بررسی استرس گرمایی بر مبنای شاخص WBGT و ارتباط آن با پارامترهای فیزیولوژیکی در مشاغل روباز شهرستان شبستر

فریده گلبابایی[۱] - مریم رستمی اقدم شندی[۲*] - محمدرضا منظم[۳]- مصطفی حسینی[۴]- محسن یزدانی[۵]

m_rostami_68@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۲۴

چکیده

مقدمه: کارگران شاغل در محیط های روبازعلاوه برگرمای ناشی از فرایند کاری، در معرض گرمای ناشی ازشرایط جوی منطقه و تابش های خورشیدی می‌باشند که این امر با گرم شدن کره زمین حادتر شده است.از اینرو هدف از انجام این مطالعه اندازه گیری و ارزیابی شاخص دمای ترگویسان به‌منظور ارزیابی استرس های حرارتی و نیزسنجش پاسخ‌های فیزیولوژیکی کارگران مشاغل روباز و تاکید بر لزوم توجه مضاعف به این گروه های شغلی می باشد.

روش کار: این مطالعه به صورت توصیفی تحلیلی درمرداد ماه سال ۱۳۹۳ انجام شد. اندازه‌گیری شاخص دمای تر گویسان یا WBGT در ساعات مختلف بر اساس استاندارد ISO7243 انجام شد و نیز پاسخ‌های فیزیولوژیکی ۵۳ نفرکارگر شامل ضربان قلب، فشارخون، دمای دهانی، دمای پوستی در ۹ گروه شغلی شامل کارگران شهرداری و بتن‌سازی، باربران، کارگران راه‌سازی و ساختمانی و سنگ‌بری، کشاورزان، مامورین راهنمایی رانندگی و دستفروشان که درمحیط روبازمشغول به فعالیت بودند، مورد سنجش قرار گرفت.

یافته ها: میانگین شاخص WBGT برای تمام مشاغل روبازاندازه گیری شده به جزکارگران شهرداری، دست‌فروشان، مامورین راهنمایی رانندگی و کارگران سنگ‌بری، بیشتر از مقدار حد مجاز بود. بیشترین میزان میانگین WBGT مربوط به شغل راه‌سازی و کمترین میزان آن مربوط به کارگران شهرداری (به ترتیب ۲۷ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد) می باشد.آزمون همبستگی نشان داد بین شاخص WBGT و پارامترهای فیزیولوژیک ارتباط مستقیم و مثبت معنادار وجود دارد و بیشترین ضریب همبستگی مربوط به ضربان قلب می باشد (r=۰/۴۹۲).

نتیجه گیری: کارگران کارگاه بتن سازی ،راه‌سازی، باربری، ساختمانی و کشاورزی در تمامی ساعات روز در معرض بیشترین میزان مواجهه بر اساس شاخص WBGT بودند و کارگران شهرداری نیز کمترین میزان مواجهه را داشتند. از طرفی استرس حرارتی با استرین های مورد مطالعه همبستگی معنی داری داشت. بنابراین انجام مطالعات بیشتر و ایجاد تدابیری برای مراقبت از این کارگران امری ضروری است.

کلمات کلیدی: *شاخص WBGT، استرس گرمایی، مشاغل روباز، استرین گرمایی*

۱- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه ای ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- استاد گروه آمارحیاتی، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۵- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه تربیت مدرس

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]

مقدمه

استرس حرارتی یکی از عوامل فیزیکی زیان آور در بسیاری از صنایع است که می تواند باعث خستگی، بی حالی، کاهش بهره وری، افزایش خطا و افزایش تعداد حوادث و نیز بیماری‌های ناشی از گرما شود (Golbabaei, *et al.,* 2012). مطالعه ای در تایلند گزارش داده است که مشکلات ناشی از گرما در ۲۴ درصد از صنایع کوچک وجود دارد (Yunibhand, *et al.,* 1991). بنابراین گرمای محیط کار می‌تواند به‌عنوان یک مشکل جدی در مشاغل مختلف اعم از مشاغلی مطرح شود که در محیط‌های سرپوشیده یا روباز مانند فعالیت‌هایی که در ذوب فلزات، سرامیک سازی، صنایع غذایی، نیروگاه برق، صنایع ساختمانی و کشاورزی انجام می‌شود. (Bernard, *et al.,* 1999). لازم به ذکر است که مشکلات ناشی از گرما در مشاغل روباز بیشتر گزارش شده است (Lee, *et al.,* 2012). مطالعه‌ای در تایلند نشان داده است که میزان بهره وری در کارگران ساختمانی و صنایع سفالگری که در محیط روباز مشغول به کارند حدود ۱۰ تا ۶۰ درصد کاهش می‌یابد (Langkulsen, *et al.,* 2012). در فعالیت‌هایی که در محیط روباز انجام می شود کارگران علاوه بر گرمای ناشی از فرایند کاری، در معرض گرمای ناشی از شرایط جوی منطقه و تابشهای خورشیدی می باشند و این امر باتوجه به گرم شدن کره زمین حادتر شده است به عبارتی دیگر افزایش دمای جهانی به معنای افزایش مواجهه افراد با گرما می باشد که در این میان شاغلین محیط های روباز بدلیل مواجهه مضاعف با گرمای فرایند و شرایط گرمایی منطقه ونیز ظرفیت تطابقی فیزیولوژیکی ناکافی و عدم آگاهی از خطرات و اقدامات مربوطه به کاهش آن در معرض خطر بیشتری می‌باشند. تقریبا دو میلیارد نفر از کارگران محیط های روباز (به ویژه در آفریقا و آسیا) در معرض آسیب وتأثیرات ناشی از تغییرات آب و هوایی هستند ، و میزان مرگ و میر ناشی از گرما در کارگران تولید محصولات کشاورزی که در محیط روباز مشغول به فعالیتند تقریبا ۲۰ برابر بیشتر از سایر صنایع گزارش شده است (Phoung, 2013, Nilsson ,2010). بعضی از صنایعی که در مطالعات بعنوان مشاغل در معرض ریسک معرفی شدهاند و تحت تاثیر افزایش دمای کره زمین قرار گرفته‌اند عبارتند ازکشاورزان، صیادان ماهی ودریانوردان،کارگران ساختمانی (Lin, 2009). از طرفی خطرات بالقوه کار در محیط‌های گرم، به میزان زیادی وابسته به فاکتورهای فیزیولوژیکی می باشد. در شرایطی که از محیط اطراف، حرارتی به بدن انسان وارد شود، می تواند منجر به ایجاد پاسخ‌هایی نظیر افزایش تعریق، افزایش دمای پوستی، افزایش دمای عمقی و افزایش ضربان قلب در بدن شود، که بستگی به سطح تطابق دارد (Jalil, *et al.,* 2007). مطالعاتی محدودی در این مورد صورت گرفته است. یکی از این مطالعات این چنین بیان می‌کند فعالیتهایی که در محیط های روباز انجام می شود مثل کارگران ساختمانی یا کارگران خدمات شهری، در معرض خطرات ناشی از افزایش دمای عمقی بدن می باشند. بنابراین قضاوت حرفه ای در ارزیابی استرس حرارتی و تنش های گرمایی فیزیولوژیکی که رهنمودهای کافی را برای محافظت از کارگران سالم با در نظر گرفتن عوامل فردی و نوع کار در اختیار فرد می گذارد، از اهمیت ویژه ای برخوردار است (ACGIH, 2010, Davoudin, *et al.,*2012, Morika, *et al.,* 2006).

