فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۹/ شماره ۴/ زمستان ۱۳۹۸ صفحات ۲۶۱-۲۷۸

بررسی وضعیت مطالعات شغلی انجام شده با استفاده از شاخص های استرس گرمایی محیطی در ایران: مطالعه مروری سیستماتیک

سعید یزدانی راد[۲،۱]، صبا کلانتری[۳]، فریده گلبابایی[۳*]

[۱] دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۲] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۲

چکیده

مقدمه: مطالعات زیادی با استفاده از شاخص های محیطی به منظور ارزیابی و کنترل استرس گرمایی بویژه در سال های اخیر در ایران انجام گردیده است. به هر حال تاکنون مطالعه جامعی در جهت مرور و طبقه بندی این مطالعات انجام نگردیده است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مرور و بررسی وضعیت مطالعات شغلی انجام شده با استفاده از شاخص های استرس گرمایی محیطی در ایران انجام گردید.

روش کار: در مطالعه حاضر کلیه مقالات چاپ شده بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ میلادی با استفاده از کلید واژه های فارسی استرس گرمایی، استرین گرمایی، گرما، شرایط گرم، شغلی و بهداشت حرفه ای و کلید واژه های انگلیسیheat stress ، heat strain ، hot condition ،warm condition ،occupational health ، thermal environment و Iran مورد جستجو قرار گرفتند.. جستجوی مقالات در پایگاه های داده مختلف شامل Web of Science ، Google Scholar ، PubMed ، Scopus،Science Direct ، SID ، Magiran، Civilica ،Iran Medex ، Barakatkns و Irandoc انجام گردید. در کل ۳۲۳ مقاله یافت گردید که از بین آنها بر اساس معیارهای خروج ۱۳۴ مقاله انتخاب و وارد مطالعه شد.

یافته ها: بر اساس نتایج، بیشترین تعداد مطالعات با ۹۳/۳ درصد از کل مطالعات مربوط به مقالات چاپ شده بین سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ میلادی انجام گردیده بود. همچنین بیشترین تعداد مطالعات با ۶۱/۹ درصد مربوط به محیط های سرپوشیده بود. بیشترین تعداد مطالعات انجام شده نیز به ترتیب به شهر های اصفهان با ۳۱/۰۸ درصد، تهران با ۱۶/۸۹ درصد و عسلویه با ۱۱/۴۸ درصد اختصاص داشت. همچنین بیشترین شاخص مورد استفاده در همه محیط ها و صنایع، شاخص WBGT با تقریبا ۷۶ درصد و کمترین شاخص های مورد استفاده شاخص های UTCI و PHS با ۰/۶ درصد بودند. به علاوه نتایج نشان داد که بیشترین استفاده از شاخص WBGT به ترتیب در صنایع ذوب و ریخته گری با ۱۵/۷ درصد، صنایع پتروشیمی با ۸/۳ درصد و مشاغل کوچک روباز با ۸/۳ درصد بوده است. بر اساس نتایج، صنایع پالایشگاه، فولاد، شیشه سازی، ذوب و ریخته گری، معادن روباز و تعمیرات ناو به ترتیب دارای بالاترین مقادیر میانگین شاخص WBGT بودند.

نتیجه گیری: یافته های مطالعه حاضر نیاز به توجه بیشتر پژوهشگران برای انجام طرح های پژوهشی در محیط های روباز، در شهر های مختلف ایران، در زمینه توسعه و اعتبارسنجی شاخص های جدید استرس گرمایی و در مورد اجرا و ارزیابی اقدامات کنترلی در محیط های دارای استرس گرمایی بالا را نشان می دهد.

کلمات کلیدی: *مطالعات شغلی، استرس گرمایی، شاخص محیطی*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *fgolbabaei@tums.ac.ir*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

مقدمه

مطالعات مختلف نشان می دهد کره زمین از نظر آب و هوایی در حال گرم شدن می باشد. به طوری که نتایج یک مطالعه نشان می دهد دمای هوای کره زمین در طول ۳۰ سال گذشته تقریبا ۰/۲ درجه در هر دهه افزایش یافته است (۲، ۱). حبیبی و همکاران در مطالعه ای پیش بینی کرده اند که در تهران از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۵۰ شاخص WBGT، ۱/۵۵ درجه سانتی گراد افزایش می یابد (۳). شرایط جوی، مهمترین عنصر محیطی موثر بر حیات در کره زمین است. شرایط جوی اقلیمی ثابت نبوده و می تواند تحت تاثیر تغییرات سالانه اقلیمی قرار بگیرد (۷-۴). افزایش دمای هوا باعث افزایش روز های گرم و موج های گرمایی بیشتر میشود و این مسئله میتواند موجب افزایش بیماریها و مرگهای ناشی از گرما شود. بنابراین استرس حرارتی می تواند در اثر شرایط جوی نامطلوب اقلیمی ایجاد شود و بویژه افرادی را که در محیط های روباز در مشاغلی مثل مشاغل ساختمانی، کشاورزی و غیره کار می کنند، تحت تاثیر قرار دهد. علاوه بر مواجهه افراد با استرس حرارتی در اثر شرایط جوی اقلیمی، منابع مختلف در بعضی از صنایع وجود دارد که به عنوان بخشی از فرآیند منجر به تولید گرما و رطوبت می شوند. به طوری که در بسیاری از موارد افراد در صنایع مختلف نظیر صنایع ذوب مواد، سیمان، صنایع غذایی و غیره نیز با استرس حرارتی مواجهه دارند (۸،۹). در شرایط گرمایی شدید، بدن پاسخهای فیزیولوژیکی را از خود نشان می‌دهد که به آن‌ها استرین گرمایی[1] می‌گویند، پاسخهایی نظیر افزایش تعریق، افزایش دمای پوستی، افزایش دمای عمقی و افزایش ضربان قلب در بدن ایجاد می‌شود (۱۱, ۱۰). اگر تنش‌های حرارتی به آستانه تحمل انسان نزدیک شود می‌تواند در کارگران استرس گرمایی[2] را ایجاد کند (۱۲). در صورت عدم کنترل، استرس گرمایی باعث بروز بیماری‌هایی نظیر سنکوپ گرمایی، خستگی گرمایی، کرامپ گرمایی، شوک گرمایی، گیجی، کاهش تمرکز و خستگی می‌شود (۱۵-۱۳). گرما به عنوان یکی از عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی عروقی نیز شناخته می‌شود (۱۶،۱۷). همچنین استرس گرمایی باعث افزایش ترشح هورمون کورتیزول می گردد (۱۸) و از این طریق می تواند خواب افراد را تحت تاثیر قرار دهد (۱۷). بر اساس یافته های مطالعه دیگری از گلبابایی و همکاران استرس گرمایی حتی ظرفیت کار فیزیکی در افراد را کاهش می دهد (۱۸). علاوه بر این مواجهه با گرما در محیط‌های کاری، باعث کاهش بهره وری افراد می‌گردد (۲۱-۱۹). تعدادی از مطالعات نیز وجود دارد که نشان می دهد گرما عملکرد شناختی افراد را نیز تحت تاثیر قرار می دهد (۲۵-۲۲). همچنین مطالعه امیری و همکاران نشان می دهد که اگر عوامل زیان آور گرما، صدا و کمبود روشنایی به صورت توام در محیط وجود داشته باشد، آنها می توانند اثرات یکدیگر را تقویت کنند (۲۶).

