بررسی رابطه بین استرین گرمایی و بهره‌وری نیروی انسانی در یک صنعت مونتاژ خودرو

جعفر اکبری[۱]، حبیب اله دهقان[۲] ، هیوا آزمون[۱]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: افراد در بسیاری از مشاغل در معرض استرس‌های حرارتی قرار دارند. مواجهه با گرما و ایجاد تنش گرمایی در فرد، علاوه بر تاثیر منفی بر روی سلامتی فرد، بهره‌وری و راندمان او را تحت تاثیر قرار می‌دهد. لذا هدف این مطالعه بررسی رابطه بین استرس گرمایی و بهره‌وری نیروی انسانی در صنعت مونتاژ خودرو بود.

روش‌ها: این مطالعه مقطعی در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۰ بر روی ۱۸۱ نفر از کارگران صنعت مونتاژ خودرو انجام گرفت. جهت بررسی استرین گرمایی از دو شاخص دمای ترگویسان (WBGT) و نمره استرین گرمایی استفاده شد. همچنین جهت بررسی وضعیت بهره‌وری نیروی انسانی از مقیاس ۲۶ سؤالی بهره‌وری نیروی انسانی هرسی و گلداسمیت استفاده گردید. جهت بررسی ارتباط شاخص‌های دمای ترگویسان و نمره استرین گرمایی با بهره‌وری و ریز مقیاس‌های تشکیل‌دهنده آن از آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید.

یافته‌ها: بیشترین و کمترین مقدار شاخص‌های دمای ترگویسان و شاخص نمره استرین گرمایی در فصل تابستان، به ترتیب برای واحد مخصوص و سوله انبار به دست آمد. در فصل زمستان بیشترین مقدار این شاخص‌ها برای واحد تولید به دست آمد و کمترین مقدار این شاخص‌ها در فصل زمستان، به ترتیب برای واحدهای بازرگانی و مخصوص به دست آمد. بیشترین مقدار بهره‌وری هم برای واحد بازرگانی (۸۱/۲۵) و کمترین مقدار آن برای واحد انبار (۵۲/۱۶) به دست آمد. نتایج حاصل از ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که شاخص دمای ترگویسان با بهره‌وری نیروی انسانی رابطه معناداری ندارد (P=۰/۱۳۴). اما شاخص نمره استرین گرمایی با بهره‌وری نیروی انسانی رابطه معکوس و معناداری دارد (P=۰/۰۱۵) و با افزایش نمره شاخص تنش گرمایی مقدار بهره‌وری کاهش پیدا می‌کند و همچنین با کاهش نمره شاخص تنش گرمایی، مقدار بهره‌وری افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج این مطالعه، شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) رابطه معکوس و معناداری با میزان بهره‌وری افراد داشت، ولی شاخص دمای ترگویسان (WBGT) رابطه معنی‌داری با بهره‌وری نداشت. به طوری که با افزایش سطح استرین گرمایی، میزان بهره‌وری کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: تنش گرمایی، بهره‌وری نیروی انسانی، شاخص دمای ترگویسان، شاخص نمره استرین گرمایی، صنعت مونتاژ خودرو

ارجاع: اکبری جعفر، دهقان حبیب‌اله، آزمون هیوا. **بررسی رابطه بین استرین گرمایی و بهره وری نیروی انسانی در یک صنعت مونتاژ خودرو .** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۲؛ ۹(۹): ۹۵۰-۹۳۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۲۵**

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲. استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت،دانشگاه علوم پزشکی اصفهان،اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول) Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر، مسایل مربوط به سلامتی و راحتی افراد در محیط‌های داخلی، یک مسأله مهم به شمار می‌رود. شرایط محیط داخلی به این دلیل که افراد بیشتر وقت خود (۸۰ تا۹۰ ٪) را در این محیط‌ها می‌گذرانند، از نقطه نظر سلامتی، راحتی و تاثیری که بر روی عملکرد افراد می‌گذارد، نسبت به محیط‌های خارجی اهمیت بیشتری دارد (۱-۳). از بین عوامل فیزیکی محیط داخلی، شرایط دمایی محیط کار یکی از فاکتورهای مهم و تاثیرگذار بر روی عملکرد روانی (۴) و جسمانی (۴-۵) افراد، شامل سلامتی، راحتی، روحیه و انگیزه، بهره‌وری و تندرستی شاغلین، در محیط‌های مسکونی، صنعتی، اداری، مدارس و دیگر محیط‌های اجتماعی می‌باشد (۶). اغلب مشاغل از جمله کارگران، سربازان نظامی و مسافرین در معرض شدت‌های مختلفی از استرس‌های گرمایی محیط‌های داخلی و خارجی می‌باشند که راندمان کاری و بهره‌وری این افراد را به صورت منفی تحت تاثیر خود قرار می‌دهد و حتی ممکن است تهدیدی برای سلامتی این افراد محسوب شود (۷). وقتی که فرد در شرایط استرس‌های گرمایی قرار می‌گیرد، اثرات ترکیبی گرمای محیط، گرمای متابولیک و لباس غیرقابل نفوذ و وسایل حفاظت تنفسی (۸) می‌تواند توانایی بدن را برای نگهداری تعادل حرارتی بدن، تحت فشار قرار می‌دهد و به دلیل اثرات فیزیولوژیکی، دمای عمقی بدن را بالا می‌برد (۹). مواجهه با گرما در محیط‌های کاری علاوه بر بروز بیماری‌های مرتبط با گرما (۱۰)، باعث کاهش بهره‌وری افراد می‌گردد و آمار رخداد حوادث را بالا می‌برد (۱۱). کیفیت نامناسب شرایط محیط داخلی اثرات زیادی مانند افزایش نیاز به زمان‌های استراحت در طول کار و کاهش تمرکز یا خستگی را در افراد به همراه دارد. در موارد شدیدتر این مشکلات می‌تواند مواردی چون غیبت از کار به دلیل یکنواختی یا اثرات موقت سلامتی مانند سردرد، تحریک بینی یا گلو، پوست و چشم، استرس گرمایی، آلرژی یا آسم را به دنبال داشته باشد (۱۲). همچنین برآورد شده است که تاثیر کیفیت نامناسب محیط‌های کاری روی کارگران باعث میلیون‌ها دلار خسارت می‌شود (۱۳) .