WBGT یا شاخص دمای تر گویسان یکی از

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]

شاخص های ارزیابی استرس حرارتی است که با در نظر گرفتن دمای‌تر، دمای خشک و گرمای تابشی شرایط گرمایی محیط را به صورت یک عدد نشان می‌دهد. این شاخص در عین این‌که از ساده‌ترین و مناسب‌ترین روش‌های ارزیابی شرایط گرمایی محیط است، از راندمان بالایی نیز برخوردار می باشد (Haji Azimi, *et al.,* 2011). با توجه به این که تعداد زیادی از نیروی کاری کشور در مشاغل روباز حضور دارند و به دلیل تمرکز تحقیقات صورت گرفته در زمینه های مختلف ایمنی و بهداشت بر صنایع و شرکت‌های بزرگ، باعث شده این بخش مهم از نیروی کاری غافل بماند. هدف از انجام این مطالعه اندازه‌گیری و ارزیابی شاخص WBGT، بررسی وضعیت استرس حرارتی و نیز پاسخ‌های فیزیولوژیکی در کارگران مشاغل روباز شهرستان شبستر می‌باشد.

روش کار

این مطالعه به صورت توصیفی – تحلیلی و مقطعی در گرمترین روزهای تابستان(مرداد ماه) ۱۳۹۳ انجام شد. روزهای نمونه برداری با بررسی اطلاعات هواشناسی پنج سال اخیر و نیز اطلاع و استعلام از سازمان هواشناسی کشور و پیش بینی شرایط آب و هوایی انتخاب شدند.مطالعه در ۹ گروه شغلی به عنوان مشاغل اصلی در محیط های روبازدر شهرستان شبستر انجام گرفت. جامعه پژوهشی کلیه کارگران شاغل درمحیط های روباز شهرستان شبستر بودند . با تهیه نقشه شهری، ایستگاه بندی شهر و تعیین محل و تعداد اندازه گیری‌ها، محیط‌کاری مورد بازرسی قرار گرفت. با توجه به وظایف شغلی روباز در محل و تعداد آن‌ها نیز نوع مشاغل در دسترس با توجه به روباز بودن محل کار انتخاب شد و اقدام به نمونه برداری ازمحیط کاری افراد و سنجش پارامترهای فیزیولوژیک افراد متمایل به همکاری صورت گرفت. پس از تایید افراد بر اساس معیارهای ورود به مطالعه، هدف از انجام پژوهش و روش کار به طور کامل برای آن‌ها توضیح داده شد. معیارهای ورود به مطالعه نداشتن بیماری های قلبی- عروقی، بیماری‌های تیرویید، بیماری‌های کلیوی و پوستی ،فشار خون، دیابت، بیماری‌های تب‌دار و عفونی، عدم پر کاری تیرویید، عدم مصرف داروهای آنتی بیوتیک و داروهای موثر بر ضربان قلب، عدم گرمازدگی قبلی و بومی بودن فرد با محیط بود.

در مجموع ۶ نفر از کارگران شهرداری، ۵ نفر از کارگران کارگاه بتن سازی، ۴ نفر از کارگران باربر، ۵ نفر از دست‌فروشان بازاری، ۸ نفر از کشاورزان،۱۰ نفر از کارگران راه‌سازی، ۴ نفر از مامورین راهنمایی و رانندگی، ۸ نفر از کارگران ساختمانی، ۳ نفر از کارگران سنگ‌بری انتخاب شدند که ساعت کاری آن‌ها از ۸ صبح الی ۱۶ بعداز ظهر بود و کلیه معیارهای ورود به مطالعه را داشتند و متمایل به همکاری بودند که پاسخ‌های فیزیولوژیکی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به استاندارد ISO7243، شرایط جوی محیط کاری روباز ممکن است در ساعات مختلف شیفت کاری متغیر باشد (ISO 7243., 2003). در نتیجه، مقدار شاخص WBGT باید در مقاطع مختلف زمانی طی شیفت کاری سنجش و سپس متوسط زمانی آن محاسبه شود. بدین منظور اندازه‌گیری‌ها هم در زمان استراحت افراد یعنی پیش از شروع به کار و بعد از خاتمه کار (ساعت ۸ صبح و ۱۶)و ۳مرحله کاری (۸ تا ۱۰ صبح، ۱۰ تا ۱۲ ظهر، ۱۲ تا ۱۶ بعد از ظهر) صورت گرفت

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]

و در هر مرحله اندازه گیری‌ها سه بار تکرار شد. تعیین زمان و فواصل اندازه‌گیری نیز با بررسی دیتای هواشناسی و تعیین ساعاتی که تغییر مشهود در روند دمای هوا به وجود می‌آمد انجام شد. از آن جایی که تمامی سایت‌های انتخاب شده از لحاظ دمایی (بر اساس پیش آزمون) متجانس بودند، اندازه‌گیری‌ها فقط در ناحیه کمر (۱/۱متر) انجام شد. برای محاسبه متوسط زمانی شاخص دمای تر گوی سان یا WBGT.TWA از رابطه زیر استفاده شده است.

$$WBGT.TWA = \frac{(WBGT1 \times T1) + (WBGT2 \times T2) + (WBGTn \times Tn)}{T1 + T2 + T3 + \cdots \ldots Tn}$$

WBGT.TWA : متوسط زمانی شاخص دمای تر گوی‌سان (C°)

WBGTn: شاخص دمای تر گوی سان در ساعات مختلف شیفت کاری (C°)

Tn: مدت زمان مواجهه (ساعت)

در این پژوهش از یک دستگاه WBGT متر کالیبره شده مدلQUES TEMP ساخت شرکت آلمان برای اندازه‌گیری دمای خشک، دمای تر، دمای تابشی و رطوبت نسبی استفاده شد و در هر اندازه گیری ۲۰ الی ۳۰ دقیقه جهت هم دما شدن دماسنج‌های موجود در دستگاه، در نظر گرفته شد. سرعت جریان هوا با استفاده از یک دستگاه آنمومتر پره ای مدل LCA6000 ساخت شرکت AIR FLOW امریکا، سنجیده شد. بادسنج پره‌ای در جهت وزش باد غالب که از سازمان هواشناسی استعلام شده بود قرار داده شد. البته برای اطمینان از جهت باد از یک بادنمای کوچک نیز استفاده گردید. اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژیک نیز همزمان با اندازه‌گیری پارامترهای محیطی صورت گرفت. تمامی پارامترهای فیزیولوزیک در ۴ مرحله‌ی قبل از شروع به کار در صبح، در فاصله زمانی ۱۲-۸ و در مرحله سوم ساعت ۱۲ تا ۱۶ و مرحله پایانی در خاتمه کار مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نحوه اندازه‌گیری بدین صورت بود که جهت سنجش دمای دهانی از دماسنج دهانی طبی مدل MEHECONOVA ساخت شرکت meheco چین استفاده شد. هم چنین به هر کارگر اعلام شد نیم ساعت قبل از اندازه‌گیری از خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن خودداری کند. فشار خون سیستولیک و دیاستولیک و ضربان قلب افراد در زمان‌های اشاره شده با استفاده از دستگاه فشار سنج مچی مدل COMFORT KP-6241 ساخت شرکت P.R.C چین مورد اندازه گیری قرار گرفت.برای اندازه گیری دمای متوسط پوست از الگوی ۴ نقطه پیشنهادی ISO 9886 (گردن، کتف راست، پشت دست چپ، روی ساق پای راست) استفاده شد (ISO 9886.,2004). اندازه گیری دمای پوست با استفاده از یک دستگاه DUAL CHANNEL THERMOMETER دیجیتالی مدل TM-905 ساخت شرکت LUTRON تایوان انجام شد و پس از متوسط گیری با استفاده از رابطه زیر متوسط دمای پوست محاسبه گردید.

$$Tsk=\sum ki \times tski$$

Tsk: متوسط دمای پوست

Ki: ضرایب سطحی نقاط انتخاب شده پوست

Tski: دمای سطح پوست در نقاط انتخاب شده

میزان متابولیسم افراد در طی شیفت کاری بر اساس جدول ISO 8996 تعیین شد (ISO 8996.,2001). لازم به ذکر است که افراد در ساعت استراحت محل کاری خودشان را ترک نمی‌کردند. تمامی افراد مورد بررسی در این مطالعه دارای لباس کار یک لایه‌ای نسبتا سبک با پارچه نخی بودند که لباس‌شان به عنوان لباس تابستانی۰/۶ کلو مدنظر قرار

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]

گرفته شد. در نهایت با توجه به بار کاری هر فرد (سبک، متوسط، یا سنگین)، مدت زمان مواجهه او با گرمای محیط کار (ریتم کار- استراحت) و میزان متابولیسم ، مقادیر اندازه گیری شده با شاخص استاندارد گرمایی ISO7243 مقایسه گردید. برای شاخص های مرکزی و پراکندگی متغیر های مستقل(اطلاعات دموگرافیک) و متغیر وابسته (پاسخ‌های فیزیولوژیک) و نیز برای بررسی اختلاف معناداری استرس حرارتی بین مشاغل مختلف از آزمون های آماری استفاده شد. در جهت تجزیه تحلیل داده ها علاوه بر نرم افزار SPSS 18، نرم افزار STATA11.0 نیز به کار گرفته شد.

یافته ها

این پژوهش بر روی ۵۳ نفراز کارگران شاغل در محیط های روباز در شهرستان شبستر در ۹ گروه شغلی اشاره شده، در گرمترین روزهای فصل تابستان (مرداد ماه) انجام گرفته است. جدول ۱ نشان دهنده اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت کننده در مطالعه می‌باشد. همان‌طور که قابل مشاهده است، تمامی افراد شرکت کننده در مطالعه سن کمتر از ۴۵ سال (بامیانگین کلی۹/۲۵±۳۲ سال) و سابقه کاری پیوسته بیشتر از ۲ سال داشتند (میانگین سابقه کاری ۵/۰۳±۷/۵سال). این امرحاکی از آن است که تمامی افراد شرکت کننده در مطالعه با محیط کاری خود کاملا تطابق یافته بودند (ACGIH.,2000). آزمون‌های آماری نشان داد که بین سن، سابقه کاری و شاخص توده بدنی در گروه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی داری وجود ندارد.

میانگین پارامترهای محیطی در کارگاه های مورد بررسی در جداول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از جدول بیانگر آن است که بر اساس استاندارد ISO7243، میانگین WBGT تمام مشاغل روباز اندازه گیری شده به جزکارگران شهرداری، دست‌فروشان بازاری، مامورین راهنمایی و رانندگی و کارگران سنگ‌بری، بیشتر از مقدار حد مجاز بوده و این حاکی از آن است که اکثر کارگران مشاغل اندازه گیری شده در معرض استرس حرارتی قرار داشتند. میانگین پاسخ‌های فیزیولوژیک افراد در چهار بازه زمانی و میانگین کل روز در مشاغل مختلف در جدول۳ آورده شده است.

همان‌گونه که نتایج جدول۳نشان می‌دهد تمامی افراد در گروه های شغلی مختلف در بازه زمانی ۱۲ تا ۱۶ بعدازظهر -که دمای هوا نیز در بالاترین میزان خود می باشد- دارای بیشترین میزان فشار خون و ضربان قلب وسایر پارامترهای فیزیولوژیکی می‌باشند. لازم به ذکر است که کارگران ساختمانی و باربران

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک جامعه مورد تحقیق(N=53)

مشاغل مورد اندازه گیری	تعداد	سن (سال)	سابقه کاری (سال)	شاخص توده بدنی(BMI)
کارگران شهرداری	۶	۳۹/۳۳±۶/۷	۱۱/۱±۳/۴۸	۲۲/۵۳±۰/۵
کارگران کارگاه بتن سازی	۵	۳۴/۲±۹/۳	۸/۸±۴/۹۶	۲۲/۳۲±۰/۶۱
کارگران باربر	۴	۳۳/۷۵±۱۰/۰۷	۹±۷/۱۱	۲۲/۲۸±۰/۴
دست‌فروشان بازاری	۵	۲۶±۱۰/۶۷	۵±۳/۳۹	۲۲/۴±۰/۴۵
کشاورزان	۸	۲۸/۳۷±۸/۳	۶±۴/۴	۲۲/۹۲±۰/۵۲
کارگران راه‌سازی	۱۰	۳۴/۸±۸/۴	۹/۴±۴/۶۴	۲۲/۹±۰/۷
مامورین راهنمایی و رانندگی	۴	۳۳/۲۵±۹/۲۸	۶/۲۵±۵/۴۳	۲۲/۸۳±۰/۵۶
کارگران ساختمانی	۸	۳۲±۸	۵/۷۵±۳/۸۸	۲۱/۹۱±۱/۵
سنگ‌بری	۳	۲۸/۶۶±۱۱/۱	۴±۴/۳۵	۲۲/۹۹±۰/۱۸
مجموع	۵۳	۳۲±۹/۲۵	۷/۵±۵/۰۳	۲۲/۵±۰/۶
P value	-	۰/۳۷۴	۰/۱۸۶	۰/۲۱۵

