

بررسی ارتباط شاخص نمره استرین گرمایی با پارامترهای فیزیولوژیکی بدن کارگران در یک معدن روباز

محمدجواد جعفری^۱، غلام حیدر تیموری^۲، سهیلا خداکریم^۱، حسن اصیلیان مهابادی^{۳*}

۱. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: افرادی که در معادن روباز مشغول به کار هستند، غالباً در فصول گرم سال در معرض استرس گرمایی شدید قرار دارند. هدف این مطالعه بررسی شاخص نمره استرین گرمایی و تعیین ارتباط آن با پارامترهای فیزیولوژیکی بدن کارگران یک معدن روباز بود.
روش بررسی: این مطالعه توصیفی بر روی ۱۲۰ مرد سالم سازش یافته شاغل در یک معدن روباز در تابستان ۱۳۹۳ در خراسان رضوی انجام گرفت. دمای تمپان و دمای پوست با استفاده از دستگاه ترمومتر دیجیتالی مدل FT۷۰ ساخت شرکت بئورر کشور آلمان اندازه‌گیری شد. ضربان قلب و فشارخون با استفاده از دستگاه دیجیتال Emsig (مدل BO۲۶) ساخت کشور تایوان اندازه‌گیری شد. کلیه متغیرهای محیطی به‌طور همزمان با پارامترهای فیزیولوژیکی اندازه‌گیری و ثبت شدند. پرسش‌نامه شاخص نمره استرین گرمایی نیز تکمیل گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون‌های همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی استفاده شد.

یافته‌ها: مطابق شاخص نمره استرین گرمایی، ۶/۷ درصد افراد فاقد استرین گرمایی، ۵۰ درصد افراد احتمالاً دارای استرین گرمایی و ۴۳/۳ درصد افراد دارای استرین گرمایی بودند. بین شاخص نمره استرین گرمایی با هر کدام از پارامترهای فیزیولوژیکی شامل: دمای تمپان، دمای پوست، ضربان قلب، فشار سیستولیک و دیاستولیک ارتباط معنی‌داری وجود داشت ($P < ۰/۰۱$) ولی همبستگی بالایی نشان نداد که این مقدار برای ضربان قلب بیشترین بود ($r = ۰/۴۵۰$).

نتیجه‌گیری: درصد بالایی از کارگران در معرض خطر استرین گرمایی قرار داشتند و بیشترین نمره شاخص استرین گرمایی مربوط به واحد حفاری بود. به نظر می‌رسد بتوان از شاخص نمره استرین گرمایی در ارزیابی استرین گرمایی چنین محیط‌های کاری استفاده کرد.

کلمات کلیدی: استرین گرمایی، شاخص نمره استرین گرمایی، پارامترهای فیزیولوژیکی، معدن روباز.

How to cite this article:

Jafari MJ, Teimori GH, Khodakarim S, AssilianMahabadi H. Investigation the Relationship between Heat Strain Score Index and Physiological Parameters among Open Pit Miners. J Saf Promot Inj Prev.2016; 3(4):213-22 .

مقدمه

سازمان ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا در طی سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۸۳، اغلب موارد بیماری ناشی از استرس گرمایی در معادن در نوبت‌کاری روز اتفاق می‌افتد. این می‌تواند به خاطر بالاتر بودن گرمای هوا در طول روز باشد. در نتیجه بررسی گرمای محیط کار می‌تواند برای کارگران و مدیریت، در مورد خطر بیماری‌های ناشی از گرما مفید باشد (۳). تحقیقات بسیاری بر روی استرس گرمایی در معادن زیرزمینی انجام شده، اما توجه کمی به فرایندهای کاری معادن سطحی شده است (۴). بررسی دمای عمقی بدن کارگران صنعتی در شرایط گرمایی نشان داده که دمای عمقی بدن معدنچیان بیشتر از حد توصیه‌شده در محیط‌های صنعتی (38°C) می‌باشد (۵). در بررسی اثر استرس گرمایی ($\text{WBGT} > 30^{\circ}\text{C}$) بر روی کارکنان

استرین فیزیولوژیکی ناشی از استرس گرمایی تحت تأثیر ۶ پارامتر اصلی قرار دارد. این پارامترها شامل ۴ پارامتر محیطی: دمای هوا، رطوبت، سرعت جریان هوا و تابش حرارتی، همچنین مصرف انرژی حاصل از فعالیت فیزیکی فرد و خواص حرارتی لباس وی می‌باشند. سازش با گرما، هیدراتاسیون و پوشش بدن نیز بر استرین فیزیولوژیکی ناشی از استرس گرما اثر دارد (۱).

افرادی که در معادن روباز مشغول به کار هستند، غالباً در فصول گرم سال در معرض استرس گرمایی شدید قرار دارند که باعث کاهش بهره‌وری و حتی تهدید زندگی آن‌ها می‌شود (۲). با توجه به گزارش

معدن سنگ آهن شمال غربی استرالیا، دمای عمقی بدن افراد در پایان شیفت کاری ($37/6^{\circ}\text{C}$) در مقایسه با ابتدای شیفت کاری (37°C) بیشتر بود، همچنین حالت دهیدراتاسیون افراد در پایان شیفت کاری از حد استاندارد ($\text{USG} = 1/0.2$) بیشتر و حالت خستگی افراد نیز افزایش یافته بود (۶). بررسی ارتباط بین استرس گرمایی شغلی و بیماری کلیه در میان ۳۷۸۱۶ کارگر در تایلند، نشان داد که قرار گرفتن در معرض استرس گرمایی در مردان نسبت به زنان شایع تر بوده و ارتباط معنی داری بین استرس گرمایی و بروز بیماری کلیه در مردان مشاهده شد و خطر بیماری کلیه در میان کارگرانی که در معرض گرمای طولانی مدت بودند بالاتر بود (۷). بیش از ۸۰ درصد کارگران تجربه علائمی از بیماری ناشی از گرما در یک دوره یک ماهه داشته و اکثر آن ها علائم را در بیش از یک ماه همراه با حالت بی آبی در بدن تجربه کرده بودند (۸). در بررسی استرین گرمایی و حالت هیدراتاسیون کارگران آتشیبار یک معدن روباز، میانگین دمای عمقی بدن افراد ($37/5^{\circ}\text{C}$) و میانگین حجم مخصوص ادرار $1/0.24$ به دست آمد. هفتاد و سه درصد از کارگران حداقل یکی از علائم بیماری ناشی از گرما را در طول شیفت کاری نشان دادند (۹). ارزیابی استرس گرمایی در محیط های کاری ممکن است با اندازه گیری پارامترهای محیطی انجام شود و سپس تأثیر آن ها بر بدن افراد با استفاده از یک شاخص استرس گرمایی و یا شاخص های بیشتری انجام شود (۲). هر کدام از این شاخص های استرس گرمایی دارای مزایا و معایبی هستند، تلاش بر این است یک شاخص معتبر و کامل جهت ارزیابی استرس گرمایی ابداع شود که بتواند شرایط محیط کار را از لحاظ استرس محیطی توصیف کند (۱۰). از مجموع شاخص های گرمایی ارائه شده، کار با شاخص های مستقیم ساده تر بوده و از طریق اندازه گیری پارامترهای محیطی محاسبه می شوند (۱۱). شاخص دمای تر گویسان جزء شاخص های تجربی مستقیم بوده که به صورت استاندارد جهانی معرفی شده و در سطح وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد (۱۲). علاوه بر محدودیت های این شاخص (۱۳)، ارزیابی استرس گرمایی مستلزم هزینه و زمان زیادی است. برای کاهش هزینه های اندازه گیری و ارزیابی، روش غربالگری افراد در مواجهه با گرما، تحت عنوان شاخص نمره استرین گرمایی توصیه می شود. این شاخص جدید بوده و بر اساس تکنیک های مشاهده ای ادراکی تدوین شده است (۱۴).

تدوین و طراحی نهایی این روش پرسشنامه ای شامل ۲۵ آیت می باشد که ثبات درونی بین آن ها در حدود $0/73 - 0/91$ گزارش شده است (۱۵). اعتبار و پایایی پرسشنامه برابر $0/9$ برآورد شده است؛ و نشان داد که با متغیرهای شاخص دمای تر گویسان و سایر پرسشنامه ها نقاط مشترک بالایی داشته و می توان از آن برای ارزیابی مقدماتی تنش گرمایی در محیط های کاری استفاده کرد (۱۶). البته اعتبارسنجی آن در فعالیتهای مختلف ضروری است.

شاخص نمره استرین گرمایی، روشی است که نیازی به استفاده از وسایل سنجش شرایط جوی محیط ندارد و از اندازه گیری های اضافی و هزینه بر در محیط کاری جلوگیری می کند. این شاخص برای پیش ارزیابی میزان مواجهه با گرما در کلیه صنایع می تواند بکار رود و فقط با استفاده از تکمیل پرسشنامه مربوط به آن میزان مواجهه کارگران با گرما مورد ارزیابی اولیه قرار می گیرد. در پرسش نامه تنظیم شده این شاخص عوامل متعدد مربوط به ایجاد استرس و استرین گرمایی گنجانده شده است (۱۷). مطالعاتی در داخل کشور بر روی این شاخص انجام گرفته است. در بررسی ارتباط شاخص نمره استرین گرمایی و شاخص تر گویسان با شاخص استرین فیزیولوژیکی در محیط کار گرم نشان داده که شاخص نمره استرین گرمایی در مقایسه با شاخص دمای تر گویسان همبستگی بالاتری با شاخص استرین فیزیولوژیکی داشت (۱۷). رابطه بین استرس گرمایی با استفاده از شاخص دمای تر گویسان و نمره استرین گرمایی و بهره وری نیروی کار در صنعت مونتاز خودرو، نشان داد که شاخص دمای تر گویسان با بهره وری نیروی انسانی رابطه معنی داری نداشت ($P = 0/134$). اما شاخص نمره استرین گرمایی با بهره وری نیروی انسانی رابطه معکوس و معنی داری داشت ($P = 0/015$). با افزایش نمره شاخص تنش گرمایی مقدار بهره وری کاهش پیدا می کرد (۱۸). در ارزیابی استرس گرمایی با کاربرد شاخص دمای تر گویسان و شاخص نمره استرین گرمایی در کارگران قنادی شهر اصفهان، میانگین شاخص دمای تر گویسان محیط کار کارگران $22/97$ درجه سانتی گراد بود که زیر حد مجاز برای کار سبک بود. بر اساس شاخص نمره استرین گرمایی، $77/5\%$ افراد فاقد استرین گرمایی، $19/9\%$ احتمالاً دارای استرین گرمایی و $5/6\%$ افراد دارای استرین گرمایی بودند (۱۹). در ارزیابی میزان مواجهه با گرما در کارگران نانوائی های شهر اصفهان با کاربرد شاخص دمای تر گویسان، شاخص نمره استرین گرمایی و دمای دهانی، مشخص گردید بیشتر از ۵۰ درصد افراد دچار استرین گرمایی بودند و ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص دمای تر گویسان و شاخص نمره استرین گرمایی بالاتر از $0/62$ بود (۲۰). همچنین در بررسی همبستگی بین شاخص های گرمایی با پارامترهای فیزیولوژیکی کارگران یک صنعت ذوب آهن، شاخص های گرمایی تر گویسان با دمای عمقی و ضربان قلب همبستگی معنی دار داشتند و شاخص نمره استرین گرمایی با ضربان قلب همبستگی معنی دار و با دمای عمقی (پرده گوش) همبستگی معنی داری نشان نداد (۲۱).

این شاخص ادراکی بایستی در محیط های کاری مختلف بررسی شده و کارایی آن مورد تأیید قرار بگیرد تا با استفاده از آن بتوان هزینه های ارزیابی مواجهه با گرما را به طور قابل توجهی کاهش داد. از جمله مشاغل که در مواجهه با استرس گرمایی هستند معادن است که بخش قابل توجهی از جامعه کارگری کشور در آن اشتغال دارند. کار در معادن سنگ آهن در محیط های روباز و در معرض مستقیم پرتو

شرکت در این مطالعه گرفته شد. به کارگران اطمینان داده شد که اطلاعات شخصی‌شان محرمانه خواهد ماند و در انتشار مطالب رعایت امانت خواهد شد. در روز پیش از اندازه‌گیری، هدف از انجام مطالعه و رعایت نکاتی مانند استراحت کافی در شب، استفاده نکردن از قهوه و کافئین به افراد یادآوری شد. در هرروز اندازه‌گیری با توجه به شرایط کاری هر واحد و با هماهنگی قبلی تعدادی از افراد مورد پایش قرار می‌گرفتند، حین اندازه‌گیری سعی گردید افراد در شرایط یکسانی، مورد پایش قرار بگیرند و با در نظر گرفتن مدت همکاری پرسنل، زمان کل اندازه‌گیری برای هر نفر به مدت ۲ ساعت در نظر گرفته شد و تمامی اندازه‌گیری‌ها (حالت کار در فضای باز) در ساعات ۹ الی ۱۲ و ۱۴ الی ۱۶ انجام گرفت.

با توجه به شرایط کاری افراد علاوه بر کفش و کلاه ایمنی در بعضی واحدهای کاری لباس کار یکسره داشتند، جاهایی که گردوغبار و یا سروصدای بیش‌ازحد وجود داشت افراد از ماسک صورت و گوشی ایمنی استفاده می‌کردند و برای ساعت استراحت افراد اتاقی با تهویه مطبوع در نزدیکی جبهه کار وجود داشت.

در ابتدا با پرسش از افرادی که در تماس با گرما بودند فرم مشخصات دموگرافیک آن‌ها تکمیل گردید. پس از انتخاب نمونه‌های موردنظر پارامترهای فیزیولوژیکی افراد و متغیرهای محیطی در دو حالت استراحت و کار اندازه‌گیری شد. پارامترهای فیزیولوژیکی در دو مرحله و مطابق توصیه‌های بین‌المللی استاندارد (ISO۹۸۸۶) اندازه‌گیری شد.

در مرحله اول، پس از قرار گرفتن ۳۰ دقیقه در اتاق استراحت، در زمان‌های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ دقیقه پارامترهای فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان اطلاعات پایه ثبت گردید. (میانگین و انحراف معیار شاخص دمای تر گویسان اتاق استراحت 33.72 ± 0.53 درجه سانتی‌گراد بود). در مرحله دوم پس از پایان اندازه‌گیری‌ها در حالت استراحت، از فرد خواسته شد که به محل کار خود برگردد و کار خود را شروع نماید. پس از شروع به کار، پارامترهای فیزیولوژیکی در زمان‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه اندازه‌گیری و ثبت گردید (۲۳).

برای اندازه‌گیری دمای پرده تمپان و دمای پوست از ترمومتر دیجیتالی مدل FTV۷۰ (beurer) ساخت آلمان استفاده شد. دقت این دستگاه معادل ± 0.2 درجه سانتی‌گراد و دامنه اندازه‌گیری آن ۳۴ تا ۴۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ضربان قلب و فشارخون افراد با استفاده از دستگاه دیجیتالی Emsig مدل BO۲۶ ساخت کشور تایوان اندازه‌گیری شد. دستگاه فشارسنج دیجیتال قادر است فشارخون سیستولیک و دیاستولیک و تعداد ضربان قلب یک فرد بالغ را با استفاده از یک کاف تحت‌فشار بسته‌شده بر روی بازو اندازه‌گیری کند. این دستگاه دیجیتال بر روی بازوی شخص بسته‌شده و به‌صورت غیرتهاجمی، بر مبنای اندازه‌گیری روی میچ و طبق روش اسکیلومتر اندازه‌گیری را انجام می‌دهد (۲۴).

خورشید انجام می‌شود و باعث می‌شود افراد در فصول گرم سال تحت تأثیر استرس گرمایی قرار بگیرند. از طرفی مطالعاتی که به سنجش درک و قضاوت ذهنی افراد از گرما در محیط‌های کاری معدن پرداخته باشند، کافی نیستند. با توجه به انجام مطالعات محدود در این رابطه، این مطالعه باهدف ارزیابی استرس گرمایی با استفاده از شاخص نمره استرس گرمایی و بررسی ارتباط آن با پارامترهای فیزیولوژیکی بدن کارگران در یک معدن روباز صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی در مرداد و شهریورماه ۹۳ بر روی کارگران فرایندهای مختلف کاری معدن سنگ‌آهن سنگان خواف واقع در جنوب شرقی خراسان رضوی انجام شد. با توجه به فرمول تعیین حجم نمونه بر اساس ضریب همبستگی، تعداد ۱۲۰ نفر مرد سالم سازش یافته با گرما به‌عنوان نمونه‌های تحقیق به شرح زیر محاسبه گردید.

$$N = \left(\frac{Z_{\alpha} + Z_{\beta}}{C(r)} \right)^2 + 3 = 120$$

$$C(r) = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r}$$

در برآورد حجم نمونه $a =$ خطای نوع اول با مقدار ۰/۵۰، $B =$ (توان آزمون) خطای نوع دوم با مقدار ۰/۰۱، $C =$ ضریب توافق و $r =$ ضریب همبستگی با مقدار ۰/۵۴ در فرمول وارد گردید (۱۶). افراد شاغل در واحدهای کاری اصلی معدن شامل حفاری، آتشباری، بارگیری و حمل‌ونقل، کراشر و سنگ‌شکن که به‌طور طبیعی در مواجهه با مقادیر مختلفی از عوامل خطر تنش گرمایی در فصول گرم سال (خرداد تا شهریور) قرار داشتند مورد مطالعه قرار گرفتند. درصد حجم نمونه در هر واحد کاری بر اساس تعداد کارگران تعیین گردید. روش انتخاب و نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی ساده انجام شد و ورود افراد به مطالعه نیز به‌صورت داوطلبانه صورت گرفت. معیارهای ورود به مطالعه شامل عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری تیروئید، فشارخون، دیابت، بیماری‌های تبادار و عفونت گوش، عدم مصرف داروهای آنتی‌دیورتیک، عدم مصرف داروهای مؤثر بر ضربان قلب و همچنین داشتن سابقه کار مداوم در نظر گرفته شد. طبق مطالعات قبلی سازش با گرما در محیط کار به‌تدریج طی دوره ۷ تا ۱۰ روز الی دو هفته اتفاق می‌افتد (۲۲).؛ بنابراین افراد شرکت‌کننده در مطالعه باید حداقل از دو هفته پیش در محیط کاری مشغول به کار می‌بودند.