ایران کشوری است که در جنوب شرقی آسیا واقع شده است و آب و هوای نواحی مختلف آن با هم متفاوت است. بیش از ۸۲ درصد ایران را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل میدهد (۲۸، ۲۷). بنابراین شرایط جوی اقلیمی ایران وضعیت را برای ایجاد بیماری های ناشی از گرما بویژه در فصل های گرم سال و به ویژه در مناطق کویری و مناطق جنوبی ایران فراهم می کند. این موضوع باعث می شود علاوه بر مردم عادی، افراد شاغلی که در محیط های کاری واقع در این محل ها به فعالیت می پردازند و به ویژه افرادی که در محیط های روباز کار می کنند، تحت تاثیر شرایط نامساعد جوی محیطی قرار گیرند. علاوه بر این در بعضی از صنایع ایران نیز به علت قدیمی بودن تجهیزات و یا به علت ویژگی های ذاتی فرآیند مثل پاتیل های مواد مذاب اتلاف گرما و رطوبت وجود دارد و موجب می شود که افراد در معرض مواجهه با گرمای بیش از حد قرار گیرند. به همین دلیل مطالعات زیادی با استفاده از شاخص های محیطی به منظور ارزیابی و کنترل استرس گرمایی بویژه در سال های اخیر در ایران انجام گردیده است. به هر حال تاکنون مطالعه جامعی در جهت مرور و طبقه بندی این مطالعات برحسب محل انجام پژوهش، نوع صنعت، شهر مورد مطالعه، شاخص های محیطی مورد

1 Heat strain
2 Heat stress

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

استفاده و وضعیت جوی صنایع مختلف انجام نگردیده است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مرور و بررسی وضعیت مطالعات شغلی انجام شده با استفاده از شاخص های استرس گرمایی محیطی بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ میلادی در ایران انجام گردید تا یک چارچوب و راهنمای کلی برای پژوهشگران به منظور تعیین اهداف دقیق و آگاهانه برای انجام مطالعات آتی در بخش ها و صنایع مختلف کشور ایجاد شود.

روش کار

فرآیند کلی مطالعه حاضر شامل جستجوی مقالات در پایگاه های معتبر داده داخلی و خارجی بوده است. پس از گزینش مقالات و کدبندی آنها، اطلاعات لازم استخراج گردیده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در ادامه مراحل انجام این مطالعه شرح داده شده است:

جمع آوری داده ها

در مطالعه حاضر کلیه مقالات چاپ شده بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ میلادی مورد جستجو قرار گرفتند. بازه زمانی جمع آوری داده ها پاییز و زمستان سال ۹۶ بود. برای جستجو از کلید واژه های فارسی استرس گرمایی، استرین گرمایی، گرما، شرایط گرم، شغلی و بهداشت حرفه ای و کلید واژه های انگلیسی heat stress ، heat strain ، occupational health، warm condition، hot condition ، thermal environment و Iran استفاده شد. جستجوی مقالات در پایگاه های داده مختلف شامل Web of Science،Scopus ، PubMed ، Google Scholar ، ence ، Iran Medex، Civilica ،Magiran ، SID ، Direct Barakatkns و Irandoc انجام گردید. معیارهای ورود شامل مقالات با سال چاپ بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ و داشتن حداقل یکی از کلیدواژه های مذکور علاوه بر گرما بود. معیارهای خروج مقالات از مطالعه شامل مقالات غیر پژوهشی، غیر مرتبط بودن با موضوع مطالعه حاضر، تکراری بودن و عدم استفاده از شاخص ارزیابی استرس حرارتی در مطالعه بود.

گزینش مقالات

ابتدا عنوان مقالات مورد بررسی قرار گرفت و مقالاتی که با موضوع مورد مطالعه غیر متبط بودند از مطالعه حذف گردیدند. سپس مقالات غیر پژوهشی نظیر مرور کتب، سرمقالات، یادداشتهای نویسندگان، متون کلی و عمومی، نامه به سردبیر و آیتم های خبری حذف شدند. در مرحله بعد یک مرور اجمالی از طریق خواندن چکیده و کلید واژه های مقاله ها و با رعایت ضوابط فیلتراسیون برای انتخاب مقالات مرتبط به منظور مرور، بررسی و آنالیز دقیق انجام شد. در نهایت نیز مطالعاتی که از شاخص ارزیابی استرس حرارتی استفاده نکرده بودند و یا تکراری بودند، از مطالعات حذف گردیدند. شکل ۱ فلوچارت انتخاب مقالات را نشان می دهد. در مجموع بر اساس معیارهای ورود تعداد ۳۲۳ مقاله فارسی و انگلیسی یافت گردید که از این بین بر اساس معیارهای خروج مطالعه ۱۸۹ مقاله از مطالعه حذف گردید و تعداد ۱۳۴ مقاله برای مطالعه انتخاب شدند.

استخراج اطلاعات

در مقالات انتخاب شده قسمت های مختلف مقاله بویژه هدف مطالعه، روش اجرا، شاخص های ارزیابی مورد استفاده و یافته ها به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفتند و اطلاعات لازم از آن ها استخراج گردید. این اطلاعات عبارت بودند از: عنوان مقاله، سال چاپ، محل انجام مطالعه، شهر انجام مطالعه، نوع محیط کار، نوع صنعت، شاخص های محیطی مورد استفاده و مقادیر شاخص WBGT.

