برر سی میزان استرس و احتمال خطر گرمایی در یک کارخانه فولاد

محمدرضا منظم[۱]، اکرم جعفری رودبندی[۲]، پژمان محمدی[۳]، فرید امیر زاده[۴]، سید حمید رضا طباطبایی[۵]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۳/۲۴ تاریخ ویرایش: ۹۰/۰۸/۲۹ ۹۰/۱۰/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۰۳

چکیده

زمینه و هدف: یکی از مهمترین و متداول‌ترین مشکلات بهداشت شغلی در محیطهای کاری، شرایط جوی نامناسب می‌باشد. گرما یکی از عوامل زیان آور محیط کار بوده که افزایش میزان آن می‌تواند منجر به ایجاد بیماری های ناشی از گرما، افزایش تعداد خطاهای کاری، افزایش حوادث شغلی، وکاهش بهره وری گردد. این مطالعه با هدف تعیین میزان استرس گرمایی و احتمال خطر گرمایی جهت ارائه راهکارهای کنترلی در یک کارخانه فولاد صورت گرفت.

روش بررسی: پژوهش حاضر یک مطالعه مقطعی است که در فصل پائیز سال۱۳۹۰در شهر اهواز انجام گردیده است در این تحقیق شاخص ترگوی سان به عنوان شاخص ارزیابی استرس حرارتی مورد استفاده قرار گرفت. پس از اندازه گیری این شاخص، مقادیر بدست آمده با مقادیر مجاز توصیه شده،ACGIH مقایسه شدند. در مرحله دوم انجام کار جهت ارزیابی احتمال خطر گرمایی، علاوه بر عوامل جوی، پارامترهایی از قبیل نوع کار، بار کاری، فاصله محل کار تا محل استراحت و آبخوری و استفاده از وسایل حفاظت فردی مورد توجه قرار گرفت. دراین بخش محدوده احتمال وجود شرایط گرمایی نامناسب با استفاده از فرم امتیازدهی مشخص و با توجه به آن اولویت و ضرورت اقدامات اصلاحی مشخص گردید.

یافته‌ها: از نظر استرس حرارتی در مجموع ۸۱/۱٪ شرایط قابل قبول و در حد مجاز و ۱۸/۹٪ شرایط غیر قابل قبول و بالاتر از حد مجاز بدست آمد. ارزیابی احتمال خطر گرمایی نشان داد که ۱۴/۳٪ شرایط در سطح یک،۳ /۴۹٪ در سطح دو، ۳۶/۴٪ در سطح سه می‌باشند.

نتیجه گیری: اگرچه فصل پاییز در منطقه‌ای مانند خوزستان خنکتر از فصل تابستان است، اما اشتغال در صنعتی مانند نورد فولاد به دلیل فرآیند گرمازای آن، یک عامل تهدید کننده سلامتی برای بسیاری از شاغلان این صنعت محسوب می‌گردد. لذا برنامه ریزی‌های حفاظت گرمائی نباید فقط به فصل تابستان منحصر گردد. البته مطالعات اضافی در فصول بهار و حتی زمستان نیز توصیه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: استرس حرارتی، شاخص دمای ترگوی سان، WBGT، کارخانه فولاد، احتمال خطر گرمایی

مقدمه

استرس گرمایی مشکل اساسی بسیاری از مشاغل مخصوصا صنایعی است که در مناطق حاره‌ای یا نیمه حاره‌ای مانند کشورهای خلیج فارس و از جمله جنوب و جنوب غربی ایران فعالیت می نمایند[۱و۲]. در بسیاری از صنایع، علاوه بر گرمای آب و هوایی منطقه، گرمای تولید شده مصنوعی، بوسیله فرآیندهای صنعتی این بحران را تشدید می‌کند[۱].

یکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین مشکلات بهداشت شغلی در محیطهای کاری شرایط جوی نامناسب و به عبارتی کار در محیط های گرم است. محیط کاری گرم علاوه بر کاهش قابلیت انجام کار درانسان می‌تواند باعث بروز بیماری‌های متعددی در وی شود. چرا که بدن انسان در محدوده یبین۳۶ الی ۳۸ درجه سانتیگراد از دمای داخلی دارای بهترین کارایی است. چنانچه میزان دریافت و تولید گرما بیش از مقداری باشد که بدن قادر به دفع آن است دمای داخلی بدن افزایش می‌یابد و ممکن است منجر به اختلالات ناشی از گرما شود[۳].

بیماری‌های ناشی از مواجهه با گرما شامل طیف وسیعی از اختلالات اعم از اختلالات خفیف ومتوسط تا شوک‌های گرمایی است. دراختلالات خفیف و متوسط که شامل کرامپ عضلانی، خستگی مفرط ناشی از گرما (ضعف گرمایی) می‌باشند فرآیند تنظیم

۱- دانشیار گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۲- (نویسنده مسئول) دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت،کمیته تحقیقات و پژوهش‌های دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، ایران.ergonomic.jafari@gmail.com

۳- کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت،کرمان، ایران.

۴- کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، عضو هیئت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، ایران.

