ارزیابی اثر استرس گرمایی بر توجه انتخابی و زمان واکنش در کارگران یک صنعت گرم: کاربرد آزمون استروپ رایانه ای

فریده گلبابایی[1] - عادل مظلومی [2*]- سمیه محمودخانی[3]-زینب کاظمی[4]- مصطفی حسینی[5]
مرضیه عباسی نیا[3] - سمیه فرهنگ دهقان[3]
amazlomi@tums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۵

چکیده

مقدمه: کار در محیط‌های گرم و شرایط جوی نامناسب، به‌عنوان یکی از متداول‌ترین مشکلات بهداشت شغلی می‌تواند به بیماری‌های ناشی از گرما و حتی در مواردی به مرگ منجر شود. استرس گرمایی فرآیند شناختی دخیل در تصمیم گیری و تبدیل وظایف ساده به پیچیده را مختل می‌نماید. لذا هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی توجه انتخابی و زمان واکنش کارگران ریخته گری یک شرکت خودروسازی و بررسی اثر استرس گرمایی بر پارامترهای مذکور می باشد.

روش کار: در این مطالعه کوهورت گذشته نگر 70 نفر از کارگران شاغل در یک صنعت گرم در دو گروه مواجه و غیر مواجه مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک برای هر فرد تکمیل و میزان صدا و روشنایی محیط کار به عنوان عوامل مخدوش کننده احتمالی سنجش شد. سپس جهت بررسی اثر گرما بر توجه انتخابی و زمان واکنش از افراد قبل و در حین انجام کار آزمون‌های استروپ 1، 2، و 3 گرفته شد. جهت بررسی شرایط محیطی نیز شاخص WBGT در سه ارتفاع پا، کمر و سر اندازه گیری گردید. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج سنجش WBGT نشان داد که میانگین شاخص WBGT در گروه مواجه 33 °C و در گروه غیر مواجه 16/7 °C بود. همچنین طبق یافته های حاصل از آزمون استروپ، بین طول آزمون، زمان واکنش و تعداد خطا در آزمون‌های استروپ 1 و 2 با گرما رابطه معناداری وجود ندارد (Pvalue <0/05) ولی متغیرهای مذکور در آزمون استروپ 3 با گرما رابطه مستقیم و معناداری دارند (Pvalue >0/0001). به‌علاوه، شاخص‌های طول آزمون، زمان واکنش و تعداد خطا در آزمون استروپ 3 در گروه مواجه (گروه مواجه با گرما) به‌صورت معناداری از گروه غیر مواجه بالاتر بود.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که استرس گرمایی موجب افزایش زمان واکنش و کاهش توجه انتخابی در افراد می‌شود. بنابراین می‌توان گرما را به عنوان یک عامل استرسی در محیط‌های کاری گرم، معرفی کرده و ضروری است در خصوص طراحی مشاغل و فعالیت هایی که مستلزم توجه انتخابی و یا زمان واکنش می باشند عامل گرما را مدنظر قرار داد.

کلمات کلیدی: *استرس گرمایی، توجه انتخابی، زمان واکنش، آزمون استروپ، WBGT*

1- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
2- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
3- کارشناس ارشد، مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
4- کارشناسی ارشد ارگونومی، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
5- استاد، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

مقدمه

در محیط‌های صنعتی هیچ فرآیندی با راندمان ۱۰۰% انجام نمی‌گیرد و متأسفانه بخشی از کارایی مورد نظر، به محصولات ناخواسته و نامطلوب تبدیل می‌شود. عملکرد انسان در سیستم‌های کاری تحت تأثیر طیف وسیعی از عوامل متفاوت قرار دارد (Jalil *et al.,* 2007). یکی از این عوامل، استرس های حرارتی در محیط می‌باشد که می‌تواند عملکرد شناختی افراد را ازطریق ایجاد عدم احساس آسایش، خستگی شناختی و آشفتگی و بیهوشی در گرمای زیاد دست‌خوش تغییر نماید. از آنجا که دمای داخلی بدن باید در محدوده ۳۷ درجه سلسیوس نگه داشته شود، تبادل حرارتی بین بدن انسان و محیط اطرافش ضروری به نظر می‌رسد. یعنی به طور متوسط، گرمای منتقل شده به بدن و گرمای تولید شده در آن باید از طریق انتقال گرما به خارج به تعادل برسد. اگر گرمای تولید شده در بدن و گرمای وارد شده به آن بیش از گرمای خارج شده از بدن باشد، دمای بدن افزایش می‌یابد (Hocking *et al.,* 2000).

انسان‌ها نسبت به افزایش دمای درونی خود دو نوع واکنش نشان می‌دهند: ۱) پاسخ‌های رفتاری (برای مثال کاهش میزان فعالیت بدنی، خارج کردن لباس و فاصله گرفتن از منبع حرارت ۲) پاسخ‌های شناختی (کاهش تمرکز و افزایش خطا) (Hancock and Vasmatzidis, 2003).

Mackworth در سال ۱۹۵۰ اولین محققی بود که مساله استرس گرمایی و عملکرد انسان را مورد مطالعه قرار داد. وی دریافت اگر از فردی خواسته شود که بر کار خسته کننده‌ای در شرایط محیطی گرم تمرکز کند، عملکرد وی در طول زمان کاهش می‌یابد (Mackworth, 1950).

Stubblefield و همکاران در تحقیقی اثر هایپرترمی فعال حاصل از یک آزمایش استرس گرمایی (HST) را بر چهار عملکرد شناختی (حافظه کاری، توجه، سرعت پاسخ، سرعت پردازش) افراد سنجیدند. یافته های این تحقیق نشان داد که هایپرترمی باعث کاهش عملکرد حافظه کاری می شود. مطالعات پیشین نشان داده که سرعت پاسخ و سرعت پردازش و توجه، کمتر تحت تاثیر از اثرات دمای بالای عمقی بدن می باشد (Stubblefield *et al.,* 2006).