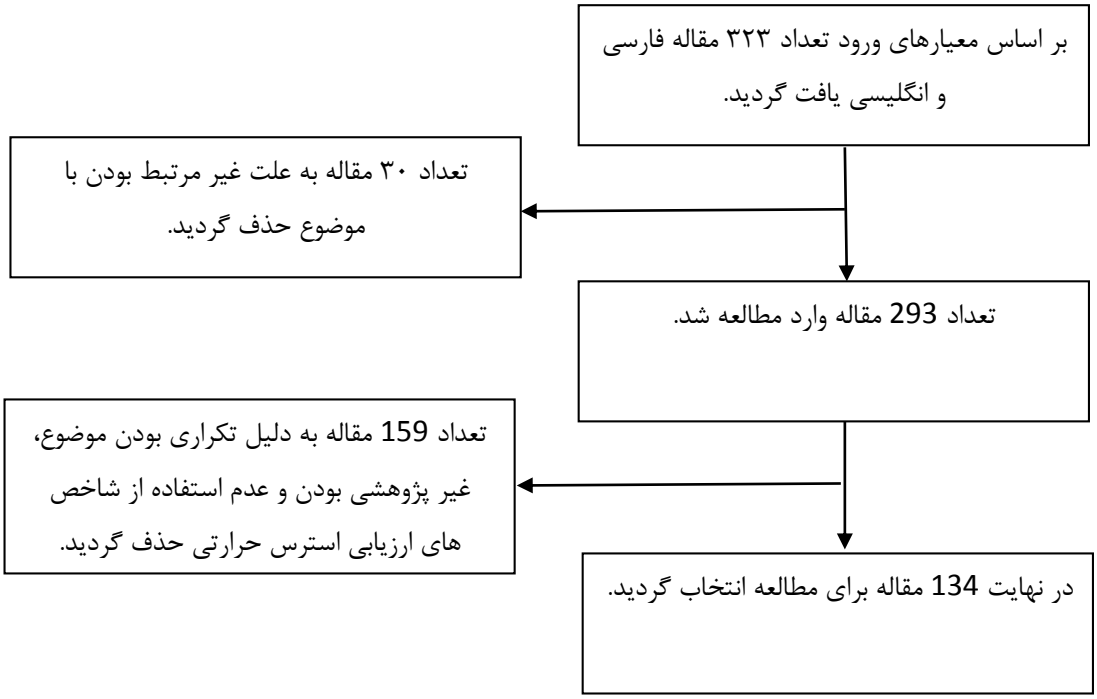
تجزیه و تحلیل اطلاعات

نهایتا اطلاعات استخراج شده وارد نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ شدند و آنالیز آماری روی آن ها انجام گردید.

یافته ها

از ۱۳۴ مطالعه ۷۳ مطالعه به زبان فارسی در مجلات داخلی و همایش ها، ۴۹ مطالعه به زبان انگلیسی در مجلات داخلی و ۱۲ مطالعه به زبان انگلیسی در مجلات

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]



شکل ۱: فلوچارت بررسی و انتخاب مقالات

جدول ۱: توزیع فراوانی مطالعات انجام شده بر حسب سال چاپ

سال چاپ	فراوانی	فراوانی نسبی	منابع
۲۰۰۰ - ۲۰۰۵	۳	۲/۲	(۱۳) ، (۲۹)، (۳۰)
۲۰۰۵ - ۲۰۱۰	۶	۴/۵	(۳۱) ، (۳۲) ، (۳۳)، (۳۴) ، (۳۵) ، (۳۶)
۲۰۱۰ - ۲۰۱۶	۱۲۵	۹۳/۳	(۳۷) ، (۳۸) ، (۳۹)، (۴۰) ، (۴۱) ، (۴۲) ، (۴۳) ، (۴۴) ، (۴۵) ، (۴۶) ، (۴۷) ، (۴۸) ، (۴۹) ، (۵۰) ، (۵۱) ، (۵۲) ، (۵۳) ، (۵۴) ، (۵۵) ، (۵۶) ، (۵۷) ، (۵۸) ، (۱۶) ، (۲۲) ، (۵۹) ، (۲۰) ، (۶۰) ، (۶۱) ، (۶۲) ، (۶۳) ، (۶۴) ، (۶۵) ، (۶۶) ، (۶۷) ، (۶۸) ، (۶۹)، (۷۰) ، (۷۱) ، (۷۲) ، (۷۳) ، (۲۶) ، (۷۴) ، (۷۵) ، (۷۶) ، (۷۷) ، (۷۸)، (۲۳) ، (۷۹) ، (۸۰) ، (۸۱) ، (۸۲) ، (۸۳) ، (۸۴) ، (۸۵) ، (۸۶) ، (۸۷)، (۸۸) ، (۸۹) ، (۹۰) ، (۹۱) ، (۹۲) ، (۹۳) ، (۹۴) ، (۹۵) ، (۹۶) ، (۹۷)، (۹۸) ، (۹۹) ، (۱۰۰) ، (۱۰۱) ، (۱۰۲) ، (۱۰۳) ، (۱۹) ، (۱۰۴) ، (۱۰۵) ، (۱۰۶)، (۱۰۷) ، (۱۰۸) ، (۱۰۹) ، (۱۱۰) ، (۱۱۱) ، (۱۱۲) ، (۱۱۳) ، (۱۱۴) ، (۱۱۵) ، (۱۸)، (۲۴) ، (۱۱۶) ، (۱۱۷) ، (۱۱۸) ، (۱۱۹) ، (۱۲۰) ، (۱۲۱) ، (۱۷) ، (۱۲۲) ، (۱۲۳)، (۱۲۴) ، (۱۲۵) ، (۱۲۶) ، (۱۲۷) ، (۳) ، (۱۲۸) ، (۱۲۹) ، (۱۳۰) ، (۱۳۱) ، (۱۳۲)، (۱۳۳) ، (۱۳۴) ، (۱۳۵) ، (۱۳۶) ، (۱۳۷) ، (۱۳۸) ، (۳۶) ، (۱۳۹) ، (۱۴۰) ، (۱۴۱)، (۱۴۲) ، (۱۴۳) ، (۱۴۴) ، (۱۴۵) ، (۱۴۶) ، (۱۴۷) ، (۱۴۸) ، (۱۴۹) ، (۱۵۰)

خارجی ارایه گردیده بود. همچنین جدول ۱ توزیع فراوانی مطالعات انجام شده بر حسب سال چاپ را نشان می دهد. بر اساس نتایج بیشترین تعداد مطالعات انجام شده با ۹۳/۳ درصد از کل مطالعات مربوط به مقالات چاپ شده بین سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ میلادی می باشد. محل انجام مطالعه نیز به دو گروه مطالعات داخل اتاقک شرایط جوی و مطالعات میدانی تقسیم شد و فراوانی و فراوانی نسبی هر گروه به دست آمد که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که اکثر مطالعات با ۷۶/۱ درصد به صورت میدانی و در صنایع و کارگاه ها انجام گردیده است. مطالعات بر اساس نوع محیط کار نیز در سه گروه سر پوشیده، روباز و مطالعات سرپوشیده و روباز قرار گرفتند که توزیع فراوانی آن ها در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین تعداد مطالعات با ۶۱/۹ درصد مربوط به محیط های سروپشیده می باشد همچنین فراوانی نسبی مطالعات اجرا شده بر اساس شهر انجام مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین تعداد مطالعات به ترتیب به شهر های اصفهان با ۳۱/۰۸ درصد، تهران با ۱۶/۸۹

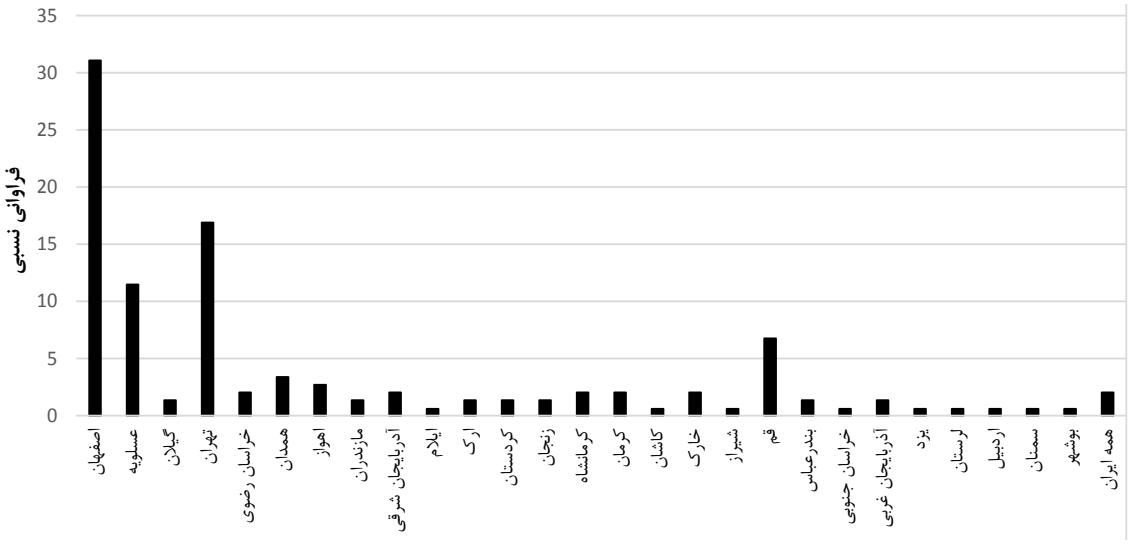
[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

جدول ۲: توزیع فراوانی مطالعات برحسب محل انجام مطالعه

محل انجام مطالعه	فراوانی	فراوانی نسبی
اتاقک کنترل شده جوی	۳۲	۲۳/۹
میدانی	۱۰۲	۷۶/۱
مجموع	۱۳۴	۱۰۰

جدول ۳: توزیع فراوانی مطالعات انجام شده بر حسب نوع محیط کار

نوع محیط کار	فراوانی	فراوانی نسبی
سرپوشیده	۸۳	۶۱/۹
روباز	۲۷	۲۰/۲
سرپوشیده و روباز (توام)	۲۴	۱۷/۹
مجموع	۱۳۴	۱۰۰



شکل ۲: توزیع فراوانی مطالعات انجام شده بر حسب شهر انجام مطالعه

درصد و عسلویه با ۱۱/۴۸ درصد اختصاص دارد. همچنین جدول ۴ توزیع فراوانی شاخص های محیطی مورد استفاده در مطالعات بر حسب نوع محیط کار را نشان می دهد. نتایج مشخص کرد که تقریبا در ۷۶ درصد از مطالعات، از شاخص استرس گرمایی WBGT استفاده گردیده است و این شاخص در هر دو محیط روباز و سرپوشیده بیشترین میزان استفاده را داشته است. به علاوه جدول ۵ توزیع فراوانی شاخص های محیطی مورد استفاده در مطالعات بر حسب نوع صنعت را نمایش می دهد. بیشترین استفاده از شاخص WBGT نیز به ترتیب در صنایع ذوب و ریخته گری با ۱۵/۷ درصد، صنایع پتروشیمی با ۸/۳ درصد و مشاغل کوچک روباز با ۸/۳ درصد بوده است. همچنین دامنه، میانگین و انحراف معیار مقادیر شاخص WBGT در صنایع تحت مطالعه نیز در جدول ۶ ارایه شده است.

بحث

یکی از عوامل زیان آور مهم شغلی و محیطی گرما می باشد که می تواند منجر به اثرات جدی و حتی مرگ در افراد شود. ایران سرزمینی با تنوع اقلیمی مختلفی بوده که ۸۲ درصد آن در نواحی بیابانی و نیمه بیابانی جهان قرار گرفته است (۲۷،۱۵۱). به علاوه در ایران صنایع و مشاغلی وجود دارد که به واسطه آن افراد در معرض گرما قرار می گیرند. طبق برآورد در کشور ایران حدود ۱۶ میلیون کارگر در ۲ میلیون واحد شغلی مشغول به کار هستند که به شکل های مختلف در معرض عوامل زیان آور ناشی از فعالیت های کاری قرار دارند (۹۴،۱۵۲). براساس مطالب ذکر شده مسئله مواجهه با گرما در کشور ما دارای اهمیت بالایی می باشد که باید در مطالعات و اقدامات به آن پرداخته شود. به هر حال یافته های حاصل از این مطالعه

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

جدول ۴: توزیع فراوانی شاخص های محیطی مورد استفاده در مطالعات بر حسب نوع محیط کار

شاخص استرس گرمایی	نوع محیط کار							
	سرپوشیده		روباز		سرپوشیده و روباز (توام)		کل محیط ها	
	فراوانی	فراوانی نسبی	فراوانی	فراوانی نسبی	فراوانی	فراوانی نسبی	فراوانی	فراوانی نسبی
WBGT [۱]	۷۰	۸۶/۴۲	۲۳	۶۲/۱۶	۲۴	۶۶/۷	۱۱۷	۷۵/۹۷
PMV [۲]	۳	۳/۷۰	۱	۲/۷	۰	۰	۴	۲/۶۰
SW [۳]	۱	۱/۲	۴	۱۰/۸	۰	۰	۵	۳/۲۵
DI [۴]	۰	۰	۳	۸/۱	۱	۲/۸	۴	۲/۶۰
HIS [۵]	۳	۳/۷	۰	۰	۱	۲/۸	۴	۲/۶۰
P4SR [۶]	۰	۰	۱	۲/۷	۱	۲/۸	۲	۱/۳۰
TWL [۷]	۰	۰	۰	۰	۳	۸/۳	۳	۱/۹۵
ESI [۸]	۱	۱/۲	۲	۵/۴	۰	۰	۳	۱/۹۵
CET [۹]	۲	۲/۵	۱	۲/۷	۲	۵/۶	۵	۳/۲۵
Humidex	۰	۰	۱	۲/۷	۰	۰	۱	۰/۶
ET [۱۰]	۰	۰	۰	۰	۲	۵/۶	۲	۱/۳
AET [۱۱]	۱	۱/۲	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۶
PHS [۱۲]	۰	۰	۰	۰	۱	۲/۸	۱	۰/۶
UTCI [۱۳]	۰	۰	۰	۰	۱	۲/۸	۱	۰/۶
THI [۱۴]	۰	۰	۱	۲/۷	۰	۰	۱	۰/۶
مجموع [۱۵]	۸۱	۱۰۰	۳۷	۱۰۰	۳۶	۱۰۰	۱۵۴	۱۰۰

[1] Wet Bulb Globe Temperature
[2] Predicted Mean Vote Index
[3] Required Sweat Rate
[4] Discomfort Index
[5] Heat Stress Index
[6] Predicted 4- Hour Sweat Rate
[7] Thermal Work Limit
[8] Environmental Stress Index
[9] Corrected Effective Temperature
[1] effective temperature
[1] *Allowable Exposure Times*
[1] *Predicted Heat Strain*
[1] *Universal Thermal Climate Index*
[1] *Temperature Humidity Index*

[۱۵] لازم به ذکر است به علت اینکه برخی از مطالعات از چندین شاخص محیطی استفاده شده است، تعداد کل شاخص های مورد استفاده (۱۵۴ عدد) از تعداد کل مطالعات انتخاب شده برای مرور (۱۳۴ عدد) بیشتر می باشد.

نشان می دهد که در سال های اخیر و بعد از سال ۲۰۱۰ توجه پژوهشگران به این حوزه به طور چشمگیری افزایش یافته که نشان دهنده بهبود شرایط گرم محیط های کاری در آینده می باشد. یافته های تجزیه و تحلیل انجام شده بر روی محل انجام مطالعه نشان می دهد که ۷۶ درصد مطالعات به صورت میدانی و تنها ۲۴ درصد مطالعات در اتاقک کنترل شده جوی انجام گردیده است. مطالعات انجام شده در اتاقک کنترل شده جوی اغلب با سه هدف کلی ارزیابی اثرات و ریسک فاکتورهای تنش حرارتی نظیر مطالعه حبیبی و همکاران روی جنس (۱۰۰) و مطالعه یزدانی و همکاران روی اضافه وزن (۱۲۷)، اعتبار سنجی شاخص های ارزیابی تنش حرارتی همانند مطالعه دهقان

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

جدول ۵: توزیع فراوانی شاخص های محیطی مورد استفاده در مطالعات بر حسب نوع صنعت

نوع صنعت	WBGT	PMV	SW	DI	HIS	P4SR	TWL	ESI	CET	Humidex	ET	AET	PHS	UTCI	THI	مجموع	درصد
پالایشگاه	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۶	۵/۰
ذوب و ریخته گری	۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۹	۱۵/۷
مونتاژ خودرو	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۸
بیمارستان	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۲/۵
قنادی	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۸
نانوایی	۶	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷	۵/۸
شیشه سازی	۴	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۷	۵/۸
معدن روباز	۳	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۵/۰
پتروشیمی	۱۰	۰	۳	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶	۱۳/۲
فولاد	۴	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۴/۱
فورج	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۲/۵
مشاغل کوچک روباز	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳	۱۰/۷
کشاورزی	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۲/۵
پایانه نفتی	۴	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۸	۶/۶
آجرپزی	۴	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱۰	۸/۳
تعمیرات ناو	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۸
کاشی سازی	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۸
لبنیات	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۸
سیمان	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۸
آسفالت	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱/۷
ساختمان سازی	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۳/۳
خشکشویی	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۸
بیسکوییت سازی	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱/۷
مجموع	۸۷	۳	۵	۴	۴	۲	۳	۲	۴	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱۲۱	۱۰۰

جدول ۶: مقادیر شاخص WBGT در صنایع مختلف مورد مطالعه

نوع صنعت	دامنه	میانگین	انحراف معیار
پالایشگاه	۳۲/۸-۳۳/۷	۳۳/۲۰	۰/۴۰
ذوب و ریخته گری	۲۲/۱-۳۹/۵	۳۱/۰۹	۴/۹۲
فولاد	۲۴/۵-۴۴/۹	۳۲/۲۷	۶/۵۳
مونتاژ خودرو	۱۸/۹-۲۲/۳	۲۰/۸۳	۱/۱۸
بیمارستان	۱۷/۴-۲۶/۸	۲۱/۴۳	۳/۱۰
قنادی	۲۳-۲۳	۲۲/۹۷	۰
نانوایی	۲۶-۳۳/۷	۲۹/۹۸	۲/۱۴
شیشه سازی	۲۷/۶-۳۵/۶	۳۱/۷۳	۳/۴۳
معدن روباز	۲۹/۸-۳۲/۶	۳۰/۹۹	۱/۲۳
پتروشیمی	۲۲/۳-۳۳/۳	۲۹/۸۸	۴/۲۹
فورج (پرس گرم)	۲۸/۶-۳۱/۲	۲۹/۸۹	۱/۸۶
مشاغل کوچک روباز	۲۳/۲-۲۷	۲۶/۱۷	۱/۱۵
کشاورزی	۲۴-۳۲	۲۹/۴۹	۲/۵۲
آجرپزی	۲۱/۹-۳۰/۸	۲۶/۶۶	۳/۲۴
تعمیرات ناو	۳۰-۳۲	۳۰/۹۶	۰/۷۹
کاشی سازی	۲۰/۷-۲۷/۹	۲۴/۷۳	۳/۶۷
لبنیات	۲۳/۴-۲۷/۵	۲۵/۴۵	۲/۸۹
سیمان	۲۰/۲-۳۳/۸	۲۷	۹/۶۱
پایانه نفتی	۲۵/۷-۳۰/۶	۲۷/۲۷	۱/۴۵
آسفالت	۲۴/۳-۳۰/۲	۲۸/۵۳	۲/۴۸
ساختمان سازی	۲۲/۶-۲۷/۵	۲۵/۰۵	۳/۴۶
خشکشویی	۲۹-۲۹	۲۸/۹۸	۰
بیسکوییت سازی	۱۹-۲۳/۲	۲۱/۰۷	۲/۲۹

و همکاران در مورد اعتبار سنجی شاخص استرین ادراکی (۱۳۹) و ارزیابی میزان کارایی اقدامات کنترلی نظیر مطالعه پروری و همکاران بر روی لباس کارگران (۱۱۰) و مطالعه یزدانی و همکاران بر روی جلیقه خنک کننده (۱۴۱) می باشد. دلیل انجام اینگونه مطالعات در اتاقک کنترل شده جوی، انجام آزمون ها در شرایط ثابت جوی است. در واقع این مطالعات اطلاعات بنیادی برای انجام سایر مطالعات میدانی را فراهم می کنند. اما نتایج آنها قبل از تایید نهایی نیاز به ارزیابی در شرایط میدانی نیز دارد. زیرا شرایط میدانی دارای ریسک فاکتور هایی می باشد که می تواند نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی را تغییر دهد. به طوری که مرور مقالات نشان می دهد بعضی از مطالعات میدانی انجام شده نظیر مطالعه دهقان و همکاران در مورد ارتباط اضافه وزن و استرین گرمایی در شرایط گرم جنوب کشور (۱۱۴) و مطالعه قره بایی و همکاران در مورد تاثیر استفاده از جلیقه خنک کننده روی شاخص های استرین ادراکی در شرایط گرم جنوب کشور (۶۹) به منظور تایید یافته های حاصل از مطالعات آزمایشگاهی انجام گردیده و نتایج مطالعات آزمایشگاهی را تایید کرده است. تعداد زیادی از مطالعات میدانی نیز با هدف ارزیابی و کنترل وضعیت استرس گرمایی موجود اجرا گردیده است که باعث شده است حجم مطالعات میدانی حدود سه برابر مطالعات آزمایشگاهی در اتاقک کنترل شده جوی باشد. اکثر مطالعات انجام شده نیز در مشاغل سر پوشیده اجرا گردیده است که تقریبا ۳ برابر مطالعات انجام شده در مشاغل روباز هستند. این در حالی است که بر اساس آمارها پیش بینی می شود تعداد کارگران مشاغل روباز نسبت به مشاغل سرپوشیده حدود ۳ برابر باشد (۹۴). کارگران مشاغل روباز با توجه به شرایط اقلیمی منطقه نسبت به مشاغل سرپوشیده با گرمای تابشی شدید آفتاب مواجهه دارند به طوری که این شرایط باعث می شود موضوع استرس گرمایی در آن ها جدی تر گردد. برخی از مطالعات انجام شده نشان دهنده اهمیت این موضوع می باشد. به طور مثال یافته های مطالعه حیدری و همکاران بر روی کشاورزان شمال ایران نشان می دهد که در محل کار این افراد، شاخص WBGT در تابستان تا ۳۲/۶ درجه سانتی گراد افزایش می یابد (۱۱۷). مطالعه گلبابایی و همکاران در مورد بررسی استرس و استرین گرمایی کارگران فضای باز شهرستان شبستر در تابستان نیز نشان می دهد که مشاغلی نظیر بتن سازی، باربری، راه سازی، ساختمان سازی، سنگ بری، کشاورزی، ماموران راهنمایی رانندگی و دستفروشان در معرض خطر بروز استرین گرمایی و بیماری های ناشی از گرما قرار دارند (۱۲۳). مطالب ذکر شده، نشان دهنده نیاز برای توجه بیشتر به کارگران مشاغل روباز و بویژه در زمینه کنترل تنش حرارتی اینگونه مشاغل می باشد. البته توجه به استرس های گرمایی در کارگران مشاغل روباز از سال ۱۳۸۰ در ایران به صورت جدی آغاز شده و ادامه دارد.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

مرور مقالات نشان داد که بیشترین مطالعات بر حسب شهر انجام مطالعه به ترتیب در اصفهان، تهران و عسلویه اجرا گردیده است. علت احتمالی این موضوع می تواند صنعتی بودن این سه شهر و شرایط جوی نامطلوب آنها در برخی از ماه های سال باشد که توجه پژوهشگران را به سمت خود جلب کرده است. اما باید به این موضوع نیز توجه گردد که کشور ایران دارای تنوع اقلیمی بسیار متنوعی شامل نواحی کاملا بیابانی (۳۵/۵ درصد)، بیابانی (۲۹/۲ درصد)، نیمه بیابانی (۲۰/۱ درصد)، معتدل (۵ درصد) و مرطوب (۱۰ درصد) بوده و به طور کلی ۸۲ درصد این کشور در نواحی بیابانی و نیمه بیابانی جهان قرار گرفته است (۲۷). نتایج مطالعه حیدری و همکاران در مورد ارزیابی استرس گرمایی شغلی در نواحی مختلف ایران نشان می دهد که میزان شاخص WBGT در نواحی نیمه بیابانی با آب و هوای معتدل تا بسیار گرم (شهرهای ایلام و اهواز)، نواحی بیابانی با آب و هوای خنک تا بسیار گرم (شهرهای اصفهان، زاهدان و یزد)، نواحی بیابانی با آب و هوای معتدل تا بسیار گرم (شهرهای بوشهر، چابهار و بندرعباس) و نواحی نیمه مرطوب با آب و هوای خنک تا گرم (شهرهای گرگان، یاسوج و قصر شیرین) در بعضی از ساعات روز فصل تابستان تا بیشتر از ۳۰ درجه سانتی گراد افزایش می یابد (۱۲۲). همچنین براساس نتایج جدول ۵ بیشترین تعداد مطالعات در شرایط گرم و خشک تابشی انجام گردیده است. شاید به این علت باشد که اکثر مناطق ایران دارای اقلیم غالب گرم و خشک است. همچنین ممکن است وجود منابع تولید کننده گرمای تابشی قوی در بعضی از صنایع توجه پژوهشگران را به سمت خود جلب کرده باشد. به هر حال پژوهشگران سایر شهر های ایران علاوه بر سه شهر مذکور باید توجه بیشتری به حوزه گرما داشته باشند و مطالعات بیشتری را در جهت بهبود وضعیت صنایع و مشاغل این شهر ها انجام دهند.

همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در بین شاخص های محیطی مورد استفاده در مطالعات در همه محیط ها شامل محیط روباز، محیط سرپوشیده و محیط توام برای ارزیابی استرس گرمایی، شاخص WBGT در مجموع با ۷۶ درصد بیشترین استفاده را داشته است. استفاده مکرر از این شاخص جهت ارزیابی شرایط جوی محیط های کاری می تواند بدین علت باشد که در بسیاری از مطالعات ثابت شده است که شاخص WBGT با ضربان قلب، فشار خون سیستولیک و دیاستولیک و درجه حرارت پوست به عنوان شاخص های فیزیولوژیک همبستگی خوبی دارد (۹۹، ۵۵). همچنین شاخص WBGT به عنوان شاخص استاندارد برای ارزیابی مواجهه با محیط های گرم توسط ISO، ACGIH، OSHA، AIHA و ACSM معرفی شده است (۱۵۳). به هر حال این شاخص محدودیت هایی نیز دارد. Alfano و همکاران در مطالعه خود در سال ۲۰۱۴ بیان کردند که شاخص WBGT برای محیط های دارای رطوبت بالا و سرعت جریان پایین هوا مناسب نیست به طوری که در چنین شرایطی میزان تبخیر عرق محدود می شود و شاخص WBGT نمی تواند این استرین اضافه شده در اثر محدود شدن تبخیر را به درستی منعکس کند. آن ها همچنین نتیجه گیری کردند که شاخص WBGT فقط ریسک ناشی از افزایش دمای عمقی را بررسی می کند ولی ریسک کم آبی ناشی از تعریق بیش از حد را در نظر نمی گیرد (۱۵۴). از طرفی تفسیر مقادیر شاخص، تعیین فاکتورهای شدت فعالیت و نوع لباس کار را نیاز دارد که بر آورد این فاکتورها با کاربرد روش های رایج خطای قابل توجهی دارد (۱۵۵). رتبه دوم شاخص با بیشترین استفاده نیز مربوط به شاخص تحلیلی SW می باشد. به هر حال شاخص های تحلیلی علی رغم اعتبار خوب، محاسبه آن مشکل بوده و دارای پیچیدگی می باشد. به همین دلیل شاخص های جدیدی نظیر PHS و UTCI نیز توسعه یافته اند که به ظاهر نسبت به شاخص های قدیمی در ارزیابی استرس گرمایی دقیق تر می باشند، این در حالی است که متاسفانه این دو شاخص کمترین میزان استفاده را در مطالعات انجام شده در ایران دارند. گلبابایی و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطالعه ای را با هدف اعتبارسنجی شاخص تازه توسعه یافته UTCI انجام

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

دادند و به این نتیجه رسیدند که این شاخص نیز می تواند برای ارزیابی محیط شغلی دارای رطوبت و سرعت جریان پایین استفاده شود (۱۴۶). همچنین در ارزیابی کلی که Freitas و grigorieva در سال ۲۰۱۷ بر روی ۱۶۵ شاخص انجام دادند نیز مشخص شد که شاخص های تحلیلی از جمله شاخص UTCI از نظر معیار هایی نظیر اعتبار، شفافیت و کامل بودن شاخص های معتبری جهت ارزیابی استرس گرمایی هستند (۱۵۶). PHS شاخص مفید دیگری می باشد که فاکتورهای زیادی را در ارزیابی استرس گرمایی دخیل می کند و به علت کامل بودن مورد پذیرش ISO نیز می باشد (۱۵۷). ولی جزو شاخص هایی است که به میزان بسیار کمی در مطالعات در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. بنابراین نیاز به جایگزینی شاخص های دارای محدودیت نظیر WBGT و SW با شاخص های کامل تر از طریق توسعه شاخص های جدید و همچنین اعتبارسنجی و استفاده از شاخص های تازه توسعه یافته نظیر PHS و UTCI در مطالعات آینده احساس می شود. همچنین نتایج نشان داد که در همه صنایع و مشاغل شاخص WBGT بویژه در مشاغل ذوب و ریخته گری، آجر پزی و مشاغل روباز نظیر پتروشیمی و پالایشگاه بیشترین استفاده را داشته است. این نتایج علاوه بر محبوبیت شاخص WBGT می تواند بدین علت باشد که این شاخص دمای تابشی به عنوان یکی از فاکتورهای اصلی استرس گرمایی در این محیط ها را نسبت به شاخص های دیگر ارزیابی می کند. به هر حال تعدادی از شاخص ها نظیر Humidex و UTCI می توانند بر پایه اطلاعات هواشناسی نیز محاسبه شوند و برای ارزیابی استرس گرمایی مشاغل و صنایع روباز می توانند مفید باشند که در مطالعات آتی بایستی مد نظر قرار گیرند.

با توجه به اینکه شاخص WBGT بیشترین استفاده را در مطالعات قبلی داشت، در مطالعه حاضر برای بررسی وضعیت جوی صنایع مختلف از مقادیر این شاخص استفاده گردید. نتایج بررسی مشخصات جوی صنایع مختلف ایران با استفاده از شاخص WBGT نشان داد که صنایع پالایشگاه، فولاد، شیشه سازی، ذوب و ریخته گری، معادن روباز و تعمیرات ناو به ترتیب دارای بالاترین مقادیر میانگین شاخص WBGT می باشند. هنگامی که میزان شاخص WBGT اندازه گیری شده در این صنایع با حدود مجاز شغلی مقایسه می گردد، نتایج نشان می دهد که این میزان حتی از حد مجاز مواجهه ۳۱ درجه سانتی گراد برای انجام کار سبک با نسبت زمانی ۷۵ درصد کار و ۲۵ درصد استراحت بالاتر است (۱۰). مقایسه نتایج شاخص WBGT اندازه گیری شده با حدود مجاز مواجهه شغلی در صنایع و مشاغلی نظیر نانوایی، پتروشیمی، فورج، کشاورزی، پایانه های نفتی، آجر پزی و خشکشویی نیز نشان می دهد که اگر کارگران در چنین شرایطی فعالیت متوسط و سنگین (حد مجاز مواجهه ۲۸ درجه سانتی گراد) انجام دهند، دچار استرس گرمایی می گردند (۱۰). این در حالی است که بعضی از مشاغل مذکور نیاز به فعالیت های بدنی بالایی دارند. بنابراین بایستی در اینگونه مشاغل و صنایع، از اقدامات کنترلی مناسب براساس نوع شرایط جوی محیط کار استفاده گردد. نتایج تجزیه و تحلیل نشان می دهد که برخی از صنایع مذکور نظیر پالایشگاه، پتروشیمی، پایانه های نفتی، تعمیرات ناو، کشاورزی و کار در معادن روباز به علت شرایط اقلیمی منطقه و همچنین ماهیت روباز بودن این مشاغل باعث ایجاد استرس گرمایی در افراد می گردند (۱۵۸، ۴). بنابراین با توجه به وسیع بودن و محصور نبودن محیط های کاری روباز، به نظر می رسد اجرای اقدامات کنترلی مهندسی در این محیط ها موثر نباشد و بایستی از اقدامات کنترلی حفاظت فردی نظیر استفاده از جلیقه های خنک کننده فردی و استفاده از کلاه آفتاب گیر و کنترل های مدیریتی همانند برنامه های کار و استراحت، نوشیدن آب خنک، برنامه های غذایی مناسب کار در شرایط گرم، کاهش شدت فعالیت کاری، لباس کار سبک و با رنگ روشن و قرار دادن سایبان استفاده گردد. در سایر صنایع و مشاغل مذکور با شرایط جوی نامناسب نظیر صنایع فولاد، نانوایی، ریخته گری، فورج، آجر پزی و خشکشویی منابع قوی تولید کننده گرمای جابه جایی و بویژه گرمای

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

تابشی وجود دارد. به طور مثال نتایج مطالعه حاجی زاده و همکاران نشان داد که گرم ترین واحد در کارگاه های آجر پزی، واحد کوره با شاخص WBGT متوسط ۳۰/۸ درجه سانتی گراد می باشد (۷۹). در این صنایع در درجه اول بایستی از اقدامات کنترل مهندسی مختلف استفاده گردد (۳). به طور مثال در مطالعه گیاهی و همکاران از حفاظ های بازتاب کننده برای کنترل گرمای تابشی کوره استفاده گردید (۱۳۶). در مطالعه درمحمدی و همکاران نیز برای کنترل گرمای جابه جایی در یک شرکت لبنی از چیلر و وسایل خنک کننده استفاده شد (۸۷). همراه با اقدامات کنترل مهندسی، اجرای اقدامات کنترل مدیریتی بویژه کاهش شدت فعالیت و متالولیسم نیز می تواند موثر باشد.

کارکنان صنایع و مشاغلی نظیر بیمارستان و مونتاژ خودرو اگرچه در معرض خطر بروز استرس گرمایی نیستند ولی به علت نیاز به فعالیت فکری، گرما می تواند تمرکز و راندمان کاری آن ها را تحت تاثیر قرار دهد. در این زمینه مطالعاتی نیز وجود دارد که نشان می دهد گرما بر روی عملکرد شناختی افراد تاثیر گذار است. به طور مثال نتایج مطالعه گلبابایی و همکاران نشان می دهد که استرس گرمایی به علت اثرات شناختی باعث کاهش سرعت و دقت انجام کار و در نتیجه کاهش عملکرد شغلی افراد می گردد (۲۲). همچنین گلبابایی و همکاران در یک مطالعه دیگر به این نتیجه رسیدند که استرس گرمایی باعث کاهش توجه انتخابی و افزایش زمان واکنش در افراد می گردد (۲۳). در سایر مطالعات نیز اثر استرس گرمایی روی عملکرد شناختی افراد به اثبات رسیده است (۲۵، ۲۴). بنابراین در اینگونه مشاغل به جای مقایسه شاخص WBGT اندازه گیری شده با حدود مجاز مواجهه شغلی، بایستی آسایش حرارتی افراد تامین گردد (۴۵).

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر به طور کلی نشان داد که اکثر مطالعات بین سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ در محیط های صنعتی سرپوشیده و شهرهای اصفهان، تهران و عسلویه انجام گردیده است. همچنین بیشترین شاخص مورد استفاده در همه محیط ها و صنایع، شاخص WBGT و کمترین شاخص های مورد استفاده شاخص های UTCI و PHS بودند. بررسی مشخصات جوی صنایع مختلف نیز نشان داد که صنایع پالایشگاه، فولاد، شیشه سازی، ذوب و ریخته گری، معادن روباز و تعمیرات ناو به علت شرایط اقلیمی منطقه و شرایط فرآیندی، به ترتیب دارای بالاترین مقادیر میانگین شاخص WBGT می باشند. یافته های مطالعه حاضر نیاز به توجه بیشتر پژوهشگران برای انجام طرح های پژوهشی در محیط های روباز، در شهر های مختلف ایران، در زمینه توسعه و اعتبارسنجی شاخص های جدید استرس گرمایی و در مورد اجرا و ارزیابی اقدامات کنترلی در محیط های دارای استرس گرمایی بالا را نشان می دهد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از دانشگاه علوم پزشکی تهران به علت حمایت مالی این مطالعه قدردانی می نمایند.

REFERENCES

1. Hansen J, Sato M, Ruedy R, Lo K, Lea DW, Medina-Elizade M. Global temperature change. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2006 Sep 26;103(39):14288-93.
2. Jahani A. Modeling of forest canopy density confusion in environmental assessment using artificial neural network. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 2016;24(2).
3. Mohraz MH, Ghahri A, Karimi M, Golbabaei F. The Past and Future Trends of Heat Stress Based On Wet Bulb Globe Temperature Index in Outdoor Environment of Tehran City, Iran. Iran J Public Health. 2016;45(6):787.
4. Allan RJ. ENSO and climatic variability in the past 150 years. ENSO: Multiscale Variability and Global and Regional Impacts. 2000:3-55.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

5. Jahani A, Mohammadi FA. Aesthetic quality modeling of landscape in urban green space using artificial neural network. 2017; 69(4):951-63.
6. Saunders MA. Earth' future climate. Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 1999;357(1763):3459-80.
7. Aghajani H, Mohadjer MM, Jahani A, Asef MR, Shirvany A, Azaryan M. Investigation of affective habitat factors affecting on abundance of wood macrofungi and sensitivity analysis using the artificial neural network (case study: Kheyrud forest, Noshahr). Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 2014;21(4):617-627.
8. Jahani, A., Makhdoum, F., Feghihi, J., & Omid, M. Environmental decision support systems (EDDS): the study of concepts, developments and challenges from past to present. Environ res. 2016: 7(13): 175-188.
9. Jahani A., Aesthetic quality evaluation modeling of forest landscape using artificial neural network, J. of Wood & Forest Science and Technology. 2017; 24(3): 17-33.
10. Jalil M, Sani MA, Dor Z, Yahya MS, Mohideen Batcha MF, Hasnan K. Heat stress investigation on laundry workers. International Conference on Ergonomics, Kuala Lumpur, Malaysia. 2007.
11. Golbabaei F, Omidvari M. Man and thermal environment. Tehran: Tehran University Press; 2008.
12. ACGIH. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices ACGIH Defining the Science of Occupational and Environmental Health A. 2010:200-18.
13. Moran DS, Epstein Y. Evaluation of the environmental stress index (ESI) for hot/dry and hot/wet climates. Indust health. 2006;44(3):399-403.
14. Holmér I, Kuklane K, Gao C. Test of firefighter's turnout gear in hot and humid air exposure. Int J Occup Saf Ergon. 2006;12(3):297-305.
15. Hannani M, Kashani MM, Mousavi SGA, Bahrami A. Evaluation of workplaces heat stress for bakers in kashan city. Feyz J of Kashan Uni of Med Sci. 2004;8(3):12-22.
16. Ansari M, Mazloumi A, Abbassinia M, Farhang Dehghan S, Golbabaei F. Heat stress and its impact on the workers' cortisol concentration: A case study in a metal melding industry. Health Saf Work. 2014;4(2):59-68.
17. Golbabaei F, Dehghan SF, Akbarzadeh A, Raei M, Rahmani A, Hami M, et al. Relationship between oral temperature and sleepiness among night workers in a hot industry. J Paramed Sci. 2015;6(2):1-10.
18. Golbabaei F, Zakerian SA, Dehaghi BF, Ghavamabadi LI, Gharagozlou F, Aliabadi MM, et al. Heat Stress and Physical Capacity: A Case Study of Semi-Professional Footballers. Iran J Public Health. 2014;43(3):355-60.
19. Yazdanirad S. Modeling the consequences and analyzing the dangers of carbon disulfide emissions using ALOHA software in an oil refinery. Journal of Health in the Field. 2018;6(3).
20. Hajizadeh R, Golbabaei F, Monazzam M, Farhang-Dehghan S, Ezadi-Navan E. Productivity loss from occupational exposure to heat stress: A case study in Brick Workshops/Qom-Iran. Int J of Occup Hyg. 2015;6(3):143-8.
21. Monazzam Esmaielpour M, Golbabaei F, Khodayari F, Aazam K. Survey of the productivity loss due to heat stress in different tasks of farmers in Darreh Shahr city. Health Saf Work. 2015;5(3):63-74.
22. Golbabaei F, Panjali Z, Borhani M, Rahmani A, Afzali M, Asghari M. The effect of environmental factors on job Performance using manual and mental tests. Health Saf Work. 2014;4(2):79-92.
23. Golbabaei F, Mazloumi A, Mamhood Khani S, Kazemi Z, Hosseini M, Abbasinia M, et al. The Effects of Heat Stress on Selective Attention and Reaction Time among Workers of a Hot Industry: Application of Computerized Version of Stroop Test. Health Saf Work. 2015;5(1):1-10.
24. Mazloumi A, Golbabaei F, