزمون t مستقل نشان داد که اختلاف میانگین سن، وزن و شاخص نمایه توده بدنی در دو گروه شاهد و مورد معنی دار نیست ( $P > 0.11$ ). همچنین میانگین و انحراف معیار رطوبت نسبی و دمای خشک در گروه مورد به ترتیب ۳۱/۴±۲/۱ و ۳۵/۸±۰/۹ و در گروه شاهد به ترتیب ۴۰/۷±۱/۸ و ۲۱/۳±۱/۱ بود.

مقادیر میانگین و انحراف معیار تعداد خطاهای افراد در دو گروه شاهد و مورد به عنوان دقت انجام کار پس از گذر زمان های ۰،

استفاده شده است. برای کاهش دما و رطوبت نیز در داخل اتاقک دریچه های متصل به فن برای خروج هوا در موارد لازم تعبیه شده است. برای اندازه گیری میزان دما و رطوبت اتاقک نیز از دستگاه WBGT سنج مدل Cassella ساخت انگلیس استفاده شد. در داخل اتاقک یک میز به ارتفاع ۷۰ سانتی متر و یک صندلی ارگونومیک جهت نشستن شرکت کننده تعبیه شد. بعد از آماده سازی محیط، پس از تأیید افراد براساس معیارهای ورود و عدم ورود به مطالعه، هدف از انجام پژوهش و روش کار برای افراد شرکت کننده توضیح داده شد و فرم رضایت مندی توسط افراد تکمیل گردید. سپس اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت کننده با استفاده از پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک افراد (مشمول بر سن و جنس) جمع آوری گردید. سپس داوطلبان به دو گروه مورد- شاهد تقسیم شدند. در گروه مورد افراد تحت شرایط آب و هوای گرم و خشک رطوبت نسبی ۳۰ درصد و دمای خشک ۳۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. در گروه شاهد نیز افراد تحت شرایط آب و هوایی معتدل (رطوبت نسبی ۴۰ درصد و دمای خشک ۲۰ درجه سانتی گراد) آزمون را انجام دادند.

در این مطالعه از مجموعه آزمون های ارزیابی مهارت های شغلی (روش BATTERY) برای ارزیابی دقت و سرعت استفاده شد. در این مطالعه تنها از ۲ آزمون ثابت و یکنواختی و آزمون هماهنگی بین دو بازو استفاده گردید. وسایل مورد استفاده برای آزمون ثابت و یکنواختی شامل لرزش سنج ۷ پیرون و لرزش سنج دقت هدف گیری بود. لرزش سنج ۷ پیرون دارای دو شاخه فلزی با یک زاویه فلزی است، که به چند صورت درجه بندی شده است که فرد باید قلم فلزی را در بین این زاویه حرکت دهد بدون اینکه با دیواره آن برخورد کند وگرنه خطا محسوب می شود. لرزش سنج دقت هدف گیری نیز شامل قلم فلزی، چراغ چشمک زن، زمان سنج صدا دار و کرنومتر می باشد. در این روش فرد باید قلم فلزی را در سوراخ ها به ترتیب از بزرگترین سوراخ تا کوچکترین سوراخ فرو کند و در آورد. در این تست نیز برخورد قلم با دیواره سوراخ ها به عنوان خطا در نظر گرفته می شود [۱۲ و ۱۳]. آزمون دیگر آزمون هماهنگی دو دست بود، این آزمون شامل الگوی ستاره ای، قلم متصل به دو بازویی، دستگاه خطاسنج، چراغ چشمک زن، زنگ اخبار و سیم های رابط جهت اتصال می باشد [۱۴ و ۱۵]. در این آزمون فرد

۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ در هنگام انجام آزمون های ارزیابی مهارت شغلی شامل آزمون های هماهنگی دودست در جهت عقربه های ساعت و خلاف جهت عقربه های ساعت و آزمون ۷ بیرون و آزمون لرزش سنج دقت هدف زنی در جدول ۱ نمایش داده شده است. همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس دوطرفه نشان داد که مقادیر میانگین دقت انجام کار در هنگام انجام آزمون های ارزیابی مهارت شغلی شامل آزمون های هماهنگی دودست در جهت عقربه های ساعت و خلاف جهت عقربه های ساعت، آزمون ۷ بیرون و آزمون لرزش سنج دقت هدف زنی اختلاف معنی دار دارد ( $P < 0.001$ ). مقادیر میانگین و انحراف معیار زمان انجام آزمون توسط افراد در دو گروه شاهد و مورد به عنوان سرعت انجام کار پس از گذر زمان های ۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ در هنگام انجام

آزمون های ارزیابی مهارت شغلی شامل آزمون های هماهنگی دودست در جهت عقربه های ساعت و خلاف جهت عقربه های ساعت، آزمون ۷ بیرون و آزمون لرزش سنج دقت هدف زنی در جدول ۲ نمایش داده شده است. به علاوه نتایج آزمون آنالیز واریانس دوطرفه نشان داد که اختلاف مقادیر میانگین سرعت انجام کار در هنگام انجام آزمون های ارزیابی مهارت شغلی شامل آزمون های هماهنگی دودست در جهت عقربه های ساعت و خلاف جهت عقربه های ساعت و آزمون ۷ بیرون و اختلاف معنی دار نبوده است ( $P > 0.09$ ) ولی در هنگام انجام آزمون لرزش سنج دقت هدف زنی اختلاف مقادیر میانگین سرعت انجام کار در دو گروه شاهد و مورد معنی دار بود.

جدول ۱: مقادیر میانگین و انحراف معیار تعداد خطاهای افراد در دو گروه شاهد و مورد به عنوان دقت انجام کار در هنگام انجام آزمون های ارزیابی مهارت شغلی

پارامترها	گروه ها	شدت روشنایی	زمان سپری شده					P-value
			۰	۴۰	۸۰	۱۲۰	کل	
			انحراف معیار میانگین	انحراف معیار میانگین	انحراف معیار میانگین	انحراف معیار میانگین	انحراف معیار میانگین	
آزمون هماهنگی دست در جهت عقربه ساعت	شاهد	۵۰۰	۰/۱۳±۰/۳۵	۰/۳۴±۰/۵۵	۰/۴۱±۰/۶۲	۰/۷۵±۰/۴۳	۰/۴۱±۰/۵۴	<۰/۰۰۱
	مورد	۵۰۰	۰/۳۷±۰/۴۹	۰/۶۲±۰/۶۸	۰/۶۶±۰/۶۲	۱/۰۳±۰/۶۴	۰/۶۷±۰/۶۵	
آزمون هماهنگی دو دست در خلاف عقربه ساعت	شاهد	۵۰۰	۰/۲±۰/۴۹	۰/۲۴±۰/۴۳	۰/۵۱±۰/۵	۰/۳۷±۰/۴۹	۰/۳۳±۰/۴۹	<۰/۰۰۱
	مورد	۵۰۰	۰/۵۱±۰/۵۷	۰/۵۹±۰/۶۳	۰/۸۱±۰/۴۸	۰/۹۶±۰/۵۸	۰/۷۲±۰/۶۳	
آزمون ۷ بیرون	شاهد	۵۰۰	۱۱/۱±۳/۱۳	۱۰/۹۳±۲/۶۰	۱۰/۹۳±۲/۶۶	۱۲/۱±۲/۸۰	۱۱/۲۶±۲/۷۲	<۰/۰۰۱
	مورد	۵۰۰	۱۴/۷±۳/۳۹	۱۴/۹۲±۳/۲۴	۱۶/۱۱±۳/۹۶	۱۶/۴۰±۳/۵۵	۱۵/۵۳±۳/۵۷	
دقت هدف لرزش سنج	شاهد	۵۰۰	۹/۶۵±۲/۱۷	۹/۶۸±۲/۲۸	۱۰/۰۶±۲/۷۵	۱۰/۹۶±۲/۵۵	۱۰/۰۹±۲/۴۷	<۰/۰۰۱
	مورد	۵۰۰	۱۳/۱۸±۳/۲۴	۱۳/۲۵±۲/۹۱	۱۳/۷۷±۳/۱۹	۱۴/۹۲±۲/۸۴	۱۳/۷۸±۳/۰۹	