در بین عوامل تولید از جمله زمین، نیروی انسانی، فناوری، سرمایه و ...، با ارزش‌ترین عامل، نیروی انسانی می‌باشد. توجه به بهره‌وری نیروی انسانی و بهبود شرایط، باعث افزایش کارایی و اثربخشی در سازمان می‌گردد و ضایعات، حوادث و نارضایتی در نیروی انسانی را کاهش می‌دهد. بنابراین برای افزایش بهره‌وری در نیروی انسانی، ابتدا باید عوامل بازدارنده و تسهیل کننده در افزایش کارایی را شناخت و سپس در جهت کاهش عوامل بازدارنده و تقویت عوامل تسهیل کننده اقدام کرد (۱۴). بهره‌وری نیروی انسانی به موارد مختلفی از جمله عوامل فردی، عوامل سازمانی، عوامل اجتماعی، و عوامل محیطی (شرایط دمایی محیط کار، سرو صدا، شدت روشنایی و...) وابسته است (۱۵). به منظور افزایش بهره‌وری نیروی انسانی، بایستی همیشه اولین گام، اعمال مداخلات در جهت ایجاد محیط کار سالم باشد. تفاوت‌های فردی زیادی در رابطه با تحمل شرایط محیطی و گرمای زیر حد بهینه وجود دارد. حتی اگر سطح میانگین پارامترهای محیطی معین برای میانگین کارگران مناسب باشد، باز هم کاهش چشمگیری در بهره‌وری افرادی که تحمل کمتر دارند، اتفاق می‌افتد. تغییرات محیطی که موجب بهبود سازگاری گرمایی می‌شود، این مشکل را برطرف خواهد کرد (۱۳). Wagner و همکاران با مطالعه احساس راحتی از شرایط دمایی محیط داخلی و رضایت شغلی در ۱۶ ساختمان اداری در آلمان، عنوان می‌کند که شرایط دمایی در محیط‌های داخلی به طور قوی، عملکرد افراد و رضایت شغلی آنها را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد و کاهش راحتی حرارتی میل به سمت احساس ناراحتی گرمایی و قرار گرفتن در معرض استرس‌های حرارتی، باعث کاهش رضایت افراد، عملکرد و بهره‌وری آنها می‌شود (۱۶).

بیشتر مطالعات گذشته تاثیرات منفی شرایط محیط داخلی و همچنین تاثیر منفر شرایط دمایی محیط کار را بر روی عملکرد و بهره‌وری نیروی انسانی گزارش کرده‌اند (۱۲، ۱۴،

۱۷-۱۹). این مطالعات بیشتر به تاثیر آسایش حرارتی بر روی بهره‌وری نیروی انسانی پرداخته‌اند و همچنین بیشتر در واحدهای اداری انجام گرفته‌اند، لذا مطالعات زیادی در زمینه بررسی ارتباط شرایط دمایی با بهره‌وری نیروی انسانی خصوصا تاثیر تنش گرمایی در دسترس نمی‌باشد. اما در مطالعات انجام گرفته، تعدادی از آنها، ارتباط شرایط دمایی با بهره‌وری را در قالب جزیی از شرایط محیطی شامل سر و صدا، روشنایی، کیفیت هوا و ... مورد بررسی قرار داده‌اند و به طور جزیی و تخصصی تاثیر فاکتورهای شرایط دمایی را بر بهره‌وری نیروی انسانی مورد بررسی قرار نداده‌اند، تعدادی دیگر به منظور برآورد تنش گرمایی از شاخص دمای ترگویسان (WBGT) یا شاخص تحلیلی SWREQ استفاده کرده‌اند که این ابزار به دلیل محدودیت استفاده به صورت عمومی و همچنین به دلیل وقت گیر بودن، استفاده از آنها محدود می‌باشد. همچنین در مورد شاخص دمای ترگویسان جهت تامین حاشیه ایمن، روش مورد بررسی بایستی دارای حساسیت خیلی زیادی باشد، درحالی که مشخص شده است این ویژگی در مورد شاخص دمای ترگویسان صدق نمی‌کند. لذا استفاده از شاخص‌هایی با مشخصه‌های ارزان بودن، سادگی، سریع و آسان بودن که بر اساس قضاوت ذهنی افراد بتواند مقدار تنش گرمایی را مشخص کند و از آن جهت بررسی تاثیر تنش گرمایی با دیگر متغیرها استفاده کرد، مفید می‌باشد.

مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهند شرایط محیط‌های داخلی به صورت قابل توجهی، سلامتی و بهره‌وری را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. Loveday و همکاران یک مدل جبری طراحی کردند که براساس آن بهره‌وری و سه پارامتر دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا را به عنوان پایه مدل به کار بردند (۲۰). Seppanen و همکاران رابطه بین دمای هوا و میزان عملکرد افراد را مورد مطالعه قرار دادند (۲۱). Roelofsen در مطالعه‌ای، رابطه بین کاهش عملکرد و راحتی حرارتی افراد را مورد بررسی قرار داد (۲۲). Jensen و همکاران هم در مطالعه‌ای دیگر رابطه بین حساسیت به دما و تاثیر آن بر عملکرد را بررسی کردند (۲۳). همچنین به منظور بررسی رابطه شرایط دمایی محیط با میزان بهره‌وری، Kosonen و Tan در مطالعه‌ای بیان کردند که چگونه کاهش بهره‌وری در محیط‌های کاری، در نتیجه بهبود شرایط آسایش دمایی بر اساس مدل PMV می‌تواند به حداقل مقدار خود برسد، اما در این مطالعه، فقط تاثیر احساس خیلی گرم بر روی بهره‌وری نیروی انسانی گزارش شد و رابطه‌ای بین PMV و بهره‌وری نیروی انسانی گزارش نشد (۲۴).

Schellen و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی راحتی حرارتی، پاسخ‌های فیزیولوژیک و بهره‌وری نیروی انسانی و عملکرد در طول مواجهه با دمای میانه پرداختند. در این مطالعه از مدل ترموفیزیولوژیکی دینامیکی به منظور شبیه‌سازی پاسخ‌های حرارتی انسان و آسایش حرارتی تحت شرایط معدل دمایی استفاده شد. همچنین به منظور بررسی تاثیر رمپ دمای معتدل، اتاقک شرایط جوی طراحی و استفاده شد. افراد مورد مطالعه در این مطالعه با شرایط گذرا (رمپ دمای معتدل) و دمای طبیعی ثابت تحت کنترل مواجهه داده شدند. در طول مطالعه پاسخ‌های فیزیولوژیک و حساسیت حرارتی اندازه‌گیری و ثبت شد. بهره‌وری نیروی انسانی و عملکرد هم توسط اندازه‌گیری عملکرد چرخشی (RPM) اندازه‌گیری شد. اطلاعات جمع‌آوری شده از پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بهره‌وری نشان داد که تفاوت معناداری بین شرایط گذرا و وضعیت کنترل افراد وجود دارد. آزمایشات عملکرد و بهره‌وری نشان داد که تغییرات مهمی در بهره‌وری و عملکرد در این دو شرایط به وجود نیامد (۲۵).