طیف وسیعی از عوامل بر عملکرد انسان در محیط‌های گرم تأثیر می‌گذارند. پیچیدگی وظیفه یکی از این عوامل است. برای مثال نشان داده شده که کارهای ساده کمتر تحت تأثیر استرس گرمایی قرار می‌گیرند و در مقابل کارهایی از قبیل ردیابی، مراقبت و وظایف چندگانه نسبت به استرس گرمایی حساس‌ترند و بیشتر تأثیر می‌پذیرند. سطح مهارت فردی نیز عامل تأثیر گذار دیگری است (Jalil *et al.,* 2007). Hygge و همکارانش در سال ۲۰۰۱ در مطالعه خود در خصوص تاثیر صدا، گرما و روشنایی محیط بر عملکرد شناختی از آزمون های میزان توجه، حل مسایل، یادآوری بلند مدت و شناخت، و یادآوری کوتاه مدت استفاده کردند (Hygge and Kenz, 2001). Furtado و همکارانش نیز به‌منظور سنجش میزان عملکرد شناختی افراد از شاخص های ضربان قلب، مصرف اکسیژن، دمای پرده تمپان، پاسخ های ذهنی، بهره وری، و میزان خطا استفاده کردند (Furtado *et al.,* 2007).

مطالعات قبلی نشان می‌دهد که تفاوت معنی داری بین ۲-۳ % کم آبی بدن و بسیاری از آزمون‌های عصب- روان شناختی و سنجش‌های ارزیابی وظایف کاری وجود دارد. از لحاظ فیزیولوژیکی، مبنای کاهش عملکرد شناختی ممکن است به

مکانیسم‌های مختلف بدن منسوب گردد (Hancock and Vasmatzidis, 2003; Hocking *et al.*, 2001).

با توجه به مطالب فوق و نظر به اینکه تقریباً تمام مطالعات انجام شده در خصوص تأثیر استرس گرمایی بر عملکردهای شناختی (به خصوص توجه انتخابی و زمان واکنش) افراد در آزمایشگاه و تحت شرایط کنترل شده صورت پذیرفته است و کمتر تحقیقی را می‌توان یافت که به بررسی این موضوع در شرایط واقعی کار پرداخته باشد (شرایطی که افراد با ترکیبی ازعوامل مختلف روبرو می باشند، مثل حضور در یک صنعت گرم) لذا این مطالعه با هدف ارزیابی اثر استرس گرمایی بر توجه انتخابی و زمان واکنش کارگران در واحد ریخته گری یک شرکت خودروسازی انجام شد.

روش کار

پژوهش حاضر در میان ۷۰ نفر از کارکنان مرد در یک شرکت خودروسازی انجام شده است. با توجه به اینکه مطالعه از نوع هم‌گروهی گذشته نگر می باشد، ۳۵ نفر از شرکت کنندگان شاغل در بخش ریخته گری چدن در واحد های BMD و Diza و ذوب که در معرض گرما قرار داشتند به عنوان گروه مواجه انتخاب شدند و ۳۵ نفر از آن‌ها که شاغل در بخش CNC بودند به عنوان گروه غیر مواجه انتخاب گردیدند. تعداد نمونه مورد نیاز برای هر گروه با در نظر گرفتن انحراف معیار ۲ (به‌دست آمده از مطالعات مشابه) و با استفاده از فرمول ارایه شده در زیر برای این طرح تحقیقاتی حدود ۲۰ نفر تعیین گردید. ضمن آنکه تعداد گروه مواجه نیز مساوی تعداد غیر مواجه انتخاب شدند. لازم به ذکر است که به دلیل احتمال وجود عوامل مخدوش کننده و داده های پرت این تعداد در هر گروه به ۳۵ نفر ارتقاء یافت.

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \times 2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

دو محیط از لحاظ شرایط مکانی مثل روشنایی، آلودگی محیط کار و همچنین بار کاری تقریباً مشابه بودند و تنها تفاوت آن‌ها در میزان استرس گرمایی و صدای محیط کارشان بود. در انتخاب شرکت کنندگان سعی شد تا افرادی با شرایط جنسی، سنی، و فیزیکی مشابه، در پژوهش مشارکت داده شوند. در هر دو گروه افراد از لحاظ سنی و سابقه کاری در وضعیت مشابهی قرار داشتند. به علاه، افراد شرکت کننده از هرگونه بیماری و اختلالات قلبی-عروقی و اختلالات ذهنی-روانی مبرا بودند. در روز قبل از آزمون به افراد تأکید گردید که خواب و استراحت کافی داشته باشند، رژیم غذایی معمولی را رعایت نموده و از خوردن دارو، قهوه و مواد کافیین دار پرهیز نمایند. سپس از کمیته اخلاقی شرکت اجازه و فرم رضایت‌نامه از شرکت کنندگان گرفته شد. در روز آزمون پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک بین کارکنان مواجه توزیع گردید و در ابتدای شیفت کاری توسط آن‌ها تکمیل و سپس جمع آوری شد. قبل از سنجش اصلی به منظور آشنایی افراد با نحوه انجام تست، آزمون آزمایشی انجام گردید. اندازه گیری‌ها و آزمون‌ها در این مطالعه در دو موقعیت زمانی یعنی قبل از شروع به کار و حین انجام کار و در سه حوزه سنجش شرایط محیطی(صدا و روشنایی)، سنجش شرایط جوی محیط کار و آزمون‌های مربوط به توجه انتخابی و زمان واکنش افراد انجام گرفت. ابتدا به منظور سنجش صدا از دستگاه صداسنج مدل TES 1358

ساخت کمپانی TES استفاده شد و صدای محیط کار به روش ایستگاه بندی اندازه گیری گردید. سنجش روشنایی به روش موضعی با دستگاه لوکس متر مدل hagner EC1 ساخت کمپانی hagner کشور سوئد انجام شد. سپس جهت بررسی شرایط جوی محیط کار از شاخص دمای تر گویسان مطابق توصیه ACGIH استفاده گردید. اندازه گیری این شاخص توسط دستگاه WBGT متر مدل Cassela ساخت کشور انگلستان انجام شد و بدین منظور در هر ایستگاه در سه ناحیه پا و کمر و سر، دمای خشک، دمای تر، دمای گو یسان و میزان دمای تر گویسان در زمان های مختلف مواجهه مورد سنجش قرار گرفتند. با توجه به اینکه شرایط جوی محیط کار در ساعات مختلف شیفت کاری متفاوت بود، بنابراین WBGT در مقاطع مختلف زمانی و طی شیفت کاری تعیین شد و سپس متوسط آن توسط رابطه زیر محاسبه و در نتایج لحاظ گردید).