جدول ۲: مقادیر میانگین و انحراف معیار زمان انجام کار بر حسب ثانیه در دو گروه شاهد و مورد به عنوان دقت انجام کار در هنگام انجام آزمون های ارزیابی مهارت شغلی

پارامترها	گروه ها	شدت روشنایی	زمان سپری شده					P-value
			۰	۴۰	۸۰	۱۲۰	کل	
			انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	
دوستان در جهت عقربه ای ساعت جهت عقربه	شاهد	۵۰۰	۳۸/۹۶±۱۲/۸۱	۳۸/۰۹±۱۴/۱۵	۳۴/۹۷±۱۱/۳۸	۳۳/۵۵±۱۱/۰۳	۳۶/۴۰±۱۲/۴۵	۰/۵۷۲
	مورد	۵۰۰	۴۰/۲۵±۱۴/۰۴	۳۸/۰۴±۱۵/۰۴	۳۳/۵۴±۹/۶۲	۳۰/۰۹±۶/۷۵	۳۵/۴۸±۱۲/۳۵	
آزمون هماهنگی عقربه ساعت	شاهد	۵۰۰	۳۸/۵۷±۱۳/۳۹	۳۵/۵۴±۱۱/۶۵	۳۴/۲۷±۱۱/۵۶	۳۳/۴۹±۱۰/۷۳	۳۵/۴۶±۱۱/۸۸	۰/۱۸۲
	مورد	۵۰۰	۳۷/۸۶±۱۲/۹۳	۳۴/۶۶±۹/۴۸	۳۲/۴۵±۸/۱۵	۲۸/۹۷±۹/۱۱	۳۳/۴۹±۱۰/۴۶	
آزمون آپیرون	شاهد	۵۰۰	۱۹/۲۱±۴/۶۴	۱۹/۱۷±۴/۴۷	۱۸/۹۵±۳/۹۰	۱۹/۷۵±۴/۶۱	۱۹/۲۷±۴/۳۷	۰/۹۶
	مورد	۵۰۰	۲۱/۰۶±۱۵/۱۶	۲۰/۸۱±۶/۰۹	۲۰/۴۸±۵/۲۹	۱۹/۰۸±۴/۵۴	۲۰/۳۶±۵/۲۸	
آزمون لرنش سنج	شاهد	۵۰۰	۳۳/۳۶±۷/۱۲	۳۱/۴۰±۶/۹۲	۳۲/۲۷±۵/۶۳	۳۱/۶۶±۶/۲۴	۳۲/۱۷±۶/۴۶	۰/۰۲۴
	مورد	۵۰۰	۳۶/۷۴±۱۱/۹۹	۳۳/۷۸±۷/۶۶	۳۵/۵۴±۸/۱۴	۳۲/۰۱±۷/۷۱	۳۴/۵۲±۸/۸۶	

### بحث و نتیجه گیری:

[۱۷] Pilcher و همکاران نیز که اثر دما را بر روی عملکرد کارکنان بررسی کردند به این نتیجه رسیدند که شرایط دمایی خیلی بالا یا دمای پایین روی عملکرد کارکنان اثر دارد. این دماهای نامطلوب اثری منفی بر طیف وسیعی از وظایف شناختی داشت. در شرایط سرد (۱۰ درجه سانتی گراد) عملکرد کارکنان به طور متوسط ۱۳/۹۱ درصد کاهش داشت. در شرایط خیلی گرم (۳۲/۲۲ درجه سانتی گراد) نیز عملکرد افراد به طور متوسط ۱۴/۸۸ درصد کاهش یافت [۱۸]. در مطالعه دیگری که توسط ناصر پور و همکاران در سال ۲۰۱۴ بر روی عملکرد شناختی ۳۳ نفر از دانشجویان در مواجهه با چهار سطح گرما با دمای تر گویسان ۲۹، ۱۸، ۲۲ و ۳۳ درجه سانتی گراد با استفاده از آزمون عملکرد پیوسته انجام شد نیز نتایج نشان داد که مواجهه با تنش گرمایی بالاتر از حد مجاز عملکرد شناختی افراد را کاهش می دهد [۱۹]. در مطالعه Moris و همکاران در سال ۲۰۰۵ نیز اثرات تنش گرمایی بر روی حافظه کاری، زمان عکس العمل انتخابی و تغییرات خلق و خوی