Clements-Croome و Baizhan در مطالعه‌ای به بررسی بهره‌وری و شرایط محیط داخلی پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مکان‌های کاری پرجمعیت، رضایت شغلی و شرایط محیط فیزیکی فاکتورهای اصلی تاثیرگذار بر روی بهره‌وری افراد می‌باشد. همچنین در این مطالعه مشخص شد که مشکلات ناشی از وضعیت دمایی محیط‌های کاری، خفگی هوا، سندرم بیمار ساختمان و

همچنین مکان‌های پرجمعیت تاثیر به سزایی در بهره‌وری نیروی انسانی دارند (۱۹).

Taiwo در مطالعه‌ای به تاثیر محیط‌های کاری بر روی بهره‌وری کارکنان شاغل در صنعت نفت و گاز پرداخت. در این مطالعه مشخص شد که نزدیک به ۸۶٪ مشکلات مرتبط با بهره‌وری کارکنان با محیط کاری آنان مرتبط است و سالم سازی این محیطها تاثیر مثبتی بر روی بهره‌وری افراد می‌گذارد (۲۶).

ناظم السادات و همکاران مطالعه‌ای در مورد بررسی میزان راحتی انسان در شرایط اقلیمی مختلف در ایران (شهرهای شیراز، بندرعباس،بیرجند و اردبیل) انجام دادند. این بررسی نشان داد که به دلیل افزایش توام دما و رطوبت نسبی در بندر عباس، دمای ظاهری در این شهر به میزان زیادی بالاتر از دمای مشاهده شدهٔ آن قرار می‌گیرد و مردم این ناحیه از کشور در معرض خطر تنش گرمایی و عوارض ناشی از آن قرار دارند . دمای ظاهری شیراز و بیرجند (که این قسمت اقلیمی شباهت زیادی به دمای هوای شهر اصفهان دارد) به دلیل رطوبت نسبی کم، پایین تر از دمای مشاهده شدهٔ این شهرها قرار گرفت که تا اندازه ای در احساس رضامندی هوا در این شهرها مؤثر است. نتایج حاصل از بررسی دما نشان داد که خطر وقوع گرمازدگی، آفتاب‌زدگی، انقباض حرارتی عضلات و تحلیل رفتگی حرارتی به ترتیب در شهرهای بندرعباس، شیراز و بیرجند در روزها و ماه‌های گرم تابستان، بخصوص در روزهای مربوط به ماه‌های تیر و مرداد بیشتر است. تعیین دمای ظاهری بیشینهٔ روزانه در مناطق مورد مطالعه مشخص کرد که به دلیل بالا بودن دما در ساعات گرم روز تنش گرمایی به صورت جدی سلامت مردم را تهدید می‌کند (۲۷).

شرایط دمایی محیط در مناطق جنوبی و مرکزی ایران، مهمترین عامل زیان‌آور محیط کار محسوب می‌شود، چرا که بیش از ۶ ماه از سال شرایط اقلیمی این نواحی دارای هوای گرم و خشک در مرکز و گرم و مرطوب در مناطق جنوبی می‌باشد. علاوه بر این، به دلیل ماهیت گرمازا بودن صنایع این مناطق، شرایط گرم به صورت عمده در این مکان‌ها وجود دارد و می‌تواند بهره‌وری را تحت تاثیر خود قرار دهد. همچنین ماهیت مشاغل ایران، با سایر کشورها تفاوت دارد و این تفاوت به دلیل مواردی از قبیل امنیت شغلی، نحوه مدیریت، قوانین کار، میزان حقوق دریافتی و نحوه دریافت آن، شرایط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی می‌باشد که تاثیر بسیار زیادی بر روی بهره‌وری دارند. بنابراین این سؤال مطرح شد که علی‌رغم موارد بالا، آیا شرایط دمای محیطی می‌تواند ارتباطی با میزان بهره‌وری داشته باشد و اگر این ارتباط هست، میزان آن چقدر است، تا بتوان بر اساس آن تغییرات شرایط دمای محیطی را در جهت بهبود بهره‌وری و کارایی نیروی انسانی بهبود بخشید. لذا این مطالعه با هدف بررسی ارتباط بین استرین گرمایی با میزان بهره‌وری نیروی انسانی در پرسنل صنعت مونتاژ قطعات خودرو انجام شد.

روش‌ها

این مطالعه مقطعی بر روی ۱۸۱ نفر از از کارکنان واحدهای مختلف شرکت فرمان خودرو سپاهان (اصفهان، شهرک صنعتی جی) شامل بخش‌های؛ اداری، واحدهای مونتاژ، مخصوص، تولید، ماشین‌کاری، انبار، تعمیرات و فنی–مهندسی انجام گرفت. ابتدا اطلاعات دموگرافیک افراد جمع‌آوری شد و به منظور کنترل سلامت افراد مورد مطالعه قبل از انجام مطالعه، از طریق پرسش سلامت عمومی افراد مورد بررسی قرار گرفت. معیار ورود افراد داشتن حداقل یک سال سابقه کار، فاقد بیماری‌های قلبی عروقی، اسکلتی عضلانی و دیابت بود. معیار خروج عدم تمایل فرد به همکاری یا تکمیل ناقص پرسشنامه بهره‌وری بود.

تعیین شاخص‌های استرین حرارتی

جهت اندازه گیری سطح تنش‌های حرارتی محیط کار به صورت عینی ، شاخص دمای ترگویسان یا WBGT در

ایستگاه‌های کاری برای تمامی افراد مورد مطالعه بر اساس استانداردISO 7243 اندازه‌گیری شد. این شاخص در سال ۱۹۵۷ برای قضاوت درباره وخیم بودن شرایط گرمایی محیط و احتمال بروز خطرات ناشی از آن در حین تمرینات نیروی دریایی، توسط می‌نارد و یاگلو تدوین گردید. در سال ۱۹۸۹ سازمان بین المللی استاندارد (ISO) این شاخص را به عنوان شاخص ارزشیابی تنش‌های گرمایی معرفی نمود. این شاخص، متوسط آثار حاصل از مواجهه با گرما را در یک دوره زمانی از فعالیت خاص روی فرد ارزیابی می‌کند (۲۸).