$$WBGT(TWA) = \frac{(WBGT1 \times T1) + (WBGT2 \times T2) + \cdots + (WBGTn \times Tn)}{T1 + T2 + \cdots + Tn}$$

در مرحله بعد، آزمون‌های عملکرد شناختی شامل زمان واکنش، میزان دقت و توجه توسط Stroop Color-Word Test (SCWT) انجام شد. این تست اولین بار توسط ریدلی استروپ در سال ۱۹۳۵ برای ارزیابی توجه انتخابی و انعطاف پذیری شناختی و نیز به منظور ارزیابی‌های شناختی متعدد طراحی و استفاده گردید. تاکنون بیش از ۱۰۰۰ مقاله درباره استروپ و نسخه های آن منتشر شده است (Dadsetan *et al.*, 2010). همچنین یوتل دگراف (۱۹۹۵) متوسط ضریب روایی برای سه کوشش آزمون استروپ را بیش از ۰/۷۵ و اعتبار باز آزمایی با فاصله یک ماه برای سه کوشش را برابر ۰/۹ و ۰/۸۳ و ۰/۸۱ گزارش نمود (Dadsetan *et al.*, 2010). تست استروپ مورد استفاده در مطالعه حاضر به صورت کامپیوتری طراحی شد که نسخه انگلیسی آن موجود می‌باشد. اما با توجه به ماهیت جامعه مورد پژوهش (جامعه کارگری) نسخه فارسی آزمون استروپ در این مطالعه طراحی و مورد استفاده قرار گرفت. این تست شامل دو بخش تمرین و آزمون اصلی است که هر یک دارای ۳ مرحله می‌باشد.

مرحله اول نامیدن رنگ است که در آن اشکال دایره ای شکل به رنگ‌های سبز و آبی و قرمز ظاهر می‌شوند و شرکت کننده به محض مشاهده تصویر، رنگ متناسب با آن را روی صفحه کلید که

شکل ۱. آزمون استروپ ۳

برچسب رنگ مواجه نظر روی آن زده شده است، فشار می‌دهد. مرحله دوم نامیدن کلمه است که در کادری سفید رنگ اسامی رنگ‌ها ظاهر می‌شوند و به محض مشاهده کلمه، فرد آزمون شونده باید کلمه رنگی متناسب با کلمه‌ای را که روی صفحه کلید است فشار دهد. مرحله سوم که مرحله اصلی است، کلمه ناهمخوان (قرمز-سبز-آبی) به صورت تصادفی و متوالی روی صفحه مانیتور نشان داده می‌شود. آزمودنی فقط با تأکید بر رنگ و بدون در نظرگرفتن معنی آن باید رنگ مرتبط را بر اساس برچسب روی صفحه کلید فشار دهد. در شکل ۱ مرحله سوم این آزمون مشاهده می‌گردد.

جهت تحلیل اطلاعات ابتدا تست نرمال بودن برای متغیرهای وابسته انجام شد و سپس آزمون‌های T مستقل، T زوجی، Mann-Whitney و رگرسیون خطی اجرا گردید. هم چنین همبستگی گرما با سایر عوامل توسط آزمون همبستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفت. فاصله اطمینان آماری معنی دار بودن برابر با P > ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

نتایج این مطالعه که بر روی ۷۰ نفر از کارگران شرکت مالیبل سایپا شامل شامل ۳۵ نفر در گروه مواجه و ۳۵ نفر گروه غیر مواجه در این بخش ارایه گردیده است. میانگین سنی افراد گروه مواجه و غیر مواجه به ترتیب ۳۵/۱۱ و ۳۸/۵۷ سال بدست آمد. به‌علاوه، اکثریت افراد شرکت کننده در هر دو گروه در دامنه سنی ۴۰-۳۵ و سابقه کاری ۱۵-۱۰ سال قرار داشتند. از لحاظ نتایج حاصل از ارزیابی میزان مواجه با استرس گرمایی براساس شاخص WBGT در گروه غیر مواجه و مواجه در جدول شماره ۱ ارایه شده است.

میانگین شاخص WBGT در تمام نواحی سر، تنه و پا با آزمون T مستقل در گروه مواجه بیش از غیر مواجه بوده و این اختلاف معنی دار می‌باشد. (Pvalue >۰/۰۰۰۱). همان‌گونه که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود کارگران غیر مواجه (سالن CNC) بر اساس حدود مجاز توصیه شده توسط ACGIH تحت استرس گرمایی نمی‌باشند، اما کارگران قسمت BMD، دیزا و ذوب که هر سه در سالن ریخته گری حضور دارند تحت استرس گرمایی می‌باشند.

همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در طول انجام آزمون، زمان واکنش (آزمون‌های استروپ ۱ و ۲) در گروه های غیر مواجه و مواجه در حین کار و قبل آن اختلاف معنی داری ندارد (P>۰/۰۵) ولی در طول انجام آزمون و زمان واکنش تست استروپ ۳ در گروه های غیر مواجه و مواجه اختلاف معنی دار وجود دارد (P=۰/۰۰۲ و P=۰/۰۲۲) و نیز با آزمون T زوجی مشخص گردید

جدول ۱. ارزیابی تنش گرمایی گروه مواجه و غیر مواجه بر اساس استاندارد شاخص WBGT توصیه شده توسط ACGIH

ایستگاه کاری		مصرف انرژی(کیلوکالری در ساعت)	نوع فعالیت: تناوب کار استراحت (٪) کار(٪)	WBGT °C	حد مجاز ACGIH °C	وضعیت تنش گرمائی فرد
غیر مواجه	سالن CNC	۳۱۴	کار مداوم	۱۶/۷۵	۲۶/۷	آسایش حرارتی
مواجه	BMD	۳۵۰	۷۵ ۲۵	۳۵/۴	۲۸	استرس حرارتی
	Diza	۳۵۵	۷۵ ۲۵	۳۲/۶	۲۸	استرس حرارتی
	ذوب	۳۱۵	کار مداوم	۳۰/۸	۲۶/۷	استرس حرارتی