۵- کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی، عضو هیئت علمی گروه اپید میولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]

حرارت بدن آسیب نمی‌بیند اما در شوک‌های گرمایی این فرآیند مختل شده و حیات فرد به مخاطره می‌افتد[۴].

عواملی که در ایجاد بیماری‌های ناشی از گرما به عنوان عوامل مستعد کننده نقش دارند عبارتند از: شرایط جوی نامساعد مانند افزایش دمای تر گوی سان و عوامل فردی نظیر عدم سازش با گرما،خستگی، نداشتن شرایط جسمانی مناسب، چاقی، فعالیت شدید، بیماری‌های قلبی و عروقی، مصرف الکل، مصرف داروهایی افزایش دهنده فعالیت سیستم پاراسمپاتیک، سن بالا و سابقه بیماری‌های ناشی از مواجهه با گرما[۴]. ضربان قلب به عنوان یک شاخص فیزیولوژیکی در بر آورد میزان بار کاری مطرح می‌باشد و مطالعات نشان داده که افزایش دمای هوا، ضربان قلب و دمای پوست را بالا میبرد، به طوری که در یک فرد جوان در حال استراحت بر اثر گرما تعداد ضربان قلب حدود ۵ ضربه در دقیقه افزایش می‌یابد[۵]. در مطالعه‌ای که در مورد اثرات گرمای محیط کار بر کارگرانی که به طور متناوب کار می کردند انجام شد، مشخص گردید که به ازاء افزایش یک درجه سانتیگراد در دمای محیط، ضربان قلب یک ضربه در دقیقه افزایش می‌یابد[۶]. دیده شده است که که ارتباط معنی‌داری بین میزان استرس حرارتی محیط و بیماری‌های قلبی وعروقی در بین کارگران صنایع فولاد وجود دارد [۷و۸]. بارکاری کارگرانی که با گرما مواجهه دارند در فصل تابستان بالا برآورده شده است که این مواجهه باعث ثاثیر بر فاکتورهای عملکردی قلبی و عروقی می‌شود [۹].

و نیز مطالعات دیگر نشان داده است که احتمال ابتلا به بیماریهای کلیوی در افرادی که در محیط های کاری گرم اشتغال دارند بیشتر است [۱۰].

پیش بینی شده است که مرگ و میر های ناشی از گرما در محیط های کار دریکی از ایالات کانادا از ۲۰ مورد در سال ۲۰۰۱ به ۳۰۰ مورد در سال ۲۰۲۰ خواهد رسید [۶]. باتوجه به گزارش وزارت رفاه، کار وسلامت ژاپن هرساله حدود ۲۰٪ از کارگران صنایع فولاد این کشور در اثر بیماری‌های مرتبط با گرما جان خود را از دست می‌دهند. یکی دیگر از عوارض کار درمحیط های گرم افزایش حوادث شغلی به علت بهم خوردن تعادل عصبی و کاهش تمرکز می‌باشد [۶]. استرس حرارتی، کارایی فرد را برای انجام دادن کار ثابت پائین می‌آورد و تعداد خطاهای کاری را افزایش می‌دهد،که این امر باعث می‌شود کیفیت کار و بهروری سیستم کاهش یابد [۱۱].

با توجه به عوارض و اثرات سوء گرما، پایش و ارزیابی میزان فشار گرمایی احتمالی، بر شاغلین در صنایع گرم و آگاهی از اختلالات ناشی از آن ونیز اقدامات پیشگیری و کنترلی در این خصوص از ضروریات بهداشت شغلی است. در تحقیقاتی که در صنایع شیشه سازی، ریخته‌گری، نانوایی‌ها و دیگر صنایع گرم انجام شده است از شاخص WBGT به عنوان شاخصی جهت ارزیابی بار گرمایی استفاده شده است [۵و۱۲و۱۳].

در این پژوهش با استفاده از شاخص تر گوی سان و ارزیابی احتمال خطر گرمایی، مکان هایی که دارای بیشترین بار حرارتی می‌باشند مشخص و جهت تقلیل استرس گرمایی محیط کار، راهکارهای مدیریتی و بهداشتی توصیه می‌گردد.

روش بررسی

شاخص دمای ترگوی سان WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) از جمله شاخص‌های تجربی جهت نشان دادن میزان استرس گرمایی محیط کار است. هدف از ارائه یک شاخص، خلاصه کردن ارتباطات داخلی میان پارامترهای محیطی و فردی در قالب یک عدد است. به منظور بررسی میزان استرس حرارتی دریک مطالعه مقطعی در یکی از کارخانه‌های فولاد اهواز در فصل پائیز سال ۱۳۹۰، شاخص دمایی ترگوی سان به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری استرس حرارتی مورد استفاده قرار گرفت. در این روش تخمین فشار گرمایی بر اساس اندازه گیری دمای خشک، دمای تر و دمای گوی سان و هم چنین در نظر

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]

گرفتن میزان فعالیت جسمی (میزان سوخت و ساز) و نوع پوشش کارگر (با فرض سالم بودن و برخورداری از تناسب بدنی) در گرمترین ساعات روز (۱۳ الی ۱۶) انجام گرفته است، تا حداکثر شرایط نامساعد در نظر گرفته شود و اقدامات اصلاحی متناسب با بدترین شرایط پیشنهاد شود.