شاخص دمای ترگویسان (WBGT) با استفاده از دستگاه WBGT HB3279-04 برای ۸۱ نفر در تابستان و ۱۰۰ نفر در زمستان اندازه‌گیری شد. همچنین در این مطالعه برای ارزیابی سطح استرین گرمایی از شاخص نمره گرمایی استفاده شد این شاخص بر اساس قضاوت ذهنی افراد در مواجهه با گرما و مشاهده عوامل موثر توسط دهقان و همکاران ارایه شده است و شامل ۱۷ سؤال از قبیل دمای هوا، رطوبت هوا، حرکت هوا، شدت تعریق، شدت خستگی، شدت تشنگی، شدت ناراحتی، علایم بالینی، دمای سطوح، وضعیت تهویه، نوع لباس کار، رنگ لباس کار، رنگ لباس کار، جنس لباس کار، نوع وسایل حفاظت فردی، شدت فعالیت جسمانی و پوسچر بدن است و میزان پایایی این شاخص، مقدار ۹۲ ٪ گزارش شد. در این شاخص، سطح استرین گرمایی بر این اساس ارزیابی می‌گردد که نمره کمتر از ۱۳/۵ بیانگر عدم وجود استرین گرمایی برای فرد (سطح اول ریسک استرین گرمایی یا منطقه سبز)، نمره بین ۱۳/۶ تا ۱۸؛ فرد احتمالا دارای استرین گرمایی و نیاز است که ارزیابی دقیق‌تری صورت پذیرد (سطح دوم ریسک استرین گرمایی یا منطقه زرد) و نمره بیشتر از ۱۸/۱؛ فرد دارای استرین گرمایی است و لازم است اقدامات کنترلی مناسب برای کاهش استرین انجام گیرد (سطح سوم ریسک استرین گرمایی یا منطقه قرمز) (۲۹) در حین انجام کار، همزمان با انجام اندازه‌گیری شاخص دمای ترگویسان (WBGT) در هر واحد، به افراد پرسشنامه‌های مربوط به شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) داده شد و از طریق خودگزارشی و مشاهده این پرسشنامه‌ها تکمیل گردید.

تعیین نمره بهره‌وری نیروی انسانی

به منظور تعیین میزان بهره‌وری از مقیاس ۲۶ سوالی هرسی و گلداسمیت استفاده شد. بر این اساس متغیرهای مربوط به عملکرد اثربخش افراد، به صورت مدل "ACHIEVE" تعریف می‌شود و هفت متغیر شامل؛ توانایی، وضوح، کمک، انگیزه، ارزیابی، اعتبار و محیط را مورد بررسی قرار می‌دهد. نمره‌گذاری این مقیاس بر اساس مقیاس پنج گزینه‌ای لیکرت می‌باشد. روایی و پایایی این مقیاس توسط نصیری‌پور و همکاران با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ، ۰/۸۱ به دست آمد (۳۰).

نتایج مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور بررسی میانگین و انحراف معیار در گروه افراد مورد مطالعه از آمار توصیفی استفاده گردید. رابطه بین تنش گرمایی و بهره‌وری نیروی انسانی و ریزمقیاس‌های آن، با استفاده از آزمون ضریب همبستگی پیرسون بررسی گردید.

یافته‌ها

از کل ۱۸۱ نفر افراد مورد مطالعه ۱۶۸ نفر مرد (۹۲/۸ ٪) و ۵ نفر زن (۲/۸ ٪) بودند، ۸ نفر (۴/۴ ٪) هم در مطالعه شرکت نکردند. مشخصات دموگرافیک افراد از جمله سابقه کار، وزن، قد و شاخص توده بدنی (BMI) گردآوری شد که وضعیت این مشخصات در جدول ۱ آمده است. میانگین شاخص دمای ترگویسان (WBGT) در جدول‌های ۲ آمده است. بیشتربن مقدار این شاخص برای واحد مخصوص با مقدار ۲۲/۳۰ درجه سانتی‌گراد و کمینه آن با مقدار ۱۸/۸۴ برای سوله انبار به دست آمد. با توجه به حد مقادیر مجاز تعریف شده توسط سازمان ACGIH (۳۱) و نوع کار افراد در این مشاغل، برای هر یک از این واحدها مقادیر به دست آمده کمتر از حد مجاز می‌باشد، بدین معنی که فرد در این واحدها در شرایط اندازه‌گیری فاقد استرین گرمایی

می‌باشد. بر اساس مقادیر به دست آمده از شاخص نمره تنش گرمایی، مشخص شد که افراد شاغل در واحد مخصوص دارای استرین گرمایی هستند و لازم است اقدامات کنترلی به منظور کاهش استرین گرمایی در این واحد صورت گیرد. همچنین مشخص شد که واحدهای ماشین‌کاری، مونتاژ نیسان، مونتاژ پراید و جوشکاری در منطقه زرد قرار دارند و این نشان می‌دهد که فرد احتمالا دارای استرین گرمایی است و لازم است که ارزیابی‌های بیشتری صورت گیرد. در بقیه قسمت‌ها، افراد فاقد استرین‌های گرمایی هستند. نتایج این شاخص در جدول ۳ آمده است.

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک افراد موردمطالعه برحسب محل کار

واحد	سابقه کاری	سن(سال)	قد (cm)	وزن (kg)	BMI
فنی-مهندسی	۲/۱۴	۳۵/۴۰	۱۷۷/۰۰	۸۸/۰۰	۲۸/۰۸
ماشین کاری	۱/۷۵	۳۲/۸۰	۱۶۸/۸۰	۶۷/۰۰	۲۳/۵۱
مونتاژ نیسان	۱/۸۵	۲۴/۰۰	۱۶۹/۵۷	۷۲/۸۵	۲۵/۳۳
انبار	۲/۰۰	۳۶/۷۵	۱۶۷/۷۵	۷۷/۰۰	۲۷/۳۶
تولید	۱/۶۰	۳۹/۴۰	۱۷۵/۰۰	۷۹/۱۸	۲۵/۸۵
مونتاژ پراید	۱/۶۸	۳۲/۷۵	۱۷۳/۱۲	۶۷/۷۵	۲۲/۶۰
اداری	۱/۷۵	۳۵/۳۳	۱۷۵/۱۶	۷۴/۵۰	۲۴/۶۰
بازرگانی	۱/۶۶	۳۶/۳۳	۱۶۸/۶۶	۶۸/۳۳	۲۴/۰۲
مخصوص	۱/۵۰	۳۰/۸۰	۱۷۶/۰۰	۷۳/۶۰	۲۳/۷۶
جوشکاری	۱/۳۵	۳۴/۰۰	۱۷۶/۲۲	۷۷/۶۶	۲۵/۰۰
کل	۱/۷۰	۳۴/۱۱	۱۷۲/۶۰	۷۲/۱۷	۲۴/۲۵