جدول ۲. نتایج آزمون‌های استروپ جهت بررسی توجه انتخابی و زمان واکنش

متغیر	گروه آزمایش	مواجه				P-value (قبل و حین کار برای گروه مواجه)	غیر مواجه				P-value (قبل و حین کار برای گروه غیر مواجه)	P-value (بین گروه غیر مواجه و مواجه در حین انجام کار)
		قبل		حین کار			قبل		حین کار			
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
طول آزمون (میلی ثانیه)	استروپ ۱	۴۹۴۶۰	۷۵۵۰	۵۱۱۵۱	۷۸۷۳	۰/۴۰۴	۴۷۴۹۹	۴۴۹۲	۵۰۲۹۵	۷۷۶۶	۰/۱۷۴	۰/۶۶
	استروپ ۲	۵۱۵۱۸	۲/۲۱	۵۳۰۷۳	۷۰۴۰	۰/۷۲۷	۴۹۰۸۶	۷۳۲۶	۵۰۵۶۲	۸۴۷۵	۰/۲۶۹	۰/۱۹۷
	استروپ ۳	۵۸۲۱۵	۹۳۴۰	۶۶۱۳۱	۸۵۰۸	۰/۰۰۸	۵۷۱۱۸	۸۳۲۶	۵۹۷۰۷	۷۱۳۹	۰/۱۵۸	۰/۰۰۲
زمان واکنش (میلی ثانیه)	استروپ ۱	۴۵۶/۶	۱۳۱/۹	۴۸۵	۱۱۵	۰/۳۹۴	۴۱۰	۸۰	۴۴۳	۱۳۲/۹	۰/۴۵۲	۰/۱۸۴
	استروپ ۲	۴۸۷/۸	۱۴۵	۵۲۰	۱۵۷	۰/۵۷۴	۴۵۸	۱۳۲/۵	۴۹۶	۱۰۱	۰/۱۴۷	۰/۴۷۳
	استروپ ۳	۵۰۰	۱۱۱	۵۷۷	۱۱۵	۰/۰۰۳	۴۶۱	۱۱۱	۵۰۰	۱۴۸	۰/۲۴۲	۰/۰۲۲
تعداد خطا	استروپ ۱	۱/۶۵	رنج ۴	۲/۹۳	رنج ۷	۰/۰۱۶	۰/۸۰۶	۳	۱/۰۹	رنج ۳	۰/۰۵۷	۰/۰۰۳
	استروپ ۲	۱/۶۲	۴	۳/۷۷	۷	۰/۰۰۱	۰/۸۵۲۹	۵	۱/۱۱	۴	۰/۳۷۶	۰<۰۰۱
	استروپ ۳	۲/۸۵	۷	۴/۵۳	۹	۰/۰۲۵	۱/۲۵	۳	۱/۶۴	۵	۰/۰۸۱	۰<۰۰۱

جدول ۳. همبستگی گرما با متغیرهای آزمون استروپ

نام آزمون / میزان همبستگی با گرما		همبستگی پیرسون		P-Value	
		قبل از کار	حین کار	قبل	حین کار
طول آزمون (برحسب میلی ثانیه)	استروپ ۱	۰/۱۹۶	۰/۰۹۲	۰/۱۲۷	۰/۴۷۵
	استروپ ۲	۰/۱۰۰	۰/۱۴۷	۰/۴۳۸	۰/۲۴۳
	استروپ ۳	۰/۱۹۱	۰/۳۲۵	۰/۱۴۳	۰/۰۱۰
زمان واکنش (برحسب میلی ثانیه)	استروپ ۱	۰/۲۸۱	۰/۰۸۷	۰/۱۲۷	۰/۴۹۹
	استروپ ۲	۰/۰۸۴	۰/۰۷۶	۰/۵۱۱	۰/۵۴۲
	استروپ ۳	۰/۰۸۸	۰/۲۴۷	۰/۴۹۷	۰/۰۴۷
تعداد خطا	استروپ ۱	۰/۰۶۳	۰/۳۰۳	۰/۶۳۲	۰/۰۱۶
	استروپ ۲	۰/۱۳۵	۰/۳۶۶	۰/۳۰۰	۰/۰۰۳
	استروپ ۳	۰/۲۵۰	۰/۴۴۶	۰/۰۵۶	>۰/۰۰۱

که در گروه مواجه طول انجام آزمون و زمان واکنش تست استروپ ۳ قبل از شروع شیفت کاری و در حین آن اختلاف معنی داری دارند (P=۰/۰۰۸ و P=۰/۰۰۳) ولی در گروه غیر مواجه طول انجام آزمون و زمان واکنش تست استروپ ۳ در زمان قبل از شروع شیفت کاری و در حین آن اختلاف معنی داری دیده نمی‌شود (P>۰/۰۵). تعداد خطا در انجام هر سه آزمون استروپ با آزمون Mann-Whitney در گروه های غیر مواجه و مواجه اختلاف معنی داری دارد. همچنین در گروه مواجه تعداد خطا در آزمون‌های استروپ، قبل از شروع شیفت کاری و در حین آن با آزمون Wilcoxon Signed Ranks Test اختلاف معنی دار دارند (P-value>۰/۰۵). ولی تعداد خطا در آزمون‌های استروپ با آزمون Wilcoxon Signed Ranks Test در گروه غیر مواجه قبل از شروع شیفت کاری و در حین آن معنی دار نیست (P-value <۰/۰۵).

همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، آزمون پیرسون نیز نشان داد که بین شاخص دمای تر گویسان با طول آزمون استروپ ۳ در حین انجام کار (p= ۰/۰۱۰ و r= ۰/۳۲۵)، زمان واکنش آزمون استروپ ۳ در حین انجام کار (p=۰/۰۴۷ و r=۰/۲۴۷)

جدول ۵. نتایج مربوط به متغیرهای زمینه¬ای در گروه¬های غیر مواجه و مواجه

شاخص های آماری / متغیرها	میانگین (انحراف معیار)		بیشینه		کمینه		P-value
	مواجه	غیر مواجه	مواجه	غیر مواجه	مواجه	فاقد مواجه	
صدا (دسیبل)	۸۲ (۴/۶۲)	۷۹ (۴/۶۸)	۹۰	۸۹	۶۹	۷۱	۰/۰۱۱
روشنایی (لوکس)	۱۵۶ (۹۰/۸۸)	۱۷۸ (۶۸/۷۳)	۴۷۹	۳۶۱	۵۴	۸۵	۰/۲۷۵

جدول ۶. آنالیز رگرسیون تفاوت در متغیرهای آزمون استروپ در کارگران مورد مطالعه با در نظر گرفتن عوامل مخدوش کننده

نوع آزمون	متغیر مستقل		ضریب رگرسیون	خطای معیار	P-value
طول آزمون استروپ ۱	استرس حرارتی(درجه سانتیگراد)		-۱۰۰۳/۱۸	۲۵۱۵/۰۴۷	۰/۶۹۲
	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	۲۸۱/۹۸	۲۴۰/۸۶	۰/۲۴۷
		سابقه کار (سال)	-۴۲۵/۷۳	۲۹۱/۷۱	۰/۱۵
	پارامترهای محیطی	صدا (دسیبل)	-۱۱۱/۷۵	۲۲۶/۰۲۹	۰/۶۲۳
طول آزمون استروپ۲	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	۱۳۰۲/۸۷	۲۴۷۱/۶۹	۰/۶
		سابقه کار (سال)	۲۳۶/۶۵	۲۳۸/۲۴	۰/۳۲۵
	پارامترهای محیطی	صدا(دسیبل)	-۲۷۹/۶۲	۲۸۷/۲۰	۰/۳۳۴
طول آزمون استروپ ۳	استرس حرارتی(درجه سانتیگراد)		۸۹۲۶/۸۸	۲۳۷۰/۵۷	<۰/۰۰۱
	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	۲۸۳/۲۰	۲۳۵/۲۷	۰/۲۳۴
		سابقه کار (سال)	۲۰۰/۰۲	۲۹۱/۱۴	۰/۴۹۵
	پارامترهای محیطی	صدا (دسیبل)	-۲۱/۸۹	۲۲۳/۴۵	۰/۹۲۲
زمان واکنش استروپ ۱	استرس حرارتی(درجه سانتیگراد)		۳۸/۱۸	۴۰/۷۸	۰/۳۵۳
	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	۱/۷	۳/۸۷	۰/۶۶
		سابقه کار (سال)	-۱/۴۱	۴/۶۷	۰/۷۶۳
	پارامترهای محیطی	صدا (دسیبل)	-۰/۷۵۱	۳/۶۰	۰/۸۳۶
زمان واکنش استروپ ۲	استرس حرارتی(درجه سانتیگراد)		۸/۱۹	۴۰/۶۸	۰/۸۴۱
	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	-۳/۸۷۵	۳/۹۸	۰/۳۳
		سابقه کار (سال)	۱/۳۱	۴/۷۹	۰/۷۸۵
	پارامترهای محیطی	صدا (دسیبل)	-۰/۱۶۲	۳/۷۲	۰/۹۶۶
زمان واکنش استروپ ۳	استرس حرارتی(درجه سانتیگراد)		۴۴/۷۶	۴۰/۱۴	۰/۲۶۹
	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	۸/۶۱	۳/۹۲	۰/۰۳۲
		سابقه کار (سال)	-۱۱/۷۵	۴/۷۱	۰/۰۱۶
	پارامترهای محیطی	صدا (دسیبل)	۲/۳۸	۳/۶۷	۰/۵۱۹
تعداد خطا استروپ ۱	استرس حرارتی(درجه سانتیگراد)		۲/۲۷	۰/۶۱	<۰/۰۰۱
	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	۰/۷۹	۰/۰۵۸	۰/۱۷۸
		سابقه کار (سال)	-۰/۰۴۱	۰/۰۷۰	۰/۵۶۱
	پارامترهای محیطی	صدا (دسیبل)	-۰/۰۱۱	۰/۰۵۴	۰/۸۴۲
تعداد خطا استروپ۲	استرس حرارتی(درجه سانتیگراد)		۳/۳۹	۰/۵۵۷	<۰/۰۰۱
	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	-۰/۰۰۵	۰/۰۵۵	۰/۹۲۲
		سابقه کار (سال)	۰/۰۴۴	۰/۰۶۶	۰/۵۰۴
	پارامترهای محیطی	صدا (دسیبل)	-۰/۱۲	۰/۰۵۱	۰/۰۲۲
تعداد خطا استروپ ۳	استرس حرارتی(درجه سانتیگراد)		۳/۳۲	۰/۷۶۹	<۰/۰۰۱
	شاخص های دموگرافیک	سن (سال)	۰/۰۳۳	۰/۰۷۲	۰/۶۴۹
		سابقه کار (سال)	۰/۰۶۹	۰/۰۸۶	۰/۴۲۳
	پارامترهای محیطی	صدا (دسیبل)	۰/۰۱۳	۰/۰۷۴	۰/۸۶۴

و تعداد خطا در حین انجام کار در آزمون‌های استروپ ۱ (p= ۰/۰۱۶ و r= ۰/۳۰۳)، ۲ (p= ۰/۰۰۳ و r= ۰/۳۶۶) و ۳ (p< ۰/۰۰۱ و r= ۰/۴۶۶) ارتباط مستقیم و معناداری وجود دارد.

مطابق جدول فوق، میانگین روشنایی در دو گروه غیر مواجه و مواجه اختلاف معنی دار ندارد

جدول ۷. همبستگی متغیر زمینه ای صدا با متغیرها ی آزمون استروپ در گروه های غیر مواجه و مواجه

نام آزمون / همبستگی با گرما		مواجه				غیر مواجه			
		همبستگی پیرسون		P-Value		همبستگی پیرسون		P-Value	
		قبل	حین کار	قبل	حین کار	قبل	حین کار	قبل	حین کار
طول آزمون (میلی ثانیه)	استروپ ۱	۰/۱۳۷	۰/۰۶۹	۰/۴۶۳	۰/۷۱۱	۰/۱۰۰	-۰/۰۶۱	۰/۵۹۱	۰/۷۴۵
	استروپ ۲	-۰/۱۲۸	-۰/۱۲۸	۰/۷۷۷	۰/۴۹۳	-۰/۲۸۶	۰/۰۸۳	۰/۱۰۶	۰/۶۴۲
	استروپ ۳	۰/۳۱۹	-۰/۱۳۵	۰/۱۰۵	۰/۴۷۸	۰/۱۰۲	-۰/۲۲۷	۰/۵۷۲	۰/۲۱۱
زمان واکنش (میلی ثانیه)	استروپ ۱	-۰/۱۳۳	۰/۰۴۴	۰/۴۷۵	۰/۸۱۲	۰/۰۶۰	۰/۲۳۶	۰/۷۵۰	۰/۱۹۳
	استروپ ۲	-۰/۱۳۳	۰/۱۷۹	۰/۴۹۰	۰/۳۳۶	۰/۱۴۸	-۰/۳۰۲	۰/۴۰۵	۰/۱۴۸
	استروپ ۳	۰/۲۰۹	۰/۰۲۳	۰/۲۹۶	۰/۹۰۳	-۰/۰۵۹	۰/۲۲۹	۰/۷۳۶	۰/۱۸۵
تعداد خطا	استروپ ۱	-۰/۰۴۰	-۰/۱۳۷	۰/۸۳۸	۰/۴۶۱	۰/۲۱۳	۰/۰۴۳	۰/۲۵۰	۰/۰۷۸
	استروپ ۲	-۰/۲۹۴	-۰/۴۴۱	۰/۱۳۷	۰/۱۱۳	۰/۱۱۲	۰/۱۴۱	۰/۵۲۸	۰/۴۱۹
	استروپ ۳	۰/۰۳۵	-۰/۰۲۸	۰/۸۶۳	۰/۸۸۶	-۰/۱۴۴	۰/۰۹۴	۰/۴۳۱	۰/۵۹۷

ولی میانگین صدا در این دو گروه تفاوت معنی دار دارند. لذا جهت بررسی اثر احتمالی صدا بر عملکرد شناختی از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

به‌منظور بررسی اثر عوامل مخدوش کننده (سن، صدا و سابقه کار) آنالیز رگرسیون خطی صورت گرفت که نتایج آن در جدول شماره ۵ ملاحظه می گردد. جدول شماره ۵ بیان کننده این مطلب است که پس از انجام آنالیز رگرسیون و در نتیجه تعدیل برای متغیرهای سن، صدا و سابقه کار، تأثیر استرس حرارتی بر متغیرهای آزمون استروپ ثابت باقی مانده است. به عبارت دیگر با در نظر گرفتن تأثیر عوامل مخدوش کننده، اثر استرس حرارتی بر متغیرهای آزمون استروپ در دو گروه مواجه و غیر مواجه ثابت باقی مانده است.

از طریق آزمون همبستگی پیرسون میزان ارتباط متغیر زمینه‌ای صدا با متغیرهای طول آزمون، زمان واکنش و تعداد خطا در گروه غیر مواجه و مواجه توسط آزمون استروپ سنجیده شد. میزان ارتباط و همبستگی این متغیر در جدول ۶ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می شود، آزمون پیرسون نشان داد که بین متغیر زمینه‌ای صدا با متغیرهای طول آزمون، زمان واکنش و تعداد خطا درگروه غیر مواجه و مواجه ارتباط معنا داری وجود ندارد (P-value <۰/۰۵) و این نشان دهنده عدم تأثیر پذیری عملکرد شناختی از متغیرهای زمینه‌ای در این پژوهش بوده است.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به مطالعات قبلی و با احتمال تأثیر شرایط گرم بر عملکرد شناختی، این مطالعه در یک کارخانه خودرو سازی انجام‌شد. متغیرهای چندگانه ممکن است نقش مهمی در افزایش رفتارهای پرخطر و کاهش عملکردهای شناختی افراد داشته باشند، به‌طوری‌که میزان رفتار ناامن و حوادث صنعتی در بارکاری بالا و همچنین در محیط‌هایی با WBGT بالاتر از ۲۴ °C و همچنین زمانی که دمای عمقی بالاتر از ۲۸ °C برسد، افزایش می‌یابد (O'Neal and Bishop, 2010).

زمان واکنش، یک آزمون مناسب برای بررسی اثر استرس گرمایی بر عملکرد شناختی می باشد (۱۶). در دماهای بالای ۳۶ °C و ۳۱°C

خطاهای حذف و زمان پاسخ افزایش می یابد. در دو دمای دیگر (یعنی ۲۶ °C و ۲۱ °C) دمای عمقی بدن افراد بالا رفته و با کاهش عملکرد افراد همراه است. در نتیجه در محیطی که دمای عمقی بدن تغییرات زیادی ندارد، عملکرد افراد نیز دچار تغییرات چندانی نمی‌شود و در یک سطح باقی می‌ماند. در این مطالعه نیز مشاهده شد در شرایط گرم زمان واکنش و تعداد خطا افزایش می یابد.

نتایج این پژوهش فرضیه اثر استرس گرمایی بر توجه انتخابی و زمان واکنش در کارگران ریخته گری را تأیید کرد. مقادیر به‌دست آمده برای شاخص WBGT با مقادیر مجاز که از طرف سازمان ACGIH ارایه شده، مقایسه گردید. قابل ذکر است مقادیر استاندارد اعلام شده توسط کمیته فنی استاندارد ایران با مقادیر توصیه شده توسط ACGIH یکسان می‌باشد. در این مطالعه حداقل میزان شاخص WBGT ۱۵/۹۷ درجه سانتی‌گراد و مربوط به سالن CNC (گروه غیر مواجه) بود و حداکثر میزان آن نیز ۴۰/۴ درجه سانتی‌گراد و مربوط به واحد ذوب بود. آزمون‌های استروپ در ساعت ۶ صبح (قبل از شروع کار) و ۱۰ صبح (در حین کار) در هر دو گروه مواجه و غیر مواجه انجام شد. یافته ها نشان داد که علاوه بر اینکه نتایج آزمون استروپ ۱ و ۲ از لحاظ شاخص‌های طول آزمون و زمان واکنش در گروه های غیر مواجه و مواجه در حین انجام کار و در هر گروه قبل و در حین کار تفاوت معنی داری نداشت، همبستگی نیز بین گرما با طول آزمون و زمان واکنش در آزمون‌های استروپ ۱ و ۲ مشاهده نشد. این امر را می‌توان به سادگی نوع آزمون‌های استروپ و نیاز به توجه کم در این دو آزمون نسبت داد. همان‌گونه که Hancock و همکارانش در سال ۲۰۰۳ دریافتند که گرما روی عملکرد شناختی به گونه‌ای متفاوت تأثیر می‌گذارد و اثر آن بستگی به نوع وظیفه شناختی دارد. در وظایفی که نیاز به توجه کمتری دارند، عملکرد شناختی کمتر تحت تأثیر استرس گرمایی قرار گرفته و وظایفی که پیچیده تر و نیاز به توجه بیشتری دارند، بیشتر تحت تأثیر استرس گرمایی هستند (Hancock and Vasmatzidis, 2003). Patterson و همکارانش نیز دریافتند که تفاوت در طول انجام وظیفه و پیچیدگی آن ممکن است منجر به تغییر در نتایج مواجه انتظار شود. اثر استرس گرمایی در خصوص وظایف ساده روی عملکرد شناختی روشن نیست (Patterson *et al.,* 1997). در خصوص آزمون استروپ ۳ نتایج متفاوت بود، به‌طوری که طول آزمون و زمان واکنش در گروه های غیر مواجه و مواجه تفاوت معنی دار دارد و علاوه بر آن در گروه مواجه نیز قبل و حین انجام کار هر دو این شاخص‌ها معنی دار بودند. همچنین همبستگی بین گرما با طول آزمون و زمان واکنش در آزمون استروپ ۳ مشاهده شد. علت این مساله را می‌توان به پیچیدگی آزمون استروپ ۳ و نیز گرمای محیط کار نسبت داد. همان‌گونه که Patterson و همکارانش دریافتند هنگام مواجه با گرما بر حسب ساده یا پیچیده بودن وظیفه، زمان واکنش متفاوت خواهد بود. هنگامی که دما از ۲۱ درجه سانتی‌گراد به ۳۵ درجه افزایش می‌یابد زمان واکنش نیز افزایش می یابد (Patterson *et al.,* 1997) تحقیق Hancock و همکارانش در سال ۲۰۰۳ نیز نشان داد وظایف پیچیده بیشتر به گرما حساس هستند و تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند (Hancock and Vasmatzidis, 2003). به طور کلی نتیجه گیری قطعی در خصوص ارتباط بین عملکرد شناختی و

گرما مشکل می‌باشد و علت این امر تفاوت‌هایی است که در مطالعات مختلف وجود دارد و می‌تواند ناشی از شرایط انجام آزمون‌ها، نوع وظیفه و مدت زمان مواجه با گرما باشد. همچنین Hancock و Vasmatzidi که از محققان در زمینه اثرات مواجه با گرما در محیط‌های کاری هستند، ادعا می کنند که عملکرد شغلی در یک وظیفه در شرایط گرم بستگی به واکنش و حساسیت فرد نسبت به گرما دارد (Vasmatzidis *et al.,* 2002). Plicher و همکارانش طی ۲۲ مطالعه به نتیجه رسیدند که دمای محیط بالاتر از ۳۲ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش چشمگیر در عملکرد شناختی فرد می‌شود. البته نوع وظیفه ای که فرد انجام می‌دهد (ساده یا پیچیده)، طول و شدت مواجه، پارامترهای مهم موثر روی عملکرد شناختی در اثر تسترس گرمایی هستند.

تعداد خطا در آزمون‌های استروپ ۱ و ۲ و ۳ در گروه های غیر مواجه و مواجه قبل و بعد آزمون تفاوت معنی داری داشت. با در نظر گرفتن تأثیر عوامل مخدوش کننده، اثر استرس حرارتی بر متغیرهای آزمون استروپ در دو گروه مواجه و غیر مواجه ثابت باقی مانده است. همچنین همبستگی بین گرما با تعداد خطا در آزمون‌های استروپ ۱، ۲ و ۳ ملاحظه شده است. این نتیجه مطابق یافته های محققان است. از جمله Hilde Færevik در سال ۲۰۱۰ دریافتند که خطای انسانی در شرایط گرم افزایش می‌یابد. Vasmatzidis و همکارانش رابطه میان استرس گرمایی روی عملکرد به اشتراک‌گذاری بررسی نمودند و دریافتند که WBGT به طور معنا داری روی تعداد هشدارهای نادرست افراد تأثیر می‌گذارد. هشدارهای اشتباه از ۰,۳۸ در WBGT °C ۲۲ به ۰,۵۸ در WBGT °C ۲۸ و به ۰,۹۰ در ۳۴ WBGT °C افزایش پیدا کرد. بنابراین مشخص است که با افزایش مقدار WBGT تعداد خطاهای افراد افزایش می‌یابد (Vasmatzidis *et al.,* 2002). نتایج تحقیق نشان داد که صدا تأثیر مخدوش کنندگی روی اثر استرس حراتی بر عملکرد شناختی نداشته است و همچنین همبستگی معناداری بین صدا و روشنایی با عملکرد شناختی درگروه غیر مواجه و مواجه مشاهده نشد. این یافته مطابق با یافته Hygge و Kenz در سال ۲۰۰۱ است که دریافتند اثر تعاملی بین صدا و گرما و روشنایی محیط به صورت هم‌زمان روی عملکرد شناختی وجود ندارد (Hygge and Kenz, 2001). پس از انجام آنالیز رگرسیون و در نتیجه تعدیل برای متغیرهای سن، خستگی، صدا و سابقه کار، تأثیر استرس حرارتی بر متغیرهای آزمون استروپ ثابت باقی مانده است. به عبارت دیگر این عوامل تأثیری در نتاج نداشته‌اند. از محدویت های مطالعه حاضر می توان به تفاوت در سطح تحصیلات گروه های غیر مواجه و مواجه اشاره کرد که سبب ایجاد درک متفاوت در افراد شرکت کننده جهت انجام صحیح آزمون شد. از طرفی در این مطالعه امکان تفکیک افراد بر اساس سطح تحصیلات وجود نداشت که می تواند یکی از دلایل تفاوت نتایج این تحقیق درمقایسه با برخی تحقیقات دیگر باشد. به‌طور کلی عوامل متعددی بر فعالیت های شناختی اثرگذار می‌باشند که عدم در نظر گرفتن اثر تمامی عوامل به طور هم‌زمان از جمله محدودیت های مطالعه حاضر است که باید در مطالعات آتی مد نظر قرار بگیرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت شرکت مالیبل سایپا، واحد HSE و پرسنل سالن‌های ریخته‌گری چدن و CNC اعلام می دارند.

منابع

Dadsetan, P., Delazar, R., Alipour, A., (2010). Executive functioning in children with attention deficit/hyperactivity disorder. Developmental Pschology: Iranian Psychologists, 7(25), 27-38. [in Persian]

Færevik, H. (2010). Impact of protective clothingon thermal and cognitive responses (Doctoral dissertation, Norwegian University of Science and Technology).

Furtado, A. L., Craig, B. N., Chard, J. T., Zaloom, V. A., Chu, H. (2007). Cooling suits, physiological response, and task performance in hot environments for the power industry. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 13(3), 227-239.

Gaoua, N., Racinais, S., Grantham, J., & El Massioui, F. (2011). Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. International Journal of Hyperthermia, 27(1), 1-9.

Golbabaii F, Omidvar M. Man & Thermal environment. Tehran University Press 2595; 2002. [in Persian]

Hancock, P. A., Vasmatzidis I., (2003). Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. Int. J. Hyperthermia., 19(3), 355-72.

Hocking, C., Lau, W. M., Silberstein, R., Roberts, W., Stough, C. (2000). The Effects of Thermal Strain on Cognition. Defense Science and Technology Organization Melbourne (AUSTRALIA).

Hocking, c., Silberstein, R.B., Laub, W.M., Stough, C., Roberts, W., (2001). Evaluation of cognitive performance in the heat by functional brain imaging and psychometric testing. Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 128,719-734.

Hygge, S., and Knez I., (2001). Effects of noise, heat and indoor lighting on cognitive performance and self-reported affect. Journal of Environmental Psychology, 21(3), 291-299.

Jalil, A. S., Dor, Z., Yahya, M. SH., Batcha, M. FM., Hasnan, K. H., (2007). Heat stress investigation on laundry workers. International Conference on Ergonomics 2007 (ICE07). Kuala Lumpur, Malaysia, December.

Mackworth, N. H. (1950). Researches on the measurement of human performance. Medical Research Council Special Report 268, London: HMSO.

O'Neal, E. K., and Bishop, P., (2010). Effects of work in a hot environment on repeated performances of multiple types of simple mental tasks. International Journal of Industrial Ergonomics, 40(1), 77-81.

Patterson, M. J., Taylor, N. A., Amos, D. (1997). Tests of Cognitive, Perceptual and Sustained Attention Functions in Hot Environments. Aeronautical and maritime research lab melbourne (Australia).

Patterson, M. J., Taylor, N. A., Amos, D. (1997). Tests of Cognitive, Perceptual and Sustained Attention Functions in Hot Environments

(No. DSTO-TR-0650). Aeronautical and maritime research lab Melbourne (Australia).

Stubblefield, Z. M., Cleary, M. A., Garvey, S. E., & Eberman, L. E. (2013). Effects of active hyperthermia on cognitive performance.

Stubblefield, Z. M., Cleary, M. A., Garvey, S. E., Eberman, L. E., (2006). Effects of Active Hyperthermia on Cognitive Performance, Fifth Annual College of Education Research Conference, Honoring Inquiry, Promoting Mentoring, Fostering Scholarship, Miami, Florida, USA.

Vasmatzidis, I., Schlegel, R. E., Hancock, P. A., (2002). An investigation of heat stress effects on time-sharing performance. Ergonomics, 45(3), 218–239.

The Effects of Heat Stress on Selective Attention and Reaction Time among Workers of a Hot Industry: Application of Computerized Version of Stroop Test

F. Golbabaei [1]; A. Mazloumi[2*]; S. Mamhood Khani[3]; Z. Kazemi[4]; M. Hosseini[5]; M. Abbasinia[3]; S. Fahang Dehghan[3]

[1]Professor of Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health, Faculty of Health, University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2]Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[3] MS.c, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences

[4] MS.c in Ergonomics, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[5]Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Working in hot and inappropriate climate condition is one of the most common problems of occupational health which can lead to heat induced diseases and even death. Heat stress may impair the cognitive processes involved in decision-making and converting simple tasks to complex ones. The aim of present study was to assess selective attention and reaction time among workers in a casting unit of a car manufacturing industry and to investigate the effects of heat stress on mentioned variables.

Material and Method: In this retrospective cohort study 70 workers from a hot industry were selected in two of exposed and control groups. First, demographic questionnaire was completed for each of the participants and noise and light were measured as the likely confounding factors. Stroop test 1, 2, and 3 were done before and during the work in order to determine the effects of heat on selective attention and reaction time. Besides,WBGT were measured at the ankle, waist, and head levels. Data were analyzed using SPSS software, version 18.

Result: WBGT measurements showed that the mean WBGT were 33 and 16.7 for the exposed and not exposed groups, respectively. Moreover, no significant relationships were observed between test duration, reaction time, and number of errors in Stroop tests 1 and 2 and the level of heat (P-value<0.0001). However, the mentioned variables had a significant positive correlation with Stroop test 3. Additionally, for exposed group variables of test duration, reaction time, and number of errors in Stroop 3 were significantly higher than those of control group.

Conclusion: According to the findings in present study, heat stress causes an increase in reaction time and a decrease in selective attention. Thus, heat can be assumed as a stressor in hot work environments and the heat should be taken into account while design of job and tasks which needed selective attention or reaction time.

Keywords: *Heat stress, selective attention, reaction time, Stroop test, WBGT*

* Corresponding Author Email: *amazlomi@tums.ac.ir*