یکی از مزیت‌های اندازه‌گیری شاخص ترگوی سان در فصول نسبتا خنک، مانند پائیز این است که تاثیر گرمای ناشی از فرآیند در شاخص‌ها بیشتر نمود پیدا می‌کند، بنابراین به راحتی می‌توان منابع ایجاد کننده گرمای محیط کار را شناسایی و اقدامات کنترلی را در آن موارد بکار بست. اگرچه که اندازه گیری در فصول خنک و گرم و مقایسه آن‌ها با هم قضاوت بهتری را امکان پذیر خواهد کرد. کلیه اندازه‌گیری‌ها دراین پژوهش براساس روش استاندارد ACGIH بوده است [۱۲].

ابزار اندازه‌گیری در این پژوهش، دماسنج خشک، دماسنج تر و دماسنج گوی سان کالیبره شده با فاکتور ۴۲۰ و دامنه سردشوندگی ۵۲ تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد بودند. برای این امر در هر اندازه گیری ۱۰ الی ۳۰ دقیقه جهت هم دما شدن دماسنج‌ها با محیط در نظر گرفته می شد تا از هم دما شدن دماسنج‌ها با محیط مطمئن شویم [۴]. پس از اندازه گیری و محاسبه شاخص تر گوی سان (رابطه ۱و۲) با توجه به مدت زمان مواجهه فرد با گرمای محیط کار (مدت زمان کار و استراحت)، مقدار شاخص تری گوی سان بر حسب درجه سانتی گراد برای محیط های کار روباز، محیط کار سرپوشیده به شرح زیر محاسبه شد.

رابطه ۱: محیط کار سرپوشیده

$$WBGT = 0.7\,t_{nw} + 0.3\,t_g$$

رابطه ۲: محیط های کار روباز

$$WBGT = 0.7\,t_{nw} + 0.2\,t_g + 0.1\,t_a$$

t_{nw} :دمای تر طبیعی بر حسب درجه سانتی گراد

t_g : دمای گوی سان بر حسب درجه سانتی گراد

t_a : دمای خشک بر حسب درجه سانتی گراد

با توجه به اینکه در صنعت مورد نظر تمام عملیات نورد و سایر فعالیت‌های صنعتی و اداری در محیط سرپوشیده انجام می‌شد در کلیه موارد از رابطه۱ استفاده گردید.

بطور کلی عملیات نورد شامل کاهش ضخامت تختال های فولادی است که پس از حرارت دیدن در دو عدد کوره، وارد فرآیند نورد که همان فرآیند تغییر شکل مکانیکی تختال گرم است، می‌شوندکه بوسیله فشارتوسط دو غلطک از بالا و پائین جهت کاهش ضخامت اسلب‌ها به کار می‌رود، در این کارخانه حین کاهش ضخامت ورق، به طول آن اضافه می‌شود. سپس بعد از برش ورق‌ها وارد بسترهای خنک کننده شده و پس از ثبت کد بر روی آن‌ها، عملیات بسته بندی انجام می‌شود.

لازم به ذکر است در صورتی که محیط از لحاظ دمایی نامتجانس (ناهمگن) باشد، یعنی بار حرارتی در ارتفاع‌های مختلف محیط، مقادیر متفاوتی داشته باشد، شاخص WBGT در سه ارتفاع قوزک پا (۰/۱m) ناحیه کمر (۱/۱m) و ناحیه سر (۱/۷m) اندازه گیری گردد. در صورتی که فرد به صورت نشسته مشغول به کار باشد، پارامترها به ترتیب در ارتفاع‌ها ۰/۱، ۰/۶، ۱/۱ متر از کف اندازه گیری می شوند، آنگاه میزان متوسط WBGT از رابطه ۳ محاسبه می‌گردد:

$$WBGT = \frac{WBGT_H + (2 \times WBGT_W) + WBGT_F}{4}$$

فرمول ۳

که درآن:

$WBGT_H$: میزان شاخص در ناحیه سر

$WBGT_W$: میزان شاخص در ناحیه کمر

$WBGT_F$: میزان شاخص در ناحیه قوزک پا

می‌باشد. در صورتی که محیط از نظر دمایی متجانس (همگن) باشد، میزان شاخص WBGT تنها در ناحیه سینه یا کمر اندازه گیری می‌شود. در این پژوهش برای اپراتورهای ساکن در کابین‌ها و کارمندان

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]

بخش اداری کارگران ایستگاه‌های جانبی به دلیل وجود سیستم سرمایشی و نبود منابع گرمازای عمده مانند کوره و تختال‌های نورد شده محیط متناجس فرض شد، اما در بخش بسترهای خنک کننده به دلیل قرار داشتن تختال‌های داغ بر روی سکوی ۷۰ سانتی‌متری که در زیر آن فن های خنک کننده قرار د اشت و سبب بالا زدن گرما می‌شد محیط نامتناجس فرض شد.

نتایج با مقادیر مجاز توصیه شده توسط American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH) که مورد پذیرش ایران نیز می‌باشد، مورد مقایسه قرار گرفت [۱۴]. این مقادیر بر اساس فردی با پوشش معمولی، سالم و تطابق یافته و با وضعیت جسمانی مناسب ارائه شده است. در ضمن این مقادیر برای مواجهه‌های نسبتاً طولانی مدت معتبر است و پیش بینی می‌شود در چنین شرایطی اکثر افراد دچار هیچ گونه عارضه ای حاصل از گرما نخواهند شد (جدول ۱).

براساس این استاندارد فرد تطابق یافته شخصی است که حداقل بمدت ۷ روز بطور مداوم در محیط مورد نظر به کار اشتغال داشته باشد.

لذا با توجه به سابقه کار طولانی افراد شاغل در این کارخانه و بومی بودن آنها از اعدادی که برای افراد تطابق یافته با گرما توسط ACGIH پیشنهاد شده است استفاده شد. افراد شاغل در این کارخانه دارای لباس کار یک لایه نسبتا سبک با پارچه نخی بودند و تمامی آنها کفش پنجه فولادی به پا داشتند.

در این مطالعه جهت ایستگاه‌بندی و تعیین محل و تعداد اندازه‌گیری‌ها، ابتدا محیط کاری مورد بازرسی قرارگرفت و با توجه به وظایف شغلی افراد و محل استقرار آنها تعداد و محل اندازه گیری مشخص شد. در محل استقرار کارگر با توجه به همگن یا نا همگن بودن محیط اندازه‌گیری صورت گرفت و در مکان‌های تردد و حضور موقتی کارگر، با توجه به مدت حضور، میانگین شاخص تر گوی سان محاسبه شد(رابطه ۴).

رابطه ۴:

$$WBGT_{(TWA)}=\frac{(WBGT_1\times T1)+(WBG_{T2}\times T2)+.....+(WBG_{Tn}\times Tn)}{T1+T2+T3+.....+Tn}$$

و در نهایت با توجه به بار کاری هر فرد (سبک، متوسط یا سنگین) مقادیر اندازه‌گیری شده با شاخص استاندارد گرمایی ACGIH مقایسه شدند. به عنوان مثال در این تقسیم بندی مشاغلی مانند اپراتورهای کابین و کارمندان بخش اداری دارای کار سبک؛ مسئولین کنترل کیفی، کارگران ایستگاه‌های جانبی داری بار کاری متوسط؛ کوربان‌ها، کد نویس‌های بخش بسترهای خنک کننده دارای بار کاری زیاد در نظر گرفته شد. تعداد ایستگاه‌های اندازه گیری متناسب با وسعت هر کارگاه و فرآیند های گرما زای آن تعیین شد. ۳۶ محل اندازه گیری با توجه به تردد کارگران، محل‌های استقرار آنها و کابین های خط تولید صورت گرفت.

محل‌های نمونه برداری علاوه برخط تولید، ایستگاه‌های جانبی و بخش اداری بودند. اندازه گیری توسط دستگاه مکانیکی اندازه گیری دمای تر گوی سان که شامل دماسنج خشک، دماسنج تر و دماسنج گوی سان می‌باشد صورت گرفت[۴].

در مرحله دوم انجام کار جهت ارزیابی احتمال خطر گرما یی، با توجه به موارد موجود در فرم ارزیابی، نه تنها پارامترهای سایکومتری هوا (عوامل جوی)، بلکه به پارامترهایی از قبیل نوع کار، بار کاری، فاصله محل کار تا محل استراحت و آبخوری و استفاده از وسایل حفاظت فردی در ارزیابی توجه گردید. فرم ارزیابی مطابق با شرایط موجود برای بخش اداری، ایستگاه‌های جانبی و خط تولید تکمیل و با توجه به مجموع امتیازات هر بخش محدوده احتمال وجود شرایط گرمایی نامناسب مشخص و با توجه به آن اولویت و ضرورت اقدامات اصلاحی مشخص شد. محدوده خطر در سه سطح تعریف می شود،که در سطح یک، احتمال وجود

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]

شرایط گرمایی نامناسب، کم تا متوسط است. درسطح دو، احتمال ایجاد بیماری‌های ناشی از گرما وجود دارد و تجزیه و تحلیل بیشتر احتمال فشار گرمایی الزامی است. درسطح سه احتمال شروع بیماری‌های ناشی از گرما بسیار بالاست و اقدامات کنترلی به سرعت باید انجام شود[۳].

فرم ارزیابی از سه بخش عمده تشکیل شده که در بخش A، ۱۲ نوع مختلف از خطرات در سه سطح مختلف ۱تا ۳ در محیط کار نمره گذاری می‌گردند. در بخش B میزان بار کاری یا متابولسم فرد با توجه به نوع فعالیت کارگر در سه سطح ۲، ۴و ۶ بترتیب برای متابولیسم کم ، متوسط و زیاد طبقه بندی می شود. در بخش C وضعیت شاخص استرس گرمائی WBGT بشکل زیر نمره دهی می گردد:

$$WBGT < 24^{0} \Rightarrow 1$$
$$24 < WBGT < 27 \Rightarrow 2$$
$$27 < WBGT < 30 \Rightarrow 3$$
$$WBGT > 30 \Rightarrow 4$$

نمرات بخش A و B با یکدیگر جمع و حاصل در نمره بخش C ضرب می گردد. مقدار حاصل، معیار ارزیابی ریسک گرمائی شخص در محیط کار مورد نظر می باشد. اگر مقدار کل کمتر از ۲۸ باشد این کارگر در سطح ۱ قرار داشته که در این سطح احتمال وجود شرایط گرمائی نامناسب کم تا متوسط است. در صورتی که مقدار کل بین ۲۸ تا ۶۰ باشد در این صورت کارگر در سطح ۲ قرار می‌گیرد. در این حالت احتمال ایجاد بیماریهای ناشی از گرما وجود داشته و تجزیه و تحلیل بیشتر احتمال فشار گرمائی الزامی است. نهایتا اگر مقدار کل ارزیابی خطر گرمائی بیش از ۶۰ باشد کارگر در سطح ۳ قرار گرفته که در این شرایط احتمال شروع بیماریهای ناشی از گرما بالا بوده و اقدامات کنترلی باید به سرعت انجام شوند.

یافته‌ها

اندازه‌گیری شاخص WBGT و ارزیابی احتمال خطر گرمایی در ۷ گروه شامل کابین‌های کنترل خط تولید (۹ ایستگاه اندازه گیری)،کوره (۲ ایستگاه اندازه گیری)، بسترهای خنک کننده (۴ ایستگاه اندازه گیری)، انبار مواد اولیه و محصولات (۶ ایستگاه اندازه گیری)، بخش اداری (۴ ایستگاه اندازه گیری)، ایستگاه‌های جانبی (۵ ایستگاه اندازه گیری) و فضای عمومی خط تولید (۶ ایستگاه اندازه گیری) انجام شد و تحلیل آماری با نرم‌افزار SPSS17 صورت گرفت.

شاخص محاسبه شده برای بخش های انبار، کابین‌های خط تولید و اداری، ۱۰۰٪ مطابق با استاندارد و در ۱۱/۳ ٪ از اندازه‌گیری‌های انجام شده در ایستگاه‌های جانبی و ۱۰۰٪ اندازه گیری ها در بسترهای خنک کننده و ۷۵٪ اندازه گیری‌ها در قسمت کوره، شاخص گرمایی بالاتر از حد مجاز برآورد شد. در مجموع اندازه گیری‌های انجام شده در این کارخانه فولاد ۸۱/۱٪ دارای شاخص مجاز و ۱۸/۹٪ شرایط دارای شاخص تر-گوی سان بالاتر از حد استاندارد را دارا بودند (جدول ۲ و نمودار ۱).

برای آزمون برابری واریانس های WBGT از آماره لوین (levene) استفاده گردید از آنجا که شرط برابری واریانس‌ها بر قرار نبود لذا برای تفسیر از آماره ولچ

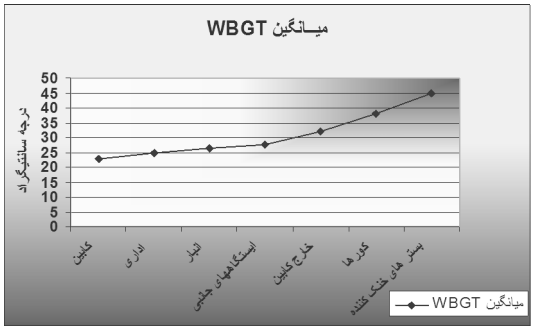
جدول۱. استانداردپیشنهادی ACGIH برای ۸ ساعت کار در محیط های کاری گرم بر حسب درجه سانتی گراد.

بارکاری نسبت کار-استراحت	(۲۰۰kcal/h) سبک	(۳۵۰kcal/h)متوسط	(۵۰۰kcal/h)سنگین
کار پیوسته	۲۹/۵(۲۷/۵)	۲۷/۵(۲۵)	۲۶ (۲۲/۵)
۷۵٪کار-۲۵٪استراحت	۳۰/۵(۳۰)	۲۸/۵ (۲۶/۵)	۲۷/۵ (۲۴/۵)
۵۰٪کار-۵۰٪استراحت	۳۱/۵(۳۰)	۲۹/۵ (۲۸)	۲۸/۵ (۲۶/۵)
۲۵٪کار-۷۵٪استراحت	۳۲/۵(۳۱)	۳۱ (۲۹)	۳۰ (۲۸)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]

جدول۲: نتایج اندازه گیریWBGT دربخش‌های مختلف واحدهای پژوهش

	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
کابین	۲۲/۹۱	۱/۳	۱۹/۶۰	۲۴/۵۷
کوره	۳۷/۹۴	۱۰/۴۸	۲۴/۴۵	۵۳/۰۰
بستر های خنک کننده	۴۴/۹۰	۷/۲۳	۳۷/۹۰	۵۱/۹۰
فضای عمومی	۳۲/۰۰	۸/۹۵	۲۴/۰۵	۵۰/۹۱
انبار ها	۲۶/۴۷	۰/۴۶	۲۵/۹۲	۲۶/۸۵
بخش اداری	۲۴/۹۸	۱/۰۴	۲۲/۰۰	۲۵/۶۶
ایستگاههای جانبی	۲۷/۶۶	۰/۹۱	۲۶/۵۳	۲۹/۵۳
جمع	۱۹/۶۰	۶/۸۲	۱۹/۶۰	۵۳/۰۰



نمودار۱: میانگینWBGTدر واحد های مختلف پژوهش

جدول۳: درصد سطوح احتمال خطر گرمایی به تفکیک بخش‌های مختلف ارزیابی.

نام بخش	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
کابین	٪۷۲/۷	٪۲۷/۳	٪۰۰
کوره	٪۰۰	٪۲۵	٪۷۵
بستر های خنک کننده	٪۰۰	٪۰۰	٪۱۰۰
مسیر تردد	٪۰۰	٪۵۸/۳	٪۴۱/۷
انبار	٪۰۰	٪۱۰۰	٪۰۰
اداری	٪۱۰	٪۹۰	٪۰۰
ایستگاههای جانبی	٪۰۰	٪۲۰	٪۸۰
جمع	٪۱۴/۳	٪۴۹/۳	٪۳۶/۴

(welch) استفاده گردید و شرط برابری میـانگین‌هـا در نظر گرفته شد و با توجـه بـه آمـار فـوق الـذکر تفـاوت معنی‌داری بین مقدار WBGT در ایستگاه‌های مختلف اندازه گیری مشاهده شد(p=0.001).

پس از اندازه‌گیری در ۹ کابین خـط تولیـد میـانگین شاخص WBGT، ۲۲/۸۶ درجه سانتی گـراد محاسـبه شد. حداکثر و حداقل این شاخص در کابین هـای خـط تولید به ترتیب ۲۴/۶ و ۱۹/۶ بدست آمد.

این کارخانه شامل ۴ کارگاه جـانبی بـود کـه میـزان شـاخصWBGT در کارگـاه جـانبی بـرق و روشـنایی ۲۷/۵، در کارگاه جانبی تراشکاری ۲۷، در کارگاه جانبی نوســازی و جوشــکاری۲۷/۵ و در کارگــاه تــراش غلطک۲۸/۵ بدست آمـد. میـانگین شـاخص WBGTدر کارگاه‌های فوق الذکر ۲۷/۶ درجه سانتی‌گراد بدست آمد.

پس از تکمیل فرم ارزیـابی احتمـال خطـر گرمـایی مشـخص شـد کـه در مجمـوع ۱۴/۳٪ احتمـال خطـر گرمایی در سطح یک، ۴۹/۳٪ در سـطح دو و ۳۶/۴٪ از مکان های کارخانه مورد نظر در سطح سه قرار داشـتند (جدول۳).

بحث و نتیجه گیری

پـس از انجـام انـدازه گیـری‌هـا درخـط تولیـد، ایستگاه‌های جانبی و بخش اداری و مقایسه با استاندارد ACGIH مشخص شدکه از نظـر اسـترس حرارتـی در مجموع ۸۱/۱٪ شـرایط قابـل قبـول و در حـد مجـاز و ۱۸/۹٪ شرایط غیر قابـل قبـول و بـالاتر از حـد مجـاز میباشد. نتایج حاصل از ارزیابی خطر گرمایی نشـان داد که در مجموع ۱۴/۳٪ احتمال خطـر گرمـایی در سـطح یـک، ۴۹/۳٪ در سـطح دو و ۳۶/۴٪ از مکـان هـای کارخانه مورد نظر در سطح سه قرار داشتند.

با توجه بـه نتـایج انـدازه گیـری WBGTو ارزیـابی احتمال خطر گرمایی در فصل پائیز، کارگران کد نـویس بسترهای خنک کننده و کوربان‌ها و نوردکاران به دلیـل ماهیت شرایط دمایی محیط کار، در شرایطی به مراتـب بـدتر ازکارکنـان بخـش اداری و کـاربران کـابین‌هـای کنترل خـط تولیـد قـرار دارنـد و لازم اسـت اقـدامات خاصی در جهت کاهش مواجهه با گرما از قبیل کـاهش سرعت خط تولید، لباس‌های خنک کننده و آمـوزش در خصوص عوارض گرما و چگـونگی واکـنش در شـرایط اضطراری برای این گروه صورت گیرد.

از ۱۷۰ نفری که در مطالعه آذری و همکاران در بندر امام خمینی صـورت گرفـت نیـز هـیچ کـدام در فصـل زمستان تحت تنش حرارتی نبودند، ولی تمـام کارکنـان به استثنای کارکنان اداری در فصل تابستان تحت تنش

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]

حرارتی قرار داشتند [۱۵]. در این مطالعه نیز مشخص شد در فصل نسبتاً خنکی مانند پائیز، کارگران بخش تولید بجز کاربران مستقر در کابین‌ها با گرمای بالای فرآیندی مواجهه هستند که مسلما در فصل تابستان این شرایط بدتر خواهد بود با توجه به حجم کوچک کابین‌های خط تولید و سیستم‌های خنک کننده قوی در آنها نمی‌توان ارتباط معنی داری بین دمای داخل کابین و فرآیند گرما زای محیط برقرار کرد. یا به عبارت دیگر دمای کابین‌ها نمی‌تواند تحت تاثیر محیط اطراف آن باشد.کارکنان بخش اداری و ایستگاه‌های جانبی در وضعیتی مابین دو گروه بالا دارند.

در مطالعه دیگر که در زمینه تغییرات فیزیولوژیکی در حین کار در کارگران صنایع فولاد سوئیس صورت گرفت چهار وظیفه که شامل جمع آوری ضایعات، جدا نمودن لخته های اکسید شده بر روی تختال‌ها، کوربان‌ها و بسته بندی مفتول مشاغلی بودند که بیشترین مصرف انرژی را داشتند[۱۶]. که در مطالعه حاضرنیز این مشاغل با گرمای بالای فرآیندی مواجهه داشتند. در این مشاغل علاوه بر مواجهه با گرمای بالای فرآیند، بالا بودن میزان سوخت و ساز باعث افزایش مضاعف دمای داخلی بدن خواهد شد.

با توجه به مطالعه مشابه در صنایع فولاد در شهر جده کشور عربستان، سطح استرس گرمایی در این صنعت تقریبا درتمام محیط های کاری که تهویه هواوجود ندارد بیش ازحد مجاز برآورد شده است. گرمای فرآیند بیشترین عامل شرکت کننده در بارگرمایی درفصل تابستان و زمستان است. گرمای تابشی ناشی از کوره‌ها وگرمای حاصل از میله ها و تختال‌های نورد شده محیط کار بویژه مناطق عملیاتی را گرمتر می‌کند [۲].

بالاتر بودن میزان WBGTدر ایستگاه تراش غلطک شاید به دلیل نزدیک بودن این کارگاه به خط تولید باشد. نتایج اندازه گیری در انبارها نشان می‌دهد میانگینWBGT در انبار اولیه ۲۶/۵ درجه سانتیگراد و انبار محصولات در ۳۰/۴ درجه سانتیگراد می‌باشد، که بالاتر بودن میزان WBGT در انبار محصولات به دلیل وجود محصولات نورد شده است.

بالا بودن میزان شاخص WBGT در بخش بسترهای خنک کننده، لزوم ثبت کد با فاصله زمانی بر ورقه های نورد شده یا مکانیزه کردن این فرآیند را افزایش می‌دهد (تصویر۱).

با توجه به اندازه گیری‌های انجام شده و نتایج حاصله مشخص می‌شود که در این فصل با توجه به موقعیت آب و هوایی منطقه و گرمازا بودن فرآیند لازم است تدابیر کنترلی مناسب جهت تقلیل استرس حرارتی در بخش‌های کوره، بسترهای خنک کننده و فضای عمومی کارگاه صورت گیرد.

در ارتباط با کنترل تنش‌های گرمایی در قدم اول،لازم است با برنامه ریزی صحیح از مواجهه با شرایطی که می‌تواند منجر به تنش گرمایی شود، اجتناب نموده و یا اینکه آن را به حداقل رساند. اگر امکان عدم مواجهه با گرما وجود نداشته باشد،لازم است که میزان خطر، ترجیحاً از طریق کنترل‌های محیطی، به حد قابل قبول کاهش یافته وکنترل گردد. در مواردی که علی رغم کنترل‌های محیطی، احتمال تنش‌های گرما وجود داشته باشد، باید احتیاطات اضافی دیگری از قبیل به کارگیری معیارهای پزشکی در انتخاب و سازش افراد، تهیه نوشیدنی‌های مناسب جهت جلوگیری از کم آبی بدن، آموزش، محدود کردن دوره‌های کار و تامین لباس‌های حفاظتی حرارتی، می‌توان میزان مخاطرات را کاهش داد. از طریق تهویه

تصویر ۱: ثبت کد بر روی ورقه های نورد شده در بخش بسترهای خنک کننده

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]

عمومی و موضعی نیز می‌توان به افزایش سرعت جریان هوا کمک کرد. افزایش سرعت جریان هوا، سبب افزایش تبخیر عرق و افزایش مبادله حرارت بین سطح پوست و محیط اطراف می‌شود و به کاهش دمای بدن فرد کمک می‌کند.

همچنین کاهش سطوح احتمال خطر گرمایی از طریق مکانیزه کردن فعالیت‌های سنگین، برگزاری دوره‌های آموزش در خصوص چگونگی برخود در شرایط بحرانی و حفاظت در مقابل اثرات گرما در محیط کار، کاهش سرعت انجام کار، جلوگیری از تماس باسطوح داغ،کاهش مدت مواجهه، حذف فعالیت‌های بی مورد،کاهش فاصله‌ی استراحتگاه وآبخوری از محل کار، استفاده از لباس‌هایی با مقاومت حرارتی مناسب و انتخاب افراد تطابق یافته با گرما امکان پذیر است.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز، جهت حمایت مالی این طرح پژوهشی طبق قرارداد۳۱۹۳ –۸۵، اعلام تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Madbuli H. Noweir, Ahmad A, Moreb A, Bafail O. Study of heat exposure in the work environment in jaddah. Environmental Monitoring and Assessment 1996;4: 225-237.

2. Farasatkish R, Hidarpour A, Molasadeghi GH A, Azmin B, Effects of heat during the war in south-western Iran. Kowsar Medical Journal, 2000;5(3):215-218. [Persian]

3. Golbabaee F, Omidvari M, Occupational health in hot environments. Tehran, Tehran University Press, first ed, 2000; 2,80-90. [Persian]

4. Golbabaee F, Omidvari M, Man and thermal stress work environment, Tehran, Tehran University Press, third edition, 2009; 5:216-222. [Persian]

5. Omidvari M, Golbabaee F, Barzegar A. Heat effects on heart rate and skin temperature. Behbood Quarterly Journal, 1995;1(2). [Persian]

6. Hanani M, Motalebi kashani M, Mosavi GH, Bahrami A, Environmental heat stress in bakery workers in Kashan, Faez Quarterly Journal, 2001;31:51-57. [Persian]

7. Banaee S. The association between Thermal Conditions & and Cardiovascular Diseases, Among Iron & Steel Industry workers, The 4th International Conference on Work Environment and Cardiovascular Diseases, 2005, available at: http//:www.workhealth.or

8. Shinji Y, Mieko I, Masaiwa I, Noriaki H. Evaluation of the effect of heat exposure on the autonomic nervous system by heart rate variability and urinary catecholamine, Journal of Occupational Health 2007;49:199-204.

9. Biswas R, Samanta A, Saha P. Cardiac strain of confectionery worker in relation to heat exposure during regular work shift. Indian J Occup Environ Med 2011;15:120-6.

10. Tawatsupa B, Lim LL, Kjellstrom T, Seubsman SA, Sleigh A. Association between occupational heat stress and kidney disease among 37,816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). J Epidemiol. 2012;22(3):251-60.

1. Golbabai F, Omidvari M, Sound and heat impact on labor productivity, Kermanshah University of Medical Sciences, Behbood Quarterly Journal, 2000; 3(3):79-84. [Persian]

12. Halvani GH, Aminipour MR, Malek-yazdi M. The heat index and the amount of work and rest in a glass factory in Yazd, Journal of Shahid sadooghi Yazd University of Medical Sciences,1999;7(2)51-57. [Persian]

13. Pourmahabadian M, Adelkha M, Azam K. Heat exposure assessment in the working environment of a glass manufacturing unit. Journal Enviromentall Heath Scince Engineering, 2008;5(2), 141-147. [Persian]

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

15. Rezazadeh M, Motamedzadeh M. A comparison of two methods for heat stress by environmental and biological monitoring in workers of Imam Khomeini port. Journal of Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Pajohandeh Journal, 2002;7(4):307-312. [Persian]

16- Ford Amasa B ,. Hellerstein.Herman K, Turell D J, Work and Heart Disease:II .A Physiologic Study in a Steel Mill, Circulation. American Heart Association,1959;20:537-548.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]

A study on heat stress and its risk assessment in a steel factory

M.R Monazzam[1], A Jafariroodbandi[2], P mohammadi[3], F Amirzadeh[4], S.H.R Tabatabaee[5]

Received: 2011/09/03 Revised: 2012/12/01 Accepted: 2012/04/18

Abstract

Background and aims: A glance at different occupations and production processes showed that one of the important and popular occupational health problems in the workplace is improper climate conditions such as hot environments .In this condition the core body temperature may increase and cause some diseases, occupational accidents and reduction of efficiency. The purpose of this study is determination of heat stress and its risk assessment in a steel factory.

Methods: In order to survey heat stress, a cross-sectional study was conducted in a steel factory in Ahwaz in the autumn season and WBGT index was used as a standard method for heat stress measurement. After measurement of WBGT index, the results were compared to ACGIH _TLV. In the second stage, for the assessment of probable heat hazard, psychometric conditions of work place along with some other parameters like work load, kind of occupation, distance between workplace and rest areas, water consumption and uses of personal protective devices were taken into account In this area, it was tried to determine the existence of improper probable heat condition with regard to priority and necessity for modifications.

Results: After measurement in production process, other workshops and administrative office, the data were compared to ACGIH standards .The results showed that the workplace had acceptable climate conditions from heat stress with 81.1 %and there were no acceptable climate conditions with 18.9 %which is above TLV. The workplaces heat risk assessment showed that their conditions with 14.3%, 49.3 % and 36.4% were in level one to three respectively.

Conclusion: Although the fall season in regions such as Khuzestan is cooler than summer, but employment in industries such as steel due to its exothermic process, a threat to the health of these kinds of workers. The heat conservation planning should not only be limited to the summer season. More research in the spring and even winter are recommended.

Keywords: Heat stress, WBGT, Steel factory, Heat risk assessment.

1. Occupational Health Dept. School of Public Health. Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. (**Coresponding author**) MSc Student of Occupational Health, Kerman Medical Student Research Committee.Kerman University Medical Science, Kerman, Iran. ergonomic.jafari@gmail.com.
3. MSc Student of Occupational Health, Kerman, Iran
4. Occupational Health Dept .School of PublicHealth.ShirazUniversity of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
5. Dept of Epidemology, School of Medicine. Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-11-26]