جدول ۲: میانگین مقادیر شاخص دمای ترگویسان برای واحدهای مختلف در فصل تابستان و زمستان

	مهندسی	ماشین کاری	مونتاژ نیسان	انبار	تولید	مونتاژ پراید	اداری	بازرگانی	مخصوص	جوشکاری	کل
تابستان	۲۰/۱۶	۲۱/۸۶	۲۱/۷۷	۱۸/۸۴	۲۱/۷۳	۱۹/۳۱	۲۱/۱۲	۲۱/۲۰	۲۲/۳۰	۲۰/۰۵	۲۰/۷۶
زمستان	۱۸/۰۰	۱۸/۹۰	۱۸/۰۰	**۱۶/۸۰**	۱۹/۱۰	۱۷/۲۰	۱۷/۸۰	۱۵/۶۰	۱۷/۱۰	۱۸/۴۰	۱۷/۸۴

جدول ۳: میانگین مقادیر شاخص نمره تنش گرمایی به برای هر واحدهای مختلف در فصل تابستان و زمستان

	مهندسی	ماشین کاری	مونتاژ نیسان	انبار	تولید	مونتاژ پراید	اداری	بازرگانی	مخصوص	جوشکاری	کل
تابستان	۱۲/۸۳	۱۴/۱۳	۱۶/۲۵	۸/۶۳	۱۰/۲۵	۱۴/۸۵	۸/۶۴	۷/۹۸	۱۹/۵۷	۱۶/۳۳	۱۳/۱۸
زمستان	۷/۳۲	۹/۶۶	۸/۷۹	۹/۱۶	۹/۸۵	۹/۴۵	۶/۱۷	۸/۱۴	۵/۳۸	۸/۲۸	۸/۴۶

در بخش‌های مختلف بیشینه میزان ریز مقیاس توانایی مربوط به واحد بازرگانی (۸/۶۶) و کمینه این مقدار در واحد مخصوص (۵/۱۶) بود. شناخت در واقع درک یا تصور فرد از نقش و وظیفه‌ای است که بر عهده دارد. این ریز مقیاس شناخت در واحد بازرگانی بیشترین مقدار (۱۲/۵۰) و در واحد انبار کمترین مقدار (۸/۴۲) را داشت. حمایت سازمانی شامل وسایل و تسهیلاتی می‌شود که برای کامل کردن تکلیف یا وظیفه لازم است، در مورد این ریزمقیاس، واحد اداری بیشترین مقدار (۱۱/۰۳) و واحد انبار دارای کمترین مقدار (۶/۱۶) بودند. انگیزه یا تمایل در مورد تکالیفی بیشتر می‌باشد

که دارای پاداش درونی یا بیرونی برای فرد باشد. این ریز مقیاس در واحد بازرگانی بیشترین مقدار (۹/۶۰) و در واحد مخصوص کمترین مقدار (۵/۱۶) را داشت. ارزیابی، آموزش و بازخورد عملکرد است و روند مناسب بازخورد به فرد اجازه می‌دهد تا پیوسته از چگونگی انجام کار خود مطلع باشد. بیشینه این خرده مقیاس در واحد بازرگانی (۱۳/۵۰) و کمترین آن در واحد ماشین‌کاری (۹/۲۲) گزارش شد. اعتبار در واقع وظایف معتبر یا حقوقی پرسنل را شامل می‌شود و در واقع اعمالی است که با خط مشی‌های شرکت متناسب می‌باشد. واحد بازرگانی دارای بیشترین مقدار (۱۲/۱۶) و واحد مخصوص دارای کمترین مقدار (۶/۶۶) این ریز مقیاس بودند. همچنین در مورد سازگاری با محیط واحد بازرگانی بیشترین مقدار (۱۳/۳۳) و واحد انبار کمترین مقدار (۸/۴۲) را دارا بودند. پرسنل واحد بازرگانی از ۷ ریزمقیاس در ۶ مورد دارای بیشترین مقدار را بود و بخش انبار در ۳ ریز مقیاس دارای کمترین مقدار بود. در نهایت مشخص شد که میزان بهره‌وری در واحد بازرگانی دارای بیشترین مقدار (۸۱/۲۵) و در بخش انبار دارای کمترین مقدار (۵۲/۱۶) بود. نتایج این بخش در جدول ۴ آمده است.

در تحلیل ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) و بهره‌وری و ریز مقیاس‌های آن مشخص شد که بین بهره‌وری و شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) رابطه معکوس و معناداری (P=۰/ ۰۱۵) وجود دارد. به این معنا که با افزایش نمره شاخص تنش گرمایی و افزایش ریسک مواجهه فرد با استرین گرمایی، مقدار بهره‌وری فرد کاهش پیدا می‌کند. همچنین در بین ریزمقیاس‌های بهره‌وری، توانایی (P=۰/۰۰۲) حمایت سازمانی (P=۰/۰۰۱۰)، ارزیابی (P =۰/۰۲) و اعتبار با شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) رابطه معکوس و معنادار داشتند. نتایج این قسمت در جدول ۵ آمده است.

در تحلیل ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص دمای ترگویسان (WBGT) و بهره‌وری مشخص شد که شاخص دمای تر گویسان (WBGT) با مقدار بهره وری رابطه معناداری ندارد (P= ۰/۱۳۴) و در بین ریزمقیاس های بهره وری تنها ریز مقیاس توانایی(P= ۰/۰۱۴)مقدار شاخص دمای تر گویسان (WBGT) رابطه معنادار و معکوسی دارد و با افزایش شاخص دمای تر گویسان (WBGT) توانایی فرد در انجام وظایف محوله کاهش پیدا می کند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل این قسمت در جدول ۶ آمده است.