نتایج حاصل از این مطالعه به طور کلی نشان می دهد که گرما باعث کاهش دقت انجام کار می شود ولی اثری بر روی سرعت انجام کار ندارد و اختلاف سرعت انجام کار در دو گروه شاهد و مورد معنی دار نبوده است. این در حالی است که روشنایی به عنوان یک پارامتر تاثیر گزار بر روی دقت و سرعت در هنگام انجام آزمون روی مقدار ۵۰۰ لوکس کنترل شده است و همچنین مقادیر میانگین پارامترهای سن، وزن و شاخص نمایه توده بدنی که به عنوان ریسک فاکتورهای استرین گرمایی شناخته می شوند [۱۶] در دو گروه مورد و شاهد اختلاف معنی داری نداشته و تقریباً یکسان بوده است. بنابراین می توان به این نتیجه رسید که دقت افراد در هنگام انجام آزمون ها تحت تاثیر گرما قرار گرفته است. نتایج هر ۴ آزمون انجام شده از مجموعه آزمون های ارزیابی مهارت شغلی تایید کننده این مطلب است. دمای هوا یکی از مهمترین فاکتورهایی است که به دلیل ایجاد ناراحتی گرمایی عملکرد شناختی کارکنان مشاغل را تحت تاثیر قرار می دهد

(۹). در مطالعه حاضر نیز آزمون های انتخاب شده نیاز به عملکرد شناختی بالایی داشتند و در مطالعه حاضر اثر گرما بر روی کار با عملکرد شناختی بالا سنجیده شد. به علاوه نتیجه مطالعه oneal و bishop در سال ۲۰۱۰ نشان می دهد که میزان رفتار ناایمن و حوادث صنعتی در بار کاری بالا در مواجهه با گرما با WBGT بالاتر از ۲۴ درجه سانتی گراد و دمای عمقی بالاتر ۲۸ درجه سانتی گراد افزایش می یابد [۲۳]. بنابراین می توان نتیجه گرفت که این کاهش دقت افراد در اثر مواجهه با گرما علاوه بر کاهش راندمان و عملکرد افراد حتی می تواند سلامت افراد را به علت بی توجهی به خطر بیاندازد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر که نشان می دهد گرما میزان دقت افراد را در هنگام انجام فعالیت های شناختی بالا کاهش می دهد، به منظور افزایش ایمنی محیط های کاری، پیشگیری از بروز حوادث ناگوار و افزایش بهره وری افراد باید از انجام فعالیت هایی که نیاز به عملکرد شناختی بالا دارد در محیط های کاری گرم خودداری شود و یا راهکارهای مناسب در جهت کنترل گرمای محیطی به کار گرفته شود. همچنین می توان از مجموعه آزمون های ارزیابی مهارت های شغلی (BATTERY) برای انتخاب افرادی که در مواجهه با شرایط محیطی نامطلوب خطای کمتری دارند استفاده کرد.

#### سپاسگزاری:

نویسندگان از افراد شرکت کننده در مطالعه و دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به عنوان تامین کننده مالی مطالعه تشکر و قدردانی می نمایند.

بررسی شد و نتایج نشان داد که تنش گرمایی (دمای خشک ۳۶ درجه سانتی گراد و رطوبت ۷۵ درصد) باعث کاهش عملکرد در وظایف اجرایی می شود [۲۰]. نتیجه مطالعه niemela و همکاران نشان می دهد که عملکرد کارمندان مرکز تلفن وقتی که دما بالای ۲۵ درجه سانتی گراد است ۵ تا ۷ درصد کمتر است. عملکرد افراد ۲/۴ درصد به ازای هر درجه سانتی گراد افزایش دما در رنج دمایی ۲۱/۹ تا ۲۸/۵ درجه سانتی گراد کاهش یافت [۲۱]. نتیجه مطالعه حاضر از نظر اثر گرما بر روی دقت عملکردی افراد با نتایج مطالعات فوق تطابق دارد. همچنین نتایج حاصل از جدول ۱ نشان می دهد که در بیشتر آزمون های انجام شده میزان افزایش خطا با گذشت زمان در گروه مواجهه یافته با گرما نسبت به گروه کنترل بیشتر بوده است. چراکه وقتی دقت افراد در مواجهه با گرما کاهش یابد تعداد خطاهای افراد بیشتر می شود و این افزایش خطا باعث افزایش زمان انجام یک کار به طور صحیح می شود و راندمان را به طور کلی کاهش می دهد. اگرچه نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که مدت زمان انجام آزمون ها به عنوان سرعت انجام کار بین دو گروه شاهد و مورد تقریباً یکسان بود ولی این مدت زمان انجام کار همراه با خطاست و احتمالاً مدت زمان انجام کار بدون خطا در افرادی که در مواجهه با گرما هستند در مقایسه با افراد در مواجهه با آب و هوای معتدل می باشند بیشتر خواهد بود و عملکرد کلی کمتری خواهند داشت که البته نیاز به بررسی و انجام مطالعات بیشتر دارد.

همچنین در مطالعه گلبابایی و همکاران در سال ۲۰۱۵ که اثر استرس گرمایی را بر روی توجه انتخابی و زمان واکنش ۷۰ نفر از کارگران ریخته گری یک شرکت خودرو سازی بررسی کردند، نتایج نشان داد که در هنگام انجام وظایف ساده بین طول آزمون، زمان واکنش و تعداد خطا با گرما رابطه معنی داری وجود ندارد در حالی که در هنگام انجام وظایف پیچیده بین متغیرهای مذکور و گرما رابطه معنی دار وجود دارد [۲۲]. نتیجه مطالعه hancock و همکاران در سال ۲۰۰۲ نیز نشان می دهد که اثر گرما روی عملکرد شناختی افراد با وظایف مختلف متفاوت است. در وظایفی که نیاز به توجه کمتری داشت، عملکرد شناختی کمتر تحت تاثیر استرس گرمایی قرار گرفت در حالی که وظایف پیچیده تر و نیازمند به توجه بیشتر، بیشتر تحت تاثیر استرس گرمایی قرار گرفت

## References

## منابع

1. International Labour Organization. Safety and Health at Work. International Labour Organization, Geneva, Switzerland. 2011.
2. Mital A, Kilbom Å, Kumar S. Ergonomics guidelines and problem solving: Elsevier; 2000.
3. Show A, Bluett V, Hopkins A. Behavioural Based Safety Programs: Proceeding of the ACTU Congress. Melbourne, Australia. 2005.
4. Hofmann DA, Stetzer A. A cross-level investigation of factors influencing unsafe behaviors and accidents. Personnel Psychology. 1996;49(2):307-39.
5. M. Goldenhar\* L, Williams LJ, G. Swanson N. Modelling relationships between job stressors and injury and near-miss outcomes for construction labourers. Work & Stress. 2003;17(3):218-40.
6. Mohammadfam H, Bahrami A, Fatemi F, Golmohammadi R, Mahjub H. Evaluation of the relationship between job stress and unsafe acts with occupational accidents in a vehicle manufacturing plant. Hamadan Univ Med Sci J. 2008;15(3):60-6.
7. Clark W, Bohne B. Effects of noise on hearing. the journal of the American Medical Association. 1999; 281(17):1658-9.
8. Ghajar . Study of noise and effects on hearing of zamzam. Co workers. The journal of mazandaran university of medical sciences. 1996;6(13):21-5.
9. Hancock P, Vasmatazidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. International Journal of Hyperthermia. 2003;19(3):355-72.
10. Mackworth N. Researches on the measurement of human performance. Med Res Council Spec Rep Ser. 1950(268).
11. Haldi F, Robinson D, editors. Results from the monitoring of indoor environment and occupant perceived productivity in office buildings. Proceedings of Conference: Adapting to Change: New Thinking on Comfort Cumberland Lodge, Windsor, UK; 2010.
12. Instrument L. Hole Type Steadiness Tester. Available from: www.lafayetteinstrument.com. 2009.
13. Louis ED, Yousefzadeh E, Barnes LF, Yu Q, Pullman SL, Wendt KJ. Validation of a portable instrument for assessing tremor severity in epidemiologic field studies. Movement disorders. 2000;15(1):95-102.
14. Pennathur A, Contreras LR, Arcaute K, Dowling W. Manual dexterity of older Mexican American adults: a cross-sectional pilot experimental investigation. International journal of industrial ergonomics. 2003;32(6):419-31.
15. Unalan PC, Akan K, Orhun H, Akgun U, Poyanli O, Baykan A, et al. A basic arthroscopy course based on motor skill training. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2010;18(10):1395-9.
16. Yazdanirad S, Dehghan H, Rahimi Y, Zeinodini M, Shakeriyan M. The Relationship Between Overweight and Heart Rate in Hot and Very Hot Weather Under Controlled Conditions. Health Scope. 2015;4(4).
17. Lan L, Wargocki P, Lian Z: Quantitative measurement of productivity loss due to thermal discomfort. Energy Build 2011, 43:1057–1062.



18. Pilcher JJ, Eric N, Caroline B: Effect of hot and cold temperature exposure on performance: a meta analytic review. *Ergonomics* 2002, 45(10):682–698.
19. Naserpour M, Jafari MJ, Monazzam MR, Shahneshtin 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.
20. 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.
21. Niemela R, Hannula M, Rautio S, Reijula K, Railio J: The effect of indoor air temperature on labour productivity in call centres – a case study. *Energy Build* 2002, 34:759–64.
22. Golbabaei F, Mazloumi A, Mamhood Khani S, 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.
23. 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.

## The effect of heat on the precision and speed of the work in men by the battery method under experimental condition

Ehsanolah Habibi PhD<sup>1</sup>, Habibollah Dehghan PhD<sup>2</sup>, Saeid Lotfi MSc<sup>3</sup>, Akbar Hasanzade MSc<sup>4</sup>

Professor, Department of Occupational Health Engineering<sup>1</sup>, Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering<sup>2</sup>, MSc student of occupational health, Department of Occupational Health Engineering<sup>3</sup>, MSc of occupational health, Department of Occupational Health Engineering<sup>4</sup>, School of health, Isfahan University of medical sciences, Isfahan, Iran

(Received 15Mar, 2016 Accepted 4Apr, 2016)

### ABSTRACT

**Introduction:** The results of some studies show that the physical harmful agents such as heat can impress the cognitive performance. Hence, this study aimed to examine the effect of heat on the precision and speed of the performance in men by the battery method under experimental condition.

**Methods:** This interventional study was conducted on 56 male students in the laboratory of atmospheric conditions in Health School of Isfahan University of medical sciences. At the first, the subjects rested and their demographic information was collected. Then, the participants were divided to two groups including case (30% relative humidity, 35 °C air temperature) and control (40% relative humidity, 20 °C air temperature). They performed the battery tests including two hand harmony tests in clockwise and counterclockwise directions, V Piron test, and the precision targeting vibration meter at 0, 40, 80 and 120 min after the starting time. Then, the number of errors (related to precision) and the duration of the performed test (speed) were recorded by researcher.

**Results** The results of variance analysis showed that the mean values of the precision which obtained by battery tests were significantly different in two groups ( $P < 0.001$ ). Also, mean values of the speed in case and control groups were not significantly different ( $P > 0.09$ ).

**Conclusion:** The results of this study showed that heat can influence high cognitive demand jobs through reducing the precision which may lead to decreased performance and increased unsafe acts.

**Key words:** Heat, Precision, Speed, Battery test

Correspondence:  
Saeid Lotfi.MSc  
student of occupational health,  
Department of Occupational  
Health Engineering School of  
health, Isfahan University of  
medical sciences, Isfahan, Iran  
Tel: +989137922733  
Email:  
saeid.lotfi3118@yahoo.com