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]

جدول۲. میانگین و انحراف معیار فاکتورهای محیطی و شاخص WBGT در فعالیت های مورد بررسی در تابستان ۱۳۹۳

مشاغل مورد اندازه گیری	دمای خشک (°C)	دمای تر طبیعی (°C)	دمای گوی سان (°C)	سرعت جریان هوا (m/s)	رطوبت نسبی (٪)	دامنه WBGT (°C)	میانگین زمانی WBGT (°C)	حد مجاز WBGT (°C)	میزان متابولیسم کاری
کارگران شهرداری	۳۶/۵۶±۰/۶	۲۱/۰۳±۰/۴۵	۳۸/۱۲±۰/۹۸	۲/۲۷±۰۷/۱	۲۱/۸۳±۱/۲۳	۲۲/۲۲-۲۷/۹۸	۲۱±۱/۴۲	۲۸	متوسط
کارگران کارگاه بتن سازی	۳۶/۵۵±۰/۷۹	۲۱/۲۹±۰/۴	۳۸/۷۸±۰/۹۹	۱/۷۵±۰/۸	۲۰/۳۳±۱/۵	۲۲/۵۹-۲۸/۲۲	۲۶/۳۲±۱/۲۹	۲۳	خیلی سنگین
کارگران باربر	۳۶/۵۵±۰/۷۲	۲۱/۵۲±۰/۵	۳۹/۵۵±۱	۱/۵۷±۰/۸	۱۹/۱۶±۱/۲	۲۲/۵۷-۲۸/۵۷	۲۶/۶۸±۲	۲۵	سنگین
دست‌فروشان بازاری	۳۶/۷۱±۰/۵۹	۲۱/۳۷±۰/۴۲	۳۸/۵۷±۰/۹۳	۱/۳±۰/۳۹	۱۹/۴۸±۱/۴۲	۲۲/۴۵-۲۸/۱۵	۲۶/۳۸±۲/۲۷	۳۰	سبک
کشاورزان	۳۷/۲±۰/۷۱	۲۱/۸۱±۰/۳۳	۳۹/۳±۱/۱	۱/۳۱±۰/۷۲	۱۹/۷±۱/۱۲	۲۲/۶۷-۲۸/۷۹	۲۶/۸۸±۱/۰۶	۲۵	سنگین
کارگران راه‌سازی	۳۷/۷±۰/۶۲	۲۱/۹۴±۰/۴۵	۳۹/۳۱±۰/۸۹	۱/۲±۰/۶۲	۲۰/۱±۰/۹۹	۲۲/۶۸-۲۸/۹۶	۲۷±۱/۹	۲۳	خیلی سنگین
ماموربن راهنمایی و رانندگی	۳۷/۰۳±۰/۵۲	۲۱/۵۷±۰/۳۲	۳۸/۵۵±۱/۱	۱/۱۵±۰/۴۱	۲۰/۰۸±۱/۱	۲۲/۶۶-۲۸/۱۹	۲۶/۵۲±۰/۸۴	۳۰	سبک
کارگران ساختمانی	۳۷/۷۸±۰/۴۳	۲۱/۸۸±۰/۳۷	۳۹/۱۸±۰/۹۸	۱/۲۴±۰/۶۹	۲۰/۱۶±۰/۹۲	۲۲/۵۷-۲۸/۹۰	۲۶/۹۴±۱/۱۲	۲۵	سنگین
کارگران سنگ‌بری	۳۷/۲۴±۰/۴۷	۲۱/۲۲±۰/۴۲	۳۷/۹۷±۰/۷	۱/۲۳±۰/۸	۱۹/۶۷±۱/۳	۲۲/۵۷-۲۷/۵۹	۲۶/۱۸±۰/۹۷	۲۸	متوسط

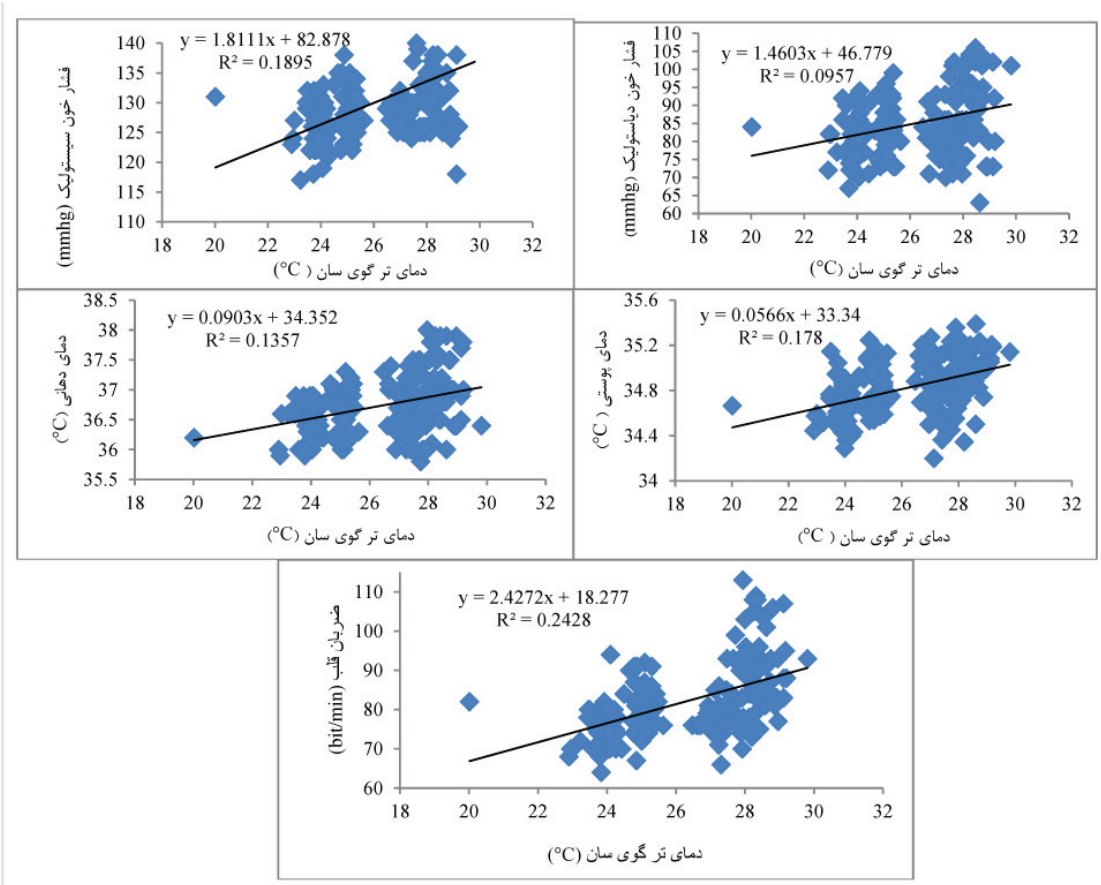
جدول۳. میانگین پارمترهای فیزیولوژیک اندازه گیری شده در ساعات مختلف روز بر اساس نوع حرفه