جدول ۴: میانگین نمره بهره وری نیروی انسانی و ریزمقیاس‌های آن برای واحدهای مختلف

واحد	توانایی	شناخت	حمایت سازمانی	انگیزش	ارزیابی	اعتبار	سازگاری محیطی	بهره‌وری
فنی-مهندسی	۷/۰۰	۱۱/۳۷	۹/۳۷	۸/۵۰	۱۰/۶۲	۱۰/۸۷	۱۰/۷۱	۷۲/۴۲
ماشینکاری	۸۱/۵	۹/۲۱	۸/۲۹	۶/۷۴	۹/۲۲	۸/۶۴	۱۰/۵۲	۵۸/۰۷
مونتاژ نیسان	۸/۱۲	۱۰/۰۰	۹/۸۶	۸/۳۱	۱۱/۶۰	۱۰/۵۰	۱۱/۳۱	۶۹/۰۷
انبار	۵/۸۵	۸/۴۲	۶/۱۶	۵/۴۲	۱۰/۵۷	۸/۱۴	۸/۴۲	۵۲/۱۶
تولید	۷/۴۰	۱۰/۴۰	۹/۸۰	۸/۰۰	۱۰/۵۰	۹/۴۴	۹/۶۰	۶۵/۸۸
مونتاژ پراید	۶/۸۲	۱۰/۱۹	۹/۶۰	۷/۴۰	۱۰/۶۲	۹/۲۰	۱۰/۴۳	۶۳/۸۸
اداری	۷/۹۳	۱۱/۳۷	۱۱/۰۳	۸/۵۵	۱۱/۳۵	۱۱/۲۷	۱۰/۱۷	۷۲/۶۱
بازرگانی	۸/۶۶	۱۲/۵۰	۱۰/۵۷	۹/۶۰	۱۳/۵۰	۱۲/۱۶	۱۳/۳۳	۸۱/۲۵
مخصوص	۵/۱۶	۱۰/۰۰	۶/۶۶	۵/۱۶	۹/۸۰	۶/۶۶	۱۱/۶۶	۵۶/۰۰
جوشکاری	۷/۰۶	۹/۸۱	۸/۴۳	۷/۱۳	۹/۳۳	۷/۹۳	۹/۶۶	۵۸/۲۰
کل	۶/۹۶	۱۰/۲۰	۹/۳۲	۷/۵۲	۱۰/۵۲	۹/۵۲	۱۰/۴۴	۶۴/۷۵

جدول ۵: نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ضریب همبستگی پیرسون بین بهره‌وری و ریزمقیاس‌های آن با شاخص نمره تنش گرمایی

		توانایی	شناخت	حمایت سازمانی	انگیزه	ارزیابی	اعتبار	سازگاری محیطی	بهره‌وری
شاخص نمره تنش گرمایی	ضریب همبستگی پیرسون	- ۰/۲۳۶	- ۰/۱۲۹	- ۰/۲۵۵	- ۰/۱۱۱	- ۰/۱۸۲	- ۰/۲۶۴	- ۰/۰۱۶	- ۰/۲۰۳
	سطح معنی داری	۰/۰۰۲	۰/۰۹۰	۰/۰۰۱	۰/۱۵۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱	۰/۸۲۸	۰/۰۱۵
	تعداد	۱۷۶	۱۷۴	۱۷۱	۱۷۱	۱۶۴	۱۷۰	۱۷۶	۱۴۲

جدول ۶: نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ضریب همبستگی پیرسون بین بهره‌وری و ریزمقیاس‌های آن با شاخص دمای ترگویسان

		توانایی	شناخت	حمایت سازمانی	انگیزه	ارزیابی	اعتبار	سازگاری محیطی	بهره‌وری
شاخص دمای تر گویسان	**ضریب همبستگی پیرسون**	- ۰/۱۸۴	- ۰/۱۲۶	- ۰/۱۲۸	- ۰/۰۳۱	- ۰/۱۲۹	- ۰/۰۸۱	- ۰/۰۱۵	- ۰/۱۲۶
	سطح معنی داری	۰/۰۱۴	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۶۸۸	۰/۰۹۸	۰/۲۹۶	۰/۸۴۴	۰/۱۳۴
	تعداد	۱۷۷	۱۷۵	۱۷۲	۱۷۲	۱۶۵	۱۷۰	۱۷۶	۱۴۲

بحث

قرار گفتن در معرض استرس گرمایی در محیط کار سبب خروج بدن انسان از شرایط «هموستاز گرمایی» (Heat Homeostasis) می‌گردد و فرد دچار استرین گرمایی می‌شود. در این شرایط به دلیل ایجاد تنش در فرد، پاسخ‌های فیزیولوژیکی وی از وضعیت طبیعی خارج می‌شود و همین امر سبب می‌گردد علاوه بر تاثیر منفی بر فعالیت طبیعی بدن فرد، عملکرد وی و ایجاد ارتباطش با محیط خارجی نیز تحت تاثیر قرار گیرد، توان فیزیکی فرد کاهش پیدا می‌کند، درک او از محیط تحت تاثیر قرار می گیرد، استقامت روحی و جسمانی او پایین می‌آید، توان حل مسأله نزول پیدا می‌کند و در نهایت عملکرد و بهره‌وری وی کاهش می‌یابد. در مشاغلی که به توان جسمی و ذهنی خاصی نیاز است، این کاهش بهره‌وری بیشتر نمود پیدا می‌کند. صنایع مونتاژ به دلیل یکنواختی کار و همچنین وجود همزمان کارهای ظریف و سنگین نیازمند بار ذهنی و جسمی ویژه‌ای می‌باشد. در نتیجه وجود محیط کاری خالی از تنش، شرایط مناسب را برای به کارگیری ذهن و جسم افراد فراهم می‌کند. از این رو بررسی استرین گرمایی جهت مشخص کردن تاثیرات منفی آن بر روی افراد و کنترل آن به منظور بالا بردن بهره‌وری افراد و افزایش کیفیت و کمیت تولیدات امری ضروری می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین استرین حرارتی با استفاده از شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) با بهره‌وری نیروی انسانی نشان داد که بین استرین حرارتی و بهره‌وری نیروی انسانی رابطه معکوس و معناداری وجود دارد و با افزایش احساس استرین گرمایی در فرد، بهره‌وری وی کاهش پیدا می‌کند. این نتیجه با نتیجه حاصل از مطالعات دیگر همسو می‌باشد. Clements-Croome و Baizhan مسایل دمایی محیط کار را به عنوان یکی از اصلی‌ترین فاکتورهای اثرگذار بر روی بهره‌وری اداری گزارش نمودند و عنوان کردند که با اصلاح شرایط محیطی در دفاتر اداری، می‌توان مقدار بهره‌وری را بین ۴ تا ۱۰٪ افزایش داد (۱۹). همچنین Niemelä و همکاران گزارش کردند زمانی که دما بالاتر از ۲۵ درجه سانتیگراد می‌رود، بهره‌وری افراد ۲/۲٪ به ازای افزایش هر درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. Lan و همکاران در مطالعه‌ای که اندازه‌گیری کمی کاهش عملکرد را در نتیجه ناراحتی حرارتی، مورد بررسی قرار دادند، گزارش کردند که احساس ناراحتی از دمای محیط کار (احساس خیلی گرم یا خیلی سرد) باعث کاهش عملکرد افراد می‌گردد و ناراحتی حرارتی که به دلیل افزایش دمای هوا به وجود می‌آید تاثیر منفی بر روی عملکرد افراد دارد (۳۲).