پیش از انجام طرح همه مراحل اجرای آن به‌وسیله کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تأیید شد. در این مطالعه از هیچ‌گونه آزمایش تهاجمی استفاده نشد و همه نکات درج‌شده در اعلامیه هلسینکی درباره مطالعات مرتبط با انسان رعایت شد. توضیحات لازم به کارگران داده شد و رضایت کتبی آن‌ها برای

$$\bar{M} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n M_i \times T_i \quad (2)$$

M_i : میزان متابولیسم هر فعالیت، T_i : زمان انجام هر فعالیت مختلف، T : مدت زمان کار در یک شیفت کار و $\bar{M}$: میزان متوسط متابولیسم در شیفت کار بر حسب W/m^2 .

داده‌های مطالعه پس از جمع‌آوری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

این مطالعه بر روی ۱۲۰ کارگر انجام گرفت که میانگین و انحراف معیار مشخصات دموگرافیکی افراد شرکت‌کننده در مطالعه شامل: سن $33/9 \pm 7/79$ سال، وزن $72/25 \pm 12/5$ کیلوگرم، قد $173 \pm 0/075$ سانتی‌متر و شاخص توده بدنی آن‌ها $25 \pm 3/6$ کیلوگرم بر مترمربع بود. همچنین میانگین میزان بارکاری ناشی از متابولیسم افراد حین کار $165/9$ وات بر مترمربع با دامنه $101-245$ بود، $29/5$ درصد افراد کار سبک، 49 درصد افراد کار متوسط و $21/5$ درصد افراد کار سنگین داشتند.

جدول ۱ مقادیر میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی و شاخص‌های استرس گرمایی در واحدهای کاری مختلف را در زمان کار افراد نشان می‌دهد. بیشترین مقدار میانگین هر کدام از پارامترهای فیزیولوژیکی و شاخص‌های گرمایی نسبت به دیگر گروه‌های شغلی مربوط به گروه شغلی حفاری بود.

بر اساس شاخص نمره استرین گرمایی، $6/7$ درصد افراد فاقد استرین گرمایی، 50 درصد افراد احتمالاً دارای استرین گرمایی و $34/3$ درصد افراد دارای استرین گرمایی بودند. جدول ۲ سطوح خطر شاخص نمره‌گذاری استرین گرمایی افراد مورد مطالعه را در زمان کار نشان می‌دهد.

نتایج پارامترهای فیزیولوژیکی افراد شامل دمای تمپان، دمای پوست، ضربان قلب، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک در جدول ۳ ارائه شده است. میانگین (انحراف معیار) پارامترهای فیزیولوژیکی شامل دمای عمقی تمپان $37/5 \pm 0/56$ درجه سانتیگراد، دمای پوست $37/1 \pm 0/47$ درجه سانتیگراد، ضربان قلب $87/5 \pm 9/4$ ضربه در دقیقه، فشار سیستولیک $130/4 \pm 7/8$ میلی‌متر جیوه و فشار دیاستولیک $82/5 \pm 7/5$ درجه میلی‌متر جیوه بودند. همچنین نتایج ضریب همبستگی مربوط به شاخص نمره استرین گرمایی به عنوان یک متغیر مستقل و پارامترهای فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در افراد به عنوان متغیر وابسته در جدول ۳ ارائه شده است. در بررسی ارتباط شاخص نمره استرین گرمایی با پارامترهای فیزیولوژیکی؛ آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص نمره استرین گرمایی با دمای تمپان رابطه خطی مستقیم و معنی داری وجود دارد ($P < 0/01$) و مقدار r برای دمای تمپان برابر $0/373$ به دست آمد.

در هر واحد کاری یک ایستگاه اندازه‌گیری در نزدیکی جبهه کاری افراد انتخاب شد و همزمان با سنجش پارامترهای فیزیولوژیکی متغیرهای محیطی نیز در حالت استراحت و کار اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای اندازه‌گیری متغیرهای محیطی و محاسبه شاخص دمای تر گویشان از دستگاه WBGT meter دیجیتال مدل Casella با دامنه اندازه‌گیری ۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد و دقت $\pm 0/5$ درجه سانتی‌گراد مطابق با استاندارد ISO۷۲۴۳ استفاده گردید. از آنجایی که محیط‌های کاری کارگران، بر اساس پیش‌آزمون از لحاظ دمایی متجانس بود، اندازه‌گیری‌ها فقط در ناحیه کمر کارگران ($1/1$ متر) انجام شد. با توجه به آن که افراد از لباس کار معمولی و لباس یکسره استفاده می‌کردند اصلاح برای لباس نیز پس از برآورد شاخص اعمال شد (۲۵). سپس با استفاده از معادله ۱ میانگین وزنی زمانی شاخص مذکور محاسبه شد.

$$WBGT = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n WBGT_i \times T_i \quad (1)$$

همزمان با اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی در حالت کار، پرسش‌نامه شاخص نمره استرین گرمایی تکمیل گردید. پرسشنامه شاخص نمره استرین گرمایی حاوی ۱۷ سؤال بود که در آن متغیرهایی همچون دمای هوا، رطوبت هوا، دمای سطوح، شدت فعالیت، حرکت هوا، شدت تعریق، شدت خستگی، شدت تشنگی، شدت ناراحتی، وضعیت تهویه، علائم بالینی، محل انجام وظایف، نوع و رنگ لباس کار، جنس لباس کار، نوع وسایل حفاظتی و وضعیت بدنی افراد مورد پرسش قرار می‌گیرند. سؤالات شماره ۱ الی ۱۲ از طریق پرسش از فرد و سؤالات ۱۳ الی ۱۷ از طریق مشاهده محقق تکمیل شد. نمره هر گزینه علامت زده شده در عدد ضریب تأثیر ضرب شده و حاصل ضرب در مربع روبروی هر سؤال ثبت می‌گردید، در نهایت اعداد داخل مربع‌ها جمع گردیده و نمره حاصله تحت عنوان امتیاز نهایی محاسبه شد و سطح خطر برای هر فرد به دست می‌آید (۱۷). سه سطح خطر به شرح زیر می‌باشد، جمع کل نمرات کمتر از $13/5$ ، فاقد استرس گرمایی است (سطح اول خطر استرس گرمایی یا منطقه سبز). جمع کل نمرات بین $13/6$ تا 18 ، احتمالاً دارای استرس گرمایی است و لازم است ارزیابی دقیق‌تری صورت پذیرد (سطح دوم خطر استرس گرمایی یا منطقه زرد). جمع کل نمرات بزرگ‌تر از $18/1$ ، دارای استرس گرمایی است و لازم است اقدامات کنترلی مناسب برای کاهش استرس انجام بگیرد (سطح سوم خطر استرس گرمایی یا منطقه قرمز).

میزان متابولیسم بر اساس استاندارد ISO۸۹۹۶ برای هر شغل تعیین شد. سپس با استفاده از معادله (۲) میانگین وزنی زمانی متابولیسم در طول شیفت کاری برای هر یک از آن‌ها محاسبه شد.

جدول ۱. مقادیر میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی و شاخص‌های استرس گرمایی در واحدهای کاری مختلف

متغیر	حفاری		حمل و نقل		سنگ شکن		آتشباری		کراشر و کارخانه	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
	(۲۲ نفر)		(۱۵ نفر)		(۳۵ نفر)		(۱۰ نفر)		(۳۸ نفر)	
دمای عمقی (°C)	۳۷/۹۸	۰/۵۳	۳۷/۰۶	۰/۳۶	۳۷/۷	۰/۴۷	۳۷/۴	۰/۳۷	۳۷/۳۵	۰/۵۶
دمای پوست (°C)	۳۷/۵	۰/۳۸	۳۶/۸۴	۰/۳۲	۳۷/۴	۰/۳۸	۳۶/۹	۰/۲۹	۳۶/۸۳	۰/۳۷
ضربان قلب (beat/min)	۹۲/۴۵	۷/۷	۸۳/۰۶	۵/۴	۹۰/۵	۹/۳۱	۹۰/۲	۹/۷	۸۲/۸	۸/۸
فشار سیستولیک (mmHg)	۱۳۵/۷	۷	۱۲۸/۴	۷/۱	۱۳۰/۶	۶/۹	۱۳۳/۴	۴/۶	۱۲۷/۲	۷/۸
فشار دیاستولیک (mmHg)	۸۶/۸	۵/۴	۸۴/۸	۸/۲	۸۱/۷	۷/۳	۸۳/۶	۷/۹	۷۹/۵	۷/۴
متابولیسم (W/m ²)	۲۱۵	۷/۳۵	۱۳۲/۵	۸/۶	۱۷۰	۳۸/۵	۲۱۵	۲۳/۲	۱۴۵	۳۵/۵
ترگویسان (°C)	۳۲/۶	۰/۸۷	۲۹/۷۶	۱/۲۳	۳۰/۸	۱/۲۹	۳۱/۹	۰/۸۵	۲۹/۷۵	۱/۵
شاخص نمره استرین گرمایی (سطح خطر)	۲۴/۶۲	۲/۶۶	۱۷/۲	۲/۵۶	۱۷/۷	۲/۵۴	۲۳/۹	۳/۹۶	۱۷/۶	۲/۶

جدول ۲. سطوح خطر شاخص نمره‌گذاری استرین گرمایی

شاخص نمره استرین گرمایی				سطح خطر	
تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین (انحراف معیار)	درصد	
۸	۱۲/۸۷	۱۳/۴	۱۳/۲۳ (۰/۱۸۵)	۶/۷	فاقد استرین گرمایی
۶۰	۱۴/۴۹	۱۸/۴	۱۶/۸۵ (۱/۰۲)	۵۰	احتمالاً دارای استرین گرمایی
۵۲	۱۹/۲	۲۸/۶	۲۳/۲۶ (۲/۸۶)	۴۳/۳	دارای استرین گرمایی
۱۲۰	۱۲/۸۷	۲۸/۶	۱۹/۳۸ (۴/۰۴)	۱۰۰	کل

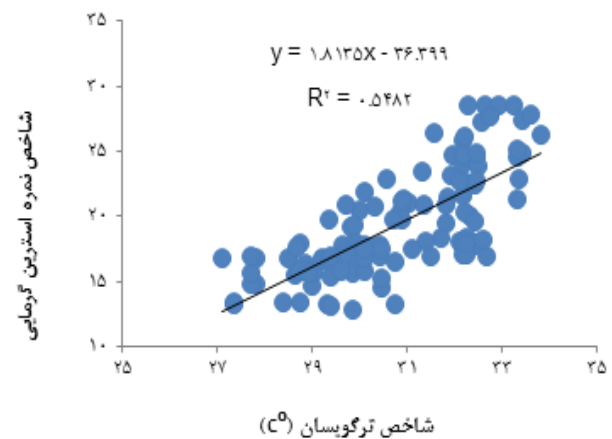
جدول ۳. پارامترهای فیزیولوژیکی افراد مورد مطالعه و ضریب همبستگی پیروسون بین آن‌ها با شاخص نمره استرین گرمایی

پارامترها	حداقل	حداکثر	میانگین (انحراف معیار)	ضریب همبستگی (r)	P.Value
دمای عمقی (تمپان) (°C)	۳۶/۳	۳۸/۹	۳۷/۵۴ (۰/۵۶)	۰/۳۷۳	< ۰/۰۱
دمای پوست (°C)	۳۶	۳۸/۲	۳۷/۱۴ (۰/۴۷)	۰/۳۸۵	< ۰/۰۱
ضربان قلب (beat/min)	۶۸	۱۱۲	۸۷/۴۸ (۹/۴)	۰/۴۵۰	< ۰/۰۱
فشار سیستولیک (mmHg)	۱۰۹	۱۴/۹	۱۳۰/۴ (۷/۸)	۰/۴۳۳	< ۰/۰۱
فشار دیاستولیک (mmHg)	۶۵	۹۸	۸۲/۶ (۷/۵)	۰/۴۰۱	< ۰/۰۱

(ایرماف) بودند که میتواند در فصول گرم سال بر میزان استرین گرمایی بیفزاید. حدود نیمی از افراد لباس کار معمولی و نیمی لباس کار یکسره به تن داشتند و میانگین متابولیسم بارکاری افراد در حد متوسط بود. در بسیاری مطالعات قبلی عواملی مانند نمایه توده بدنی، وسایل حفاظتی و سن را جزء عوامل خطر استرین گرمایی بررسی کردند (۲۹۲۷) در مطالعه حاضر این طبقه‌بندی صورت نگرفته است، چون بسیاری از عوامل دخیل در استرین گرمایی در قالب آیتم پرسشنامه شاخص استرین گرمایی از افراد پرسیده شده است.

مطالعات گذشته نشان دادند که پارامتر فیزیولوژیکی دمای عمقی تمپان نسبت به دیگر دماهای عمقی روشی غیرتهاجمی بوده و خللی در کار کارگر ایجاد نمی‌کند (۳۰، ۳۱). در این مطالعه به منظور بررسی دمای عمقی بدن، از پارامتر فیزیولوژیکی دمای تمپان استفاده گردید. افراد در واحدهای کاری مختلف شرایط گرمایی تقریباً یکسانی را تجربه میکنند، میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی واحد حفاری نسبت به دیگر واحدها بیشتر بود، علل اصلی میتواند مربوط به بارکاری بیشتر و افزایش مصرف انرژی، نوع وسایل حفاظت فردی و کار مداوم در ارتفاعات بالاتر باشد که باعث میشود واحد حفاری احساس استرین گرمایی بیشتری داشته باشند. در مطالعه موران و همکاران میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی با افزایش بارکاری و لباس یکسره افزایش یافته بود و افراد استرین گرمایی بیشتری نشان دادند (۳۲). در تمامی واحدهای کاری میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی افراد از سطح استاندارد کمتر بود، در مطالعات قبلی که در محیط-های معدنی انجام شده نیز میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی کمتر از سطح استاندارد تعریف شده به دست آمده است (۶، ۹). در مطالعه دهقان و همکاران بین شاخص نمره استرین گرمایی با شاخص استرین فیزیولوژیکی و دمای دهانی همبستگی بالایی مشاهده شد که نسبت به مطالعه حاضر همبستگی بالاتری وجود داشت (۱۷). دلیل همبستگی ضعیف میتواند مربوط به پارامترهای محیطی مانند وجود جریان مقطعی باد، رطوبت نسبی پایین محیط کار و تابش بالای مستقیم نور خورشید باشد که بر تغییرات غیرمتناسب دمای پوست و دمای عمقی بدن بی‌تأثیر نبوده و موجب بروز پراکندگی بیشتر و همبستگی ضعیف‌تر گردیده است. در مطالعه سلیمی و همکاران، همبستگی شاخص نمره استرین گرمایی با ضربان قلب معنی دار بود و با دمای عمقی (پرده گوش) همبستگی معنی داری مشاهده نشد (۲۱). که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی نسبی داشت. در مطالعه حاضر سطوح خطر شاخص نمره استرین گرمایی به عنوان یک شاخص احساسی در زمان کار افراد مشخص گردید، بیشترین سطح خطر شاخص استرین گرمایی مربوط به واحد حفاری بود که میتواند مربوط به شرایط کاری باشد که نسبت به دیگر واحدها تجربه می‌کنند. میانگین سطح خطر و درصد بالای مواجهه کارگران با استرین

ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص نمره استرین گرمایی با دمای پوست ($r = 0.385$, $P < 0.01$) به دست آمد.



شکل ۱. نمودار پراکنش و خط رگرسیون شاخص نمره استرین گرمایی بر حسب دمای تر گویسان

آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص نمره استرین گرمایی با ضربان قلب رابطه خطی مستقیم و معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.01$) و مقدار ضریب همبستگی برای ضربان قلب برابر ۰/۴۵۰ به دست آمد. ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص نمره استرین گرمایی با فشار سیستولیک ($r = 0.433$, $P < 0.01$) و فشار دیاستولیک خون ($r = 0.401$, $P < 0.01$) به دست آمد. میانگین شاخص دمای تر گویسان 30.76°C محاسبه شد و همچنین نتایج همبستگی پیرسون نشان داد بین مقادیر شاخص نمره استرین گرمایی با شاخص دمای تر گویسان به عنوان یک شاخص استاندارد جهانی مورد استفاده در محیطهای کاری ارتباط بالایی وجود دارد ($r = 0.739$). آزمون رگرسیون خطی نیز مورد بررسی قرار گرفت که در شکل ۱ نمودار پراکنش و خط رگرسیون شاخص نمره استرین گرمایی بر حسب شاخص دمای تر گویسان نشان داده شد.

بحث

بر اساس شاخص نمره استرین گرمایی، ۶/۷ درصد افراد فاقد استرین گرمایی، ۵۰ درصد افراد احتمالاً دارای استرین گرمایی و ۴۳/۳ درصد افراد دارای استرین گرمایی بودند. نتایج مطالعات قبلی (۲۶) نشان داد که افراد سازش یافته نسبت به افراد سازش نیافته در شرایط یکسان میتوانند بار گرمایی را راحتتر تحمل کنند. در این مطالعه افراد با توجه به شرایط کاری از کفشهای پنجه فولادی مخصوص و کلاه ایمنی استفاده میکردند و در بعضی از واحدهای کاری به دلیل وجود گردوغبار زیاد، مشتقات نفتی و یا سروصدای بیش از حد ناشی از دستگاه، افراد مجبور به استفاده از ماسک صورت و گوشی حفاظتی

شرایط کاری افراد از لحاظ آب و هوایی یکسان بود. همه اندازه گیری ها در گرم ترین ماه های سال (مرداد و شهریور) و در ساعات گرم روزهای کاری انجام شد که می تواند جزء نقاط قوت مطالعه باشد. از عوامل اصلی مداخله گر در مطالعه حاضر می تواند سرعت جریان بالای هوا (مقطعی) و رطوبت نسبی پایین باشد که می تواند بر شاخص احساسی نمره استرین گرمایی تأثیرگذار بوده و همچنین صدای بیش از حد دستگاه ها در واحدهای کاری اشاره کرد که بر ضربان قلب افراد ممکن است اثر افزایشی داشته باشد. این مطالعه به دلایل محدودیت های زمانی در سایت اصلی معدن با حجم نمونه کوچکی در محیط کاری انجام شد و انجام مطالعه بر روی تمامی افراد و یا بر روی کارگران شرکت های خصوصی که از لحاظ کاری شرایط یکسانی داشتند، میسر نبود.

نتیجه گیری

به نظر می رسد بتوان از شاخص نمره استرین گرمایی در ارزیابی استرین گرمایی محیط های کاری روباز استفاده کرد و با توجه به همبستگی بالای شاخص نمره استرین گرمایی با شاخص دمای تر گویسان و از طرفی همبستگی پایین این شاخص با پارامترهای فیزیولوژیکی انجام مطالعات بیشتر در این زمینه ضروری است.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان نامه آقای غلام حیدر تیموری است که به صورت یک طرح پژوهشی نیز به تصویب دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی رسیده است. نویسندگان بر خود واجب می دانند تا از این دانشگاه و نیز مدیریت مجتمع معدن سنگ آهن به جهت همکاری تقدیر و تشکر به عمل آورند.

گرمایی می تواند به عنوان منطقه قرمز در نظر گرفته شده و بایستی اقداماتی مناسب برای کاهش استرس انجام گیرد. نتایج مطالعات قبلی نشان داد که بروز پدیده خودتنظیمی فعالیت و مصرف منظم آب می تواند در کاهش تنش گرمایی مؤثر باشد (۳۳، ۱۷). در مطالعه حاضر افراد به دلیل عدم آموزش و آگاهی کافی پدیده خودتنظیمی فعالیت در شرایط کاری آنان وجود نداشت و باعث شد که سطح خطر (احساس) استرین گرمایی افراد بالا رود و در محدوده قرمز قرار گرفته که علاوه بر آن عملکرد کاری افراد نیز می تواند تحت تأثیر قرار بگیرد. از آنجاکه کارگران در معدن مجموعه ای از فعالیت های مختلف را انجام می دهند برای تعیین زمان کار و استراحت، با مشاهده مستقیم از مجموعه فعالیت ها و به طور میانگین با استفاده از جداول استاندارد پیشنهادی ISO مقدار متابولیسم کار برای کارگران واحدها محاسبه گردید که این میزان در حد متوسط بود که با توجه به استانداردهای موجود، میزان کار و استراحت برای کارگران واحدهای کاری با مقدار شاخص ترگویسان بالاتر از ۲۹ درجه سانتی گراد مطلوب نبوده و نیاز به اصلاح دارد. در بسیاری از محیط های صنعتی و معدنی برای ارزیابی استرس گرمایی از شاخص دمای تر گویسان استفاده شده است (۳). در این مطالعه مقدار شاخص دمای تر گویسان ($8/30^{\circ}\text{C}$) محاسبه شده که در مقایسه با مقدار استاندارد دفترچه حدود تماس شغلی ایران در سال ۱۳۹۱، بالاتر از حد مجاز ($27/5^{\circ}\text{C}$) بود که نشان می دهد افراد در معرض استرس گرمایی شدید قرار دارند و نتایج حاصل از شاخص ترگویسان با مقادیر شاخص نمره استرین گرمایی همخوانی داشت. در مطالعه دهقان و همکاران میانگین شاخص دمای تر گویسان کمتر از حد استاندارد بود و درصد کمی از افراد دارای استرین گرمایی بودند (۱۹) در مطالعه یگانه و همکاران در شرایط کاری که افراد بیشتر از ۶۸ درصد مواجهه غیرمجاز با استرس گرمایی داشتند بیش از ۵۰ درصد افراد دچار استرین گرمایی بوده (۲۰). این یافته ها با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت. در این مطالعه تمامی افراد مورد بررسی سازش یافته با گرما بودند و

References

1. Kampmann B, Bröde P. Physiological Responses to Temperature and Humidity compared with Predictions of PHS and WBGT. Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Ergonomics, Boston (USA); Environmental Ergonomics XIII. August 2-7, 2009:54-8.
2. Wang F, Gao C, Kuklane K, Holmér I. Effects of various protective clothing and thermal environments on heat strain of unacclimated men: the PHS (predicted heat strain) model revisited. Industrial health. 2013;51(3):266-74.
3. Xiang J, Bi P, Pisaniello D, Hansen A. Health impacts of workplace heat exposure: an epidemiological review. Industrial health. 2014;52(2):91-101.

4. Hunt AP. Heat strain, hydration status, and symptoms of heat illness in surface mine workers (Dissertation). Australia: Queensland University of technology; 2011.
5. Brake DJ, Bates GP. Deep body core temperatures in industrial workers under thermal stress. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2002;44(2):125-35.
6. Peiffer JJ, Abbiss CR. Thermal stress in North Western Australian iron ore mining staff. *Annals of occupational hygiene*. 2013; (4)57:519-27.
7. Tawatsupa B, Lim LL, Kjellstrom T, Seubsman S-a, Sleigh A. Association between occupational heat stress and kidney disease among 37 816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). *Journal of Epidemiology*. 2012;22(3):251-60.
8. Hunt A, Stewart I, Parker T. Dehydration is a Health and Safety Concern for Surface Mine Workers. *Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Ergonomics, Boston (USA); Environmental Ergonomics XIII. August 2-7, 2009:274-8.*
9. Hunt AP, Parker AW, Stewart IB. Heat strain and hydration status of surface mine blast crew workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2014;56(4):409-14.
10. Brake R, Bates G. A valid method for comparing rational and empirical heat stress indices. *Annals of occupational hygiene*. 2002;46(2):165-74.
11. Epstein Y, Moran DS. Thermal comfort and the heat stress indices. *Industrial health*. 2006;44(3):388-98.
12. Parsons K. Heat stress standard ISO 7243 and its global application. *Industrial Health*. 2006;44(3):368-79.
13. Budd GM. Wet-bulb globe temperature (WBGT)—its history and its limitations. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2008;11(1):20-32.
14. Mortazavi SB, Dehghan H, Jafari MJ, Meraci MR, Khavanin A, Jahangiri M. Structural Equation Modeling Application to Determine Validity of the Structure of a Thermal Strain Screening Method. *J Health Syst Res*. 2010; (4)6:601-12.
15. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Meraci MR, Khavanin A, Jahangiri M. Construct validation of a heat strain score index with structural equation modeling. *J Health Syst Res*. 2011;6(4):601-12.
16. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Meraci MR, Khavanin A. Designing and Investigating Content Validity and Reliability of A Questionnaire for Preliminary Assessment of Heat Stress at Workplace. *J Health Syst Res*. 2011;7(2):228-45.
17. Dehghan H, Habibi E, khodarahmi B, Yousefi H, Hasanzadeh A. A Survey of the Relationship of Heat Strain Scoring Index and Wet Bulb Globe Temperature Index with Physiological Strain Index among Men in Hot Work Environments. *J Health Syst Res*. 2012;7(6):1148-56.
18. Akbari J, Dehghan H, Azmoon H. Relationship between Heat strain and Human productivity in automotive assembly industry. *J Health Syst Res*. 2013;9(9):935-50.

19. Dehghan H, YazdaniRad S, Rahimi Y. Heat Stress and Heat Strain Score Index Assessment in the Pastry Workers of Isfahan city. *J Health Syst Res.* 2014;9(12):1321-28.
20. Yeganeh R, Abbasi J, Dehghan H. Evaluation of Relationship Among Wet Bulb Globe Temperature index, Oral Temperature & Heat Strain Scoring Index In Bakers of Isfahan. *J Health Syst Res.* 2014; (3)10:599-607.
21. Salimi S. The association between HSSI, WBGT and PSI thermal indices and related physiological parameters in a melting plant (Dissertation). occupational health engineering, public of health: Kerman university of medical sciences; 2014.
22. Sawka M.N, Castellani J.W, Pandolf K.B, Young A.J. Human Adaptations to Heat and Cold Stress, Symposium on "Blowing Hot and Cold: Protecting Against Climatic Extremes". Dresden, NATO RTO-MP-076. 2001: pp. KN4-1-KN4-15.
23. Dehghan SHahreza H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy M. Combined application of wet-bulb globe temperature and heart rate under hot climatic conditions: a guide to a better estimation of the heat strain. *Feyz.* 2012;16(2):112-20.
24. EmsiG -BO26. Blood pressure monitoring system. Taiwan: Owner's manual, EmsiG Company; 2010. Report No. 2.0, 2010-09.
25. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs: Threshold limits values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. USA: ACGIH Signature Publications, Cincinnati, 2004.
26. Golbabaie F, Monazam Esmaili MR, Hemmatjou R, Nasiri P, PourYaaghoub, GR, Hosseini M. Comparing the Heat Stress (DI, WBGT, SW) Indices and the Men Physiological Parameters in Hot and Humid Environment. *Iran J Health & Environ.* 2012;5(2):245-52.
27. Dehghan H, Jafari MJ, Maracy MR. Comparison between Cardiac Strain of Normal Weight and Overweight Workers in Hot and Humid Weather of the South of Iran. *J Health Syst Res.* 2012;8(5):866-75.
28. Donoghue A, Bates G. The risk of heat exhaustion at a deep underground metalliferous mine in relation to body-mass index and predicted VO2max. *Occupational Medicine.* 2000;50(4):259-63.
29. Maeda T, Kaneko S-y, Ohta M, Tanaka K, Sasaki A, Fukushima T. Risk factors for heatstroke among Japanese forestry workers. *Journal of occupational health.* 2006;48(4):223-9.
30. Varley F. A study of heat stress exposures and interventions for mine rescue workers. *SME Annual Meeting Preprints; Transactions.* 2004; Vol.316:133-42.
31. Jafari MJ, Hoorfarasat G, Salehpour S, Khodakarim S, Haydarnezhad N. Comparison of Correlation between Wet Bulb Globe Temperature, Physiological Strain Index and Physiological Strain Index Based on Heart Rate with Heart Rate and Tympanic Temperature on Workers in a Glass Factory. *J Saf Promot Inj Prev.* 2014;2(1):55-64.
32. Moran D, Pandolf K, Shapiro Y, Laor A, Heled Y, Gonzalez R. Evaluation of the environmental stress index for physiological variables. *Journal of thermal biology.* 2003;28(1):43-9.

33. Bates GP, Schneider J. Hydration status and physiological workload of UAE construction workers: A prospective longitudinal observational study. J Occup Med Toxicol. 2008;3(21):4-5.

Investigation the relationship between heat strain score index and physiological parameters among open pit miners

Jafari MJ¹, Teimori GH¹, Khodakarim S¹, Assilian-Mahabadi H^{2*}

Background and Objectives: The open pit miners in tropical region suffer from severe heat stress especially during summer. The aim of this study was to evaluate heat stress based on heat strain score (HSSI) index and its relationship with physiological parameters of an open pit miners.

Materials and Methods: This descriptive study was conducted on 120 healthy and acclimatized miners. Tympanic and skin temperatures were measured using a Using a thermometer (model FT-70) manufactured by Beurer Co, Germany. Heart rate and blood pressure were monitored by digital instrumentation (Emsig BO26 model) digital instrumentation. All environmental and physiological parameters were simultaneously measured and recorded. HSSI questionnaire was also completed. Finally, linear regression and Pearson's correlations were determined.

Results: According to HSSI more than 6.7 percent of workers had any thermal strain, 50 percent of workers may experience thermal strain and 43.3 percent suffered from heat strain. A significant correlation between studied physiological parameters, including the tympanic temperature, skin temperature, heart rate, systolic and diastolic and HSSI were indicated ($p < 0.01$). The highest correlation coefficient was observed for heart rate ($r = 0.450$). Although a significant correlation was found between the HSSI index and physiological parameters, the values were low.

Conclusion: The workers in open pit miners were exposed at risk of heat strain hazards and the highest score of heat strain index was in drilling unit. It seems can used of heat Strain Score Index for evaluating of heat strain in such workplaces.

Key words: Heat Strain, HSSI, Physiological Parameters, Open-pit mine.

1. Faculty of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Occupational Health, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

*Corresponding author: asilia_h@modares.ac.ir