	ساعت اندازه گیری	کارگران شهرداری	کارگران کارگاه بتن سازی	کارگران باربر	دست‌فروشان بازاری	کشاورزان	کارگران راه‌سازی	ماموربن راهنمایی و رانندگی	کارگران ساختمانی	کارگران سنگ‌بری
فشار خون سیستولیک (میلی‌مترجیوه)	۸	۱۲۴/۳۳±۴/۵۴	۱۲۶/۴±۳/۷۸	۱۲۷/۲۵±۳/۴۰	۱۲۵/۴±۴/۲۲	۱۲۵/۵±۳/۱۶	۱۲۵/۶±۲/۹۹	۱۲۴±۲/۴۵	۱۲۸±۲/۵۰	۱۲۵/۶۷±۱/۵۲
	۸-۱۲	۱۲۶/۳۳±۷/۳۱	۱۳۰/۲±۳/۹۶	۱۳۲±۴/۲۴	۱۲۸±۴/۸۹	۱۲۷/۸۷±۳/۴۸	۱۲۸/۸±۱/۷۰	۱۲۶/۷۵±۱/۷۰	۱۳۱/۵±۲/۸۸	۱۲۶/۶۷±۱/۱۵
	۱۲-۱۶	۱۳۴/۵±۹/۲۰	۱۴۱/۲±۱۱/۵۱	۱۴۱/۲۵±۱۷/۲۷	۱۳۲/۴±۶/۶۵	۱۴۱/۷۵±۱۴/۳۷	۱۴۰/۸±۱۳/۷۱	۱۲۹/۲۵±۳/۴	۱۴۱/۷۵±۶/۸۸	۱۳۳/۶۷±۳/۲۱
	۱۶	۱۲۸±۲/۶۸	۱۲۷/۸±۳/۵۶	۱۲۸/۵±۱/۲۹	۱۲۷/۳±۲/۲۸	۱۲۷/۶۲±۳/۰۲	۱۲۷/۷±۲/۲۱	۱۲۶/۵±۲/۰۸	۱۲۹/۱۲±۲/۱۷	۱۲۸/۳۳±۱/۱۵
	میانگین	۱۳۰/۴۱	۱۳۵/۷	۱۳۶/۶۲	۱۳۰/۲	۱۳۴/۸۱	۱۳۴/۸	۱۲۸	۱۳۶/۶۲	۱۳۰/۱۷
فشار خون دیاستولیک (میلی متر جیوه)	۸	۷۹/۱۷±۶/۴۶	۷۹/۸±۳/۰۳	۷۸/۷۵±۷/۸۹	۸۰/۸±۲/۳۸	۸۱/۶۲±۵/۹۰	۸۱±۶/۳۱	۷۷/۷۵±۶/۲۴	۸۲/۷۵±۶/۹۰	۸۳/۳۳±۸/۰۸
	۸-۱۲	۸۴/۸۴±۷/۷۳	۸۲±۶/۵۲	۸۵/۷۵±۹/۵	۸۱/۸۶±۴/۳۸	۸۶/۷۵±۶/۴۷	۸۳/۵±۶/۹۹	۸۱/۲۵±۵/۸۵	۸۸/۲۵±۶/۵	۸۶/۶۷±۴/۶۲
	۱۲-۱۶	۹۲/۱۶±۱۲/۷	۹۵/۴±۸/۶۲	۹۸/۲۵±۱۴/۵۲	۸۴/۴±۱۷/۱۴	۸۸/۶۲±۱۲/۲۴	۹۴/۸±۹/۹۷	۸۳/۵±۴/۵	۹۹/۶۲±۶/۵۷	۸۷/۶۷±۱۴/۵۷
	۱۶	۷۹±۶/۳۲	۸۱/۲±۳/۹۶	۸۰±۶/۸۷	۸۱±۳/۳۲	۸۳/۳۷±۵/۷۵	۸۱/۵±۴/۸۵	۷۹/۲۵±۵/۳۸	۸۵/۳۷±۷/۰۲	۸۱/۶۷±۵/۱۳
	میانگین	۸۸/۴۹	۸۹/۲	۹۲	۸۳/۱	۸۷/۶۸	۸۹/۱۵	۸۲/۳۷۵	۹۳/۹۳	۸۷/۱۷
ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	۸	۷۴/۵±۵/۱۳	۷۵/۲±۴/۳۲	۷۷/۲۵±۲/۶۳	۷۵/۶±۶/۸	۷۶/۶۲±۲/۳۹	۷۲/۹±۳/۷۲	۷۱/۵±۱/۹۱	۷۵/۷۵±۴/۹۵	۷۷±۲/۶۵
	۸-۱۲	۸۲/۵±۸/۹۶	۸۱/۲±۳/۹۶	۸۴±۵/۹۴	۸۱/۲±۸/۷	۸۱/۷۵±۲/۵۴	۸۰/۱±۴/۸۶	۷۷±۱/۴۱	۸۳/۶۲±۷/۲۷	۸۱/۶۷±۲/۰۸
	۱۲-۱۶	۸۶±۴/۸۲	۹۸/۶±۱۲/۱۰۵	۱۰۴±۱۱/۶۹	۹۱±۸/۲۷	۸۷/۷۵±۱۱/۱۴	۹۳/۷±۱۰/۳۴	۷۹/۵±۴/۱۲	۹۷/۷۵±۷/۴۲	۹۴/۳۳±۵/۵
	۱۶	۷۹/۸۳±۴/۶۲	۷۹±۴	۷۹/۵±۱/۲۹	۷۹/۲±۵/۸	۷۸/۳۷±۶/۵۶	۷۶/۱±۲/۴۶	۷۶/۵±۱	۷۶/۲۵±۲/۷۶	۷۹/۳۳±۱/۱۵
	میانگین	۸۴/۲۵	۸۹/۹	۹۴	۸۶/۱	۸۴/۷۵	۸۶/۹	۷۸/۲۵	۹۰/۶۸	۸۸
دمای دهانی (درجه سانتی‌گراد)	۸	۳۶/۵±۰/۲۴	۳۶/۲۶±۰/۳۳	۳۶/۴±۰/۳۴	۳۶/۵۲±۰/۳	۳۶/۴۸±۰/۱۴	۳۶/۴۹±۰/۳۵	۳۶/۲±۰/۳۵	۳۶/۶۸±۰/۱۳	۳۶/۵۳±۰/۰۵
	۸-۱۲	۳۶/۵۷±۰/۳۴	۳۶/۵۸±۰/۴۶	۳۶/۶±۰/۳۵	۳۶/۵۲±۰/۳۷	۳۶/۸±۰/۲۲	۳۶/۷۷±۰/۳۸	۳۶/۱۲±۰/۱۵	۳۶/۹±۰/۱	۳۶/۷±۰/۵۱
	۱۲-۱۶	۳۶/۸۵±۰/۲۶	۳۷/۱۸±۰/۳۵	۳۷/۱±۰/۲۷	۳۶/۵±۰/۳۶	۳۷/۴±۰/۴۲	۳۷/۱۴±۰/۵۱	۳۶/۴۵±۰/۰۵	۳۷/۵۵±۰/۲۸	۳۷/۵۷±۰/۴
	۱۶	۳۶/۴۶±۰/۲۵	۳۶/۱±۰/۲۵	۳۶/۴۵±۰/۲۶	۳۶/۲۶±۰/۳۸	۳۶/۴۸±۰/۳۲	۳۶/۸۱±۰/۳۷	۳۶/۲۵±۰/۲۹	۳۷/۱۱±۰/۱۸	۳۶/۷۳±۰/۱۵
	میانگین	۳۶/۷۱	۳۶/۸۸	۳۶/۸۵	۳۶/۵۱	۳۷/۱	۳۶/۹۵	۳۶/۲۸	۳۷/۲۲	۳۷/۱۳
دمای پوستی (درجه سانتی‌گراد)	۸	۳۴/۶۱±۰/۱۲	۳۴/۷±۰/۱۶	۳۴/۷۷±۰/۲۷	۳۴/۶۸±۰/۲۷	۳۴/۵۷±۰/۱۷	۳۴/۶۹±۰/۰۹	۳۴/۵۴±۰/۱۱	۳۴/۷۸±۰/۰۹	۳۴/۵±۰/۱۸
	۸-۱۲	۳۴/۷۱±۰/۲۱	۳۴/۸۱±۰/۲۱	۳۴/۸۴±۰/۱۹	۳۴/۷۲±۰/۱۹	۳۴/۸۹±۰/۱۳	۳۴/۸۷±۰/۱۹	۳۴/۶۹±۰/۰۷	۳۴/۸۲±۰/۲۳	۳۴/۷±۰/۱۸
	۱۲-۱۶	۳۴/۷۸±۰/۱۵	۳۵/۰۲±۰/۲۸	۳۵/۰۷±۰/۰۸۳	۳۵/۰۲±۰/۰۹۵	۳۵/۰۲±۰/۳۲	۳۵/۱۳±۰/۰۸	۳۵/۰۹±۰/۰۴۸	۳۴/۰۹۹±۰/۲۷	۳۵/۱۹±۰/۰۷
	۱۶	۳۴/۵۴±۰/۴۷	۳۴/۷۲±۰/۱۹	۳۴/۷۹±۰/۰۵	۳۴/۸±۰/۱۶	۳۴/۶۷±۰/۳۷	۳۴/۹۶±۰/۱۹	۳۴/۸±۰/۳۷	۳۴/۸۲±۰/۱۷	۳۴/۸۴±۰/۳
	میانگین	۳۴/۷۴	۳۴/۹۱	۳۴/۹۵	۳۴/۸۷	۳۴/۹۶	۳۵	۳۴/۸۹	۳۴/۹	۳۴/۹۴

دارای بیشترین میانگین فشارخون سیستولیک (۱۳۶/۶۲میلی‌متر جیوه) و ماموربن راهنمایی و رانندگی دارای کمترین میزان (۱۲۸میلی‌متر جیوه) می باشند. در مورد فشار خون دیاستولیک نیز این شرایط صادق می‌باشد. بالاترین و کمترین میزان ضربان قلب نیز به کارگران باربر با ۹۴ ضربه در دقیقه (بیشترین میزان) و ماموربن راهنمایی و رانندگی با ۷۸ ضربه در دقیقه (کمترین میزان) اختصاص یافته است. هم‌چنین نتایج این جدول نشان می‌دهد که بیشترین میانگین دمای دهانی مربوط به کارگران ساختمانی و کمترین میزان آن مربوط به ماموربن راهنمایی و رانندگی بوده است، اما بیشترین دمای پوستی مربوط به کارگران راه‌سازی ^{o}C (۳۵±۰/۱۳) و کمترین میزان آن به کارگران شهرداری (^{o}C ۳۴/۷۴±۰/۱۸) اختصاص یافته است.

مقادیر r برای فشار خون سیستولیک و دیاستولیک، ضربان قلب، دمای دهانی و دمای پوستی به ترتیب برابر با ۰/۰،۳۱/۴۳۵، ۰/۴۹۲، ۰/۳۶۸ و ۰/۴۲۱ به دست آمد. همان‌طورکه درشکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین همبستگی بین

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]



شکل ۱. نمودارهای همبستگی خطی بین شاخص دمای تر گوی سان و پارامتر های فیزیولوژیک

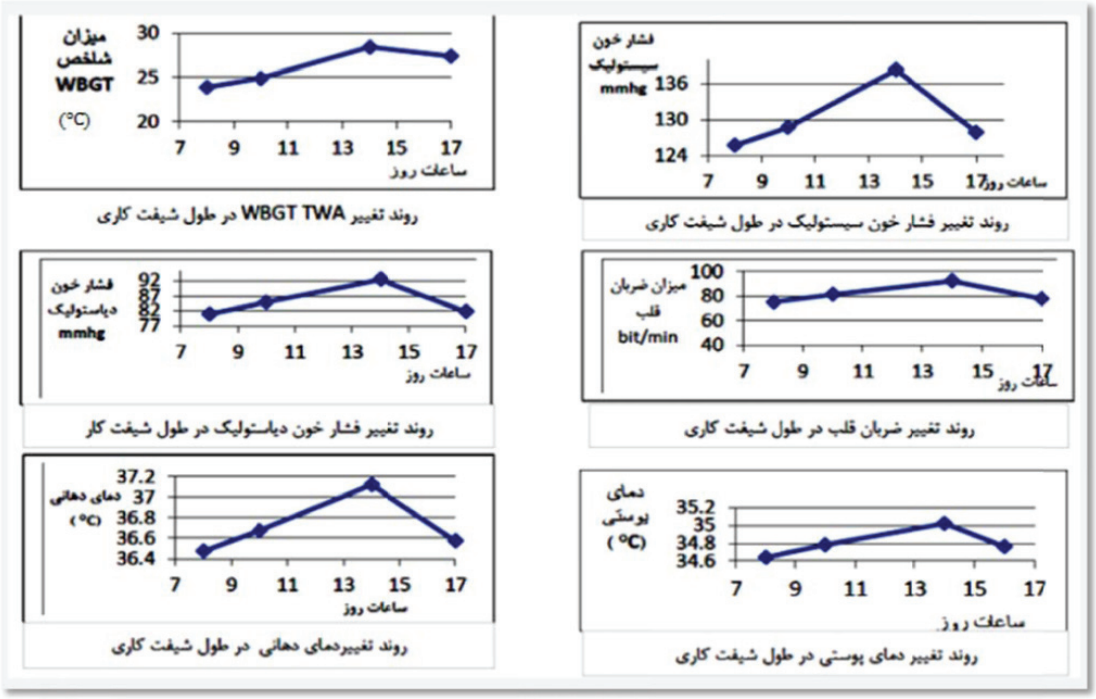
WBGT و ضربان قلب وجود دارد (r= =۰/۴۹۲). همچنین آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که ضربان قلب در ساعات مختلف روز کاری متفاوت می باشد (p<۰,۰۰۰۱). به عبارت دیگر با تغییر ریتم کاری افراد در ساعات مختلف شیفت کاری، میزان ضربان قلب تغییر یافته است .میانگین مقادیر WBGT اندازه‌گیری شده در طول مدت کاری، به همراه روند تغییر پارامترهای فیزیولوژیکی درطول ساعات روز در شکل ۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که با افزایش شاخص WBGT میزان دمای عمقی بدن ، فشار خون و نبض و یا میزان استرین حرارتی افزایش یافته است که نمایانگر متناسب بودن این شاخص برای ارزیابی استرس حرارتی در محیط مورد نظر می باشد.

مطابق شکل بیشترین مقدار میانگین WBGT و پارامترهای فیزیولوژیک در ساعات ۱۳-۱۶ قرار دارند، بنابراین می توان گفت بیشترین میزان استرس حرارتی در این ساعات اتفاق می افتد.

بحث

بخش قابل توجهی از نیروی کاری کشور در محیط های روباز مشغول فعالیتند. اما به دلیل این‌که بیشتر مشاغل روباز به صورت پیمانکاری می باشند، بنابراین تحت پوشش ارزیابی های بهداشت حرفه ای قرار نمی گیرند. ازاین رو، چنین می‌توان گفت که توجه به سلامتی و رضایت‌مندی شاغلین حرفه‌های روباز و بررسی عوارض و اثرات سوء ناشی از گرما،

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]



شکل ۲. روند تغییرات میانگین پارامتر های فیزیولوژیکی و شاخص WBGT در طول شیفت کاری

پایش و ارزیابی میزان فشار گرمایی احتمالی در این افراد و آگاهی از اختلالات ناشی از آن و نیز اقدامات پیشگیری و کنترلی در این خصوص از ضروریات بهداشت شغلی و از الزاماتی غیر قابل انکار است.

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۳ توسط کمیته توسعه و سلامت ویتنام انجام شد، کارگران ساخت و ساز، کارگران شیلات، کشاورزان، فروشنده‌های خیابانی و باربرها به عنوان گروه های آسیب پذیر انتخاب شدند و به این نتیجه رسیدند که مواجهه با گرما در محیط کار این افراد شایع و جدی می‌باشد و اکثریت این کارگران شرایط بسیارگرم محل کار خود را گزارش کرده‌اند (Phoung, 2013). در این تحقیق نیز مشاغل بتن‌سازی، باربری، کشاورزی، کارگران راه‌سازی و کارگران ساختمانی به ترتیب در معرض متوسط شاخص استرس حرارتی ۲۶/۳۲ °C، ۲۶/۶۸، ۲۶/۸۸، ۲۷، ۲۶/۹۴ بوده و جزء مشاغل آسیب پذیر معرفی شدند. با درنظر گرفتن ۸ ساعت شیفت کاری در روز می توان این چنین بیان کرد که کارگران راه‌سازی، ساختمانی و کشاورزی در تمامی ساعات روز دارای بیشترین میزان شاخص WBGT بوده و کارگران شهرداری نیز کمترین میزان این شاخص را داشتند. یکی از علل مهم و موثر در میزان افزایش بار حرارتی محیط کار تابش مستقیم نور خورشید بوده که توسط محققین مختلف به اثبات رسیده است. در مطالعه‌ای که LANGKULSEN و همکارانش در تایلند انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که کارگران کشاورزی به دلیل رو باز بودن و تابش مستقیم نور خورشید بیشتر از صنایع مورد بررسی دیگر در معرض استرس حرارتی قرار دارند (Langkulsen, *et al.*, 2010). از دلایل دیگر این امر مکان فعالیت افراد است، زیرا اکثر شاغلین شهرداری در این ساعات در پارک‌های شهری و فضاهای سبز مشغول فعالیت هستند و مهم‌ترین تاثیر فضای سبز در شهرها می تواند تعدیل دما، افزایش رطوبت نسبی،

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]

لطافت هوا و جذب گرد و خاک باشد. از طرفی کارگران راه‌سازی علاوه بر گرمای ناشی از هوا در مواجهه با گرمای ناشی از فرایند کاری (حرارت ناشی از مخلوط آسفالت) نیز قرار داشتند . نتایج محاسبه شده در این مطالعه نیز نشان از افزایش تدریجی دما در طول روز دارند که نمودارهای ترسیم شده نشان دهنده حداکثر دما در ساعات بعدازظهر (۱۳-۱۶) هستند. این امر نشات گرفته از تابش های خورشیدی بوده و اثرات افزایشی آن با شرایط جوی ایستگاه های هواشناسی نیز مرتبط بوده است. در مطالعه‌ای که محمد حسین بهشتی و همکارانش روی مشاغل کوچک شهرستان قم انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان شاخص WBGT بین ساعات ۱۳ تا ۱۸ بوده که در ساعات ۱۶ تا ۱۸ در بیشترین میزان خود بوده است. (Beheshti., *et al.,* 2013). آزمون همبستگی نشان داد که بین شاخص WBGT و پارامترهای فیزیولوژیک ارتباط مستقیم و مثبت معنادار وجود دارد، یعنی با افزایش دما میزان پارامترهای عمقی نیز افزایش می یابد. در مطالعه فلاحتی شاخص های استرس گرمایی با دمای تمپان ارتباط معناداری داشته اند و شاخص دمای تر گوی سان بیشترین دقت را در ارزیابی استرس حرارتی نشان داده است . در مطالعه فلاحتی با افزایش شاخص دمای ترگوی سان و استرین فیزیولوژیکی دمای عمقی نیز افزایش یافته است (Falahati,*et al.,* 2012). در مطالعه ای که توسط استفان و مک کویین در سال ۲۰۱۲ به منظور ارزیابی استرس حرارتی با اندازه گیری دمای بدن، ضربان قلب،کاهش وزن بدن بر روی ۱۸ نفر از کارگران مزرعه گوجه فرنگی انجام شد، به این نتیجه رسیدند که یک سوم کارگران۱/۵ درصد کاهش وزن داشته اند که نشانه‌ای از کم آبی بدن بود و ضربان قلب ارتباط معنی داری با شاخص WBGT داشت. شاخص های فیزیولوژیکی نیز با همه دماهای محیطی به جز دمای تر چرخان مربوط بود. (Macqueen, 2012). در کشور ایران به دلیل تمرکز نیروهای بهداشت حرفه ای و محققین سایر رشته‌ها روی مشاغل و صنایع بزرگ، مطالعات کمتری در زمینه برآورد استرس حرارتی در مشاغل روباز انجام شده است. بنابراین می توان چنین نتیجه گیری کرد که کارگران شاغل در محیط‌های روباز به دلیل عدم به کار گیری اصول بهداشت کار از یک طرف و متاثر شدن از تابش های خورشیدی به ویژه در مناطق گرم در معرض استرس های حرارتی بوده و لزوم به کارگیری موازین سلامت شغلی برای آنان ضرورت دارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه خانم مریم رستمی به راهنمایی دکتر فریده گل‌بابایی و دکتر محمد رضا منظم می‌باشد. نویسندگان وظیفه خود می دانند که از دانشگاه علوم پزشکی تهران که امکان اجرای این مطالعه را فراهم نمود، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

ACGIH, (2010). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices ACGIH Defining the Science of Occupational and Environmental Health, ACGIH, 200-218

American Conference of Industrial Hygienists, (2000). Threshold limit values for chemical substances and physical agents. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 2000

Beheshti,M.;Hajizade,R,;Khodaparast,E.;(2013). Investigation heat stress in small enterprise

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]

(2007). heat stress investigation on laundry workers analysis, International Conference on Ergonomics (ICE07), Kuala Lumpur, Malaysia.

Langkulsen ,U.;Vichit-Vadakan, N.; Taptagaporn, S.;(2010). Health impact of climate change on occupational health and productivity in Thailand. Global health action. 2010;3

Lee, N., Lee, B.K., Jeong, S., Yi, G.Y. and Shin, J. 2012. Work environments and exposure to hazardous substances in korean tire manufacturing. Safety and Health at Work 3:2, 130–9.

Lin R-T, Chan C-C.(2009). Effects of heat on workers' health and productivity in Taiwan. Global Health Action. 2009;2

McQueen, S.L.,) 2012(.Evaluation of Heat Stress in Migrant Farmworkers.supervisors Chair Ken Silver , Maier Kurt ,Florence Joseph . A thesis presented to the faculty of the Department of Environmental Health East Tennessee State University.

Morioka, I.; Miyai, N.; Miyashita, K;.(2006). Hot environment and health problems of outdoor workers at a construction site. Industrial health.;44(3):474-80.

Nilsson M, Kjellstrom T.(2010). Invited Editorial: Climate change impacts on working people: how to develop prevention policies. Global health action. 2010;3.

Phoung V, Few R, Winkels A.(2013). Heat stress and adaptive capacity of low-income outdoor workers and their families in the city of Da Nang, Vietnam

Yunibhand, S., Intaranont, K. and Vanwonterghem, K.(1991). Ergonomic assessment of workload in Thai Industries. In: Quéinnec, Y. and Daniellou, F. (Eds) Designing for Everyone. Volume 2. Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association.

in Qom city. Journal of health and safety at work,vol3,no4.(Persian).Journal of Health and Safety at Work Vol. 3; No.4; Winter 2013-Bernard ,TE.; Cross ,RR.;(1999). Heat stress management: Case study in an aluminum smelter. International Journal of Industrial Ergonomics; 23(5-6): 609-20.

Davoudin talab, A.; Azari,GH.; Meshkani,M.; Tabatabaei, F.;(2012). evaluation of heat stress in melting industry in summer . 1(2):8-51(Persian).

Falahati,M.;Alimohammadi,I.;Farshad.A.A.;Zokaei,M.;Sardar,A.(2012)reliability of WBGT and P4SR by comparison to core body temperature. Iran Occupational Health, Vol. 9, No. 1.spring 2012(Persian).

Golbabaei,F.; Monazzam, M.;Hematjo,R.; Hosseini , M.;(2012). The Assessment of Heat Stress and Heat Strain in Pardis Petrochemical Complex, Tehran, Iran. IJOH. 5: 6-11(Persian).

Haji Azimi, E.; ., Khavanin, A.; Aghajani, M.; , Soleymanian, A.(2011). Thermal stress measurement according to WBGT index in smelting industry. Iranian Journal of Military Medicine Summer 2011, Volume 13, Issue 2; 59-64(Persian).

ISO 7243,(2003). Hot Environments- Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (Wet Bulb Globe Temperature). Geneva: International Standards Organization; 2003: 5-38

ISO 8996,(2001).Ergonomics of the thermal environment determination of metabolic heat production Geneva: International Standards Organization; 2001:1-24

ISO 9886,(2004).Ergonomics - Evaluation of thermal strain by physiological measurements Geneva: International Standards Organization; 2004

Jalil, A.S.; Dor, Z.; Yahya, M.S.; Batcha, M.F.,

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]

Investigation of heat stressbased on WBGT index and its relationship with physiological parameters among outdoor workers of Shabestar city

F. Golbabaei[1], M. Rostami Aghdam Shendi[2], M. R. Monazzam[1], M. Hosseini[1], M. Yazdani avval[3]

[1] Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2] MSc. of occupational health engineering, Tehran University of Medical Sciences

[3] MSc. of occupational health engineering, Tarbiat modarres university

Abstract

Introduction: Outdoor workers are exposed to heat from solar radiation and the atmospheric conditions, in addition to the heat from the working process, which is worse by global warming. The purpose of this study was to evaluate heat stress based on wet bulb globe temperature index and also to examine the relationship between WBGT and physiological indices among outdoor workers of Shabestar city.

Material and Method: This cross-sectional study was conducted in August 2014. WBGT measurements were taken according to ISO7243 standard in different hours. The physiological response of 53outdoor workers (including heart rate, systolic and diastolic blood pressure, oral temperature, and skin temperature) were measured among9occupationalgroups, including municipal workers, concrete makers, porters, construction and road making workers, stonemasons, farmers, traffic officers, and street vendors.

Result: The mean WBGT index for all outdoor workers, except for municipal workers, street vendors, traffic officers and stonemason, was greater than threshold limit. The highest average WBGT index was for construction workers and the lowest was for municipal workers (respectively 27 and 26 °C). Moreover, a significant direct association was reported between the WBGT index and physiological parameters ($P < 0.0001$), with the highest correlation coefficient belonged to heart rate ($r=0.492$).

Conclusion: According to WBGT index, porters, Concrete makers, construction and road makers, and farmers had the highest exposure at all times of the day while the lowest level was related to municipal workers. What is more, heat stress showed a significant correlation with the study strains. Therefore, it is essential to conduct further research and in order to represent preventive countermeasures for the workers in this field.

Keywords: *WBGT index, Heat stress, Outdoor workers, Heat strain*

* Corresponding Author Email: *rostami_68@yahoo.com*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-17]