در تعیین استرین حرارتی در فصل تابستان، شاخص‌های دمای ترگویسان (WBGT) و نمره تنش گرمایی (HSSI) بیشترین مقدار استرین حرارتی را برای واحد مخصوص و

کمترین آن را برای واحد انبار گزارش کردند و هر دوی این شاخص در تعیین بیشترین و کمترین استرین گرمایی با هم همسو بودند. اما در فصل زمستان جهت تعیین کمینه استرین حرارتی این دو شاخص با هم یکسان نبودند و شاخص دمای ترگویسان (WBGT) کمترین مقدار را برای واحد بازرگانی ولی شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) کمترین مقدار را برای واحد مخصوص گزارش کرد. این دو شاخص بیشنینه مقدار استرین گرمایی را برای واحد تولید گزارش کردند. با توجه به این مقادیر، به نظر می‌رسد هر چه محیط گرم‌تر باشد، تعیین استرین گرمایی با استفاده از این دو شاخص به هم نزدیک‌تر می‌باشد و هر چه محیط سردتر گردد، به دلیل اینکه شاخص دمای ترگویسان (WBGT) موارد فردی از قبیل شدت تعریق، شدت خستگی، شدت ناراحتی و ... را در نظر نمی‌گیرد، در تعیین تنش‌های دمایی بر اساس باور صحیح فرد در محیط کاریش ناتوان است. هر چند این دو شاخص در گزارش استرین گرمایی با هم همبستگی داشتند اما نتایج نشان داد که با سرد شدن هوا همبستگی این دو شاخص با هم کمتر می‌شود و هر دو به یک گونه تنش گرمایی را برای افراد در واحدهای مختلف گزارش نکردند. مدل بهره‌وری هرسی و گلداسمیت به گونه‌ای تنظیم شده است که در کنار تعیین عوامل کلیدی اثرگذار بر روی عملکرد و بهره‌وری افراد، این عوامل را در جهت به کارگیری مدیران مورد استفاده قرار دهد و طوری طراحی شده است که جنبه‌های ذهنی و جسمانی فرد و جنبه‌های سازمانی و محیطی را در نظر می‌گیرد و بر پایه ذهنیت افراد و باوری که نسبت به وظیفه‌اش دارد، تعیین می‌شود ، بنابراین همان‌طور که در این مطالعه مشخص گردید، جهت بررسی رابطه آن با استرین گرمایی، مقایسه آن با شاخص ذهنی (HSSI) نسبت به شاخص عینی (WBGT) جواب صحیح‌تری را می‌دهد . شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) یک شاخص ذهنی می‌باشد که بر اساس قضاوت افراد و مشاهده محقق تعیین می‌گردد و علاوه بر متغیرهای محیطی، متغیرهای فردی را نیز از قبیل شدت خستگی، شدت تشنگی، شدت ناراحتی، علایم بالینی، شدت فعالیت جسمانی و پوسچر بدن را هم در نظر می‌گیرد. با توجه به مدل هرسی و گلداسمیت این موارد به طور کلی جهت تعیین میزان بهره‌وری به کار برده شده‌اند و به همین خاطر از هفت ریز مقیاس این مدل، چهار ریز مقیاس آن با شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) رابطه معنادار و معکوس دارند و در نهایت بهره‌وری نیروی انسانی رابطه معکوس و معنادار را با شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) دارد، در حالی که شاخص دمای ترگویسان (WBGT) این رابطه را گزارش نکرد و تنها با ریزمقیاس توانایی رابطه معکوس و معناداری داشت. هنگامی که فرد مقادیر کمتری را برای ریزمقیاس‌های بهره‌وری نیروی انسانی گزارش کرد، به همین نسبت مقادیر بیشتری را برای داشتن استرین گرمایی در شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) گزارش کرد. هنگامی که فرد شدت خستگی، شدت تشنگی، علایم بالینی و شدت فعالیت جسمانی را به مقدار فراوانی گزارش کرد، توانایی، حمایت سازمانی، ارزیابی و اعتبار کمتری را در مدل بهره‌وری گزارش کرد. به همین دلیل شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) به عنوان یک شاخص ذهنی، همبستگی مطلوبی با مدل بهره‌وری هرسی و گلداسمیت را دارا می‌باشد. اما به منظور رسیدن به این نتیجه که جهت ارزیابی شاخص‌های مدیریتی و روان‌شناسی محیط‌های کاری، شاخص ذهنی نمره تنش گرمایی (HSSI) کارایی بهتری نسبت به شاخص دمای ترگویسان (WBGT) دارد، نیاز به مطالعات بیشتری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، شاخص نمره تنش گرمایی (HSSI) رابطه معکوس و معناداری با میزان بهره‌وری افراد داشت، ولی شاخص دمای ترگویسان (WBGT) رابطه معنی‌داری با بهره‌وری نداشت. به طوری که با افزایش سطح استرین گرمایی، میزان بهره‌وری کاهش یافت.

تشکر و قدردانی

این مطالعه در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با طرح تحقیقاتی شماره ۲۹۱۱۴۵ انجام شد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری صمیمانه و حمایت‌های آقای مهندس کریمی مدیریت محترم عامل، آقای کوچکیان معاونت محترم امور اداری، آقای سعیدی نیا مسؤول واحد ایمنی و بهداشت و تمامی پرسنل زحمت‌کش شرکت فرمان خودرو سپاهان (سهامی خاص) تشکر نمایند.

References

1. Smith K. The global burden of disease from unhealthy buildings: preliminary results from comparative risk assessments. Proceedings of Healthy Buildings. Procceding of the 7th International Conference Energy-Efficient Healthy Buildings; 2003; Singapore: P118-26.
2. Seppanen O, Fisk WJ, Faulkner D. Control of temperature for health and productivity in offices. Lawrence Berkeley National Laboratory,LBNL-55448, 2004.
3. Takki T, Virta M. A Systematic Method for Improving Indoor Environment Quality through Occupant Satisfaction Surveys. Proceedings of Clima 2007 WellBeing Indoors. 2007 June; Helsinki (Finland); 2007.
4. Zhanga G, Zhenga C, Yanga W, Zhanga Q, Moschandreasa DJ. Thermal Comfort Investigation of Naturally Ventilated Classrooms in a Subtropical Region. Indoor Built Environ 2007; 16 (2): 148-58.
5. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Cardiac strain comparison between workers with normal weight and overweight in the hot humid weather of the Persian Gulf region. J Educ Health Promot 2013; 2: 48.
6. Singh J. Review: Health, Comfort and Productivity in the Indoor Environment. Indoor and Built Environment 1996; 5: 22-33.
7. Yoram E, Moran D. Thermal Comfort and the Heat Stress Indices. Ind Health 2006 Jul;44(3):388-98.
8. Khodarahmi B, Dehghan H, Motamedzadeh M, Zeinodini M, Hosseini S .Effect of respiratory protection equipments wear on heart rate in different workload. International Journal of Environmental Health Engineering 2013; 2(1): 26.
9. Dehghan H, Habibi E, Yousefi HA H, Hasanzadeh A. The relationship between observational–perceptual heat strain evaluation method and environmental/physiological indices in warm workplace. PJMS 2013; 29(1Suppl).
10. Dehghan H, Mortazavi S, Jafari M, Maracy M, Jahangiri M. The evaluation of heat stress through monitoring environmental factors and physiological responses in melting and casting industries workers. International Journal of Environmental Health Engineering. 2012;1(1):21.
11. Schneider J. Queenslaand Mining Industry Health and Safety Conference Proceedings, 1999.
12. Lister DB, Jenicek EM, Preissner PF. Productivity and Indoor Environmental Conditions Research: An Annotated Bibliography for Facility Engineers. USACERL Special Report 98/96, 1988.
13. Clements D. Creating the Productive Workplace. 2th Ed. New York: Taylor & Francis e-Library, 2006.
14. Rezaeian A, Ghasemi M. The relationship between diversity management and Human productivity. JPAP 2010; 4: 9-22.
15. .Jantunen MJ. KTL National Public Health Institute, Healthy Buildings, 2006.

16. Wagner A, Gossauer E, Moosmann C, Gropp T, Leonhart R. Thermal comfort and workplace occupant satisfaction—Results of field studies in German low energy office buildings. Energy and Buildings 2007;39(7):758-69.
17. Duncan JR, Konz SA. Productivity in heat stress environments with personal dry-ice cooling: Proceedings of Spring Annual American Institute of Industrial Engineers Conference, St Louis, Missouri, USA, May 1976, 7 pp. Applied Ergonomics 1977;8(1):49-50.
18. Fanger PO. Thermal Comfort. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.
19. Derek C, Baizhan L. Productivity and indoor environment. Proceedings of Healthy Buildings 2000; 1.
20. Loveday D, Hanby VI, Woodward WB. A software tool for relating the comfort and productivity of occupants in commercial buildings. Proceedings of CIBSE National Conference; 1995: P 69–75.
21. Seppänen O, Fisk W, Lei QH. Room temperature and productivity in office work. eScholarship Repository, Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 2006.
22. Roelofsen P. The design of the workplace as a strategy for productivity enhancement. Clima 2000/Napoli 2001 World Congress; 2001; Napoli.
23. Jensen KL, Toftum J, Friis-Hansen P. A bayesian network approach to the evaluation of building design and its consequences for employee performance and operational costs. Building and Environment 2009; 44(3): 456–62.
24. Kosonen R, Tan F. Assessment of productivity loss in air-conditioned buildings using PMV index. Energy and Buildings 2004; 36(10): 987–93.
25. Schellen L, van Marken Lichtenbelt W, de Wit M, Loomans M, Friins A, Toftum J. Thermal comfort, physiological responses and performance during exposure to a moderate temperature drift. Indoor Air 2008,Copenhagen, Denmark - Paper ID: 555. 2008.
26. Taiwo AS. The influence of work environment on workers productivity: A case of selected oil and gas industry in Lagos, Nigeria. African Journal of Business Management 2010;4(3):299-307.
27. Nazemosadat MJ, Haris AM. Evaluation of human comfort in different climatic conditions (Case Study: Shiraz, Bandar Abbas, Birjand and Ardebil). Journal of environmental studies 2008; 34(48):71-80.
28. Golbabaei F, Omidvari M. Human and thermal stress at work. Third th Ed. Tehran: Institute of Tehran University Press; 2008.
29. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Meraci MR, Khavanin A, Jahangiri M. Construct validation of a heat strain score index with structural equation modeling. Journal of Health System Research 2010; 6(4): 601-12.
30. Nasirpour AA, Raeisi P, Hedayati SP. Relationship between organizational culture and employee productivity in the public hospitals of Iran University of Medical Sciences2007. Journal of Health Administration 2009; 12(35): 17-24.
31. Holmer I. Climate change and occupational heat stress: methods for assessment. Glob Health Action 2010; 3: 10.
32. Lana L, Wargocki P, Lian Z. Quantitative measurement of productivity loss due to thermal discomfort. Energy and Buildings 2011; 43(5): 1057–62.

Relationship between Heat strain and Human productivity in automotive assembly industry

Jafar Akbari[1], Habibollah Dehghan[2], Hiva Azmoon[3]

Original Article

Abstract

Background: In many jobs, people are exposed to thermal stress. Exposed to heat and Cause heat strain to persons, in addition to the negative impact on health, affected productivity and efficiency and thus reduce the quantity and quality of production of organizations. Therefor, the aim of this study was to investigate the relationship between thermal strain and human productivity in the automotive assembly industry.

Methods: This cross-sectional study was on 181 workers of automotive assembly industry in both summer and winter season. To study the thermal strains, HSSI and WBGT indices and also to survey of human productivity Hersey and Goldsmit scale was used. Finally to study of relationship between the WBGT and HSSI with human productivity and its subscales, Pearson correlation was applied.

Findings: Most and lowest of WBGT index and HSSI in summer, to arrange for special unit and warehouse storage, respectively. In winter the maximum value of these indices was calculated for Production unit and the lowest values of these indices were obtained for special and business units, respectively. The maximum and minimum value of human productivity was obtained for business unit (25.81) and storage unit (16.52). The findings showed that the Pearson correlation coefficient the WBGT index and human productivity is not significant (P= 0.134). But HSSI index and human productivity had a significant inverse relationship (P= 0.015) and with decreasing heat strain score index, increased the human productivity and conversely.

Conclusion: Heat strain has a negative impact on human productivity so that increase of heat strain human productivity is reduced. The WBGT index did not reported the negative impact.

Keywords: heat stress, Human productivity, WBGT, thermal strain score index (HSSI), automotive assembly industry

Citation: Akbari J, Dehghan H, Azmoon H. **Relationship between Heat strain and Human productivity in automotive assembly industry.** J Health Syst Res 2013; 9(9):939-950

Received date: 13/01/2013 **Accept date: 25/04/2013**

[1]. MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

[2]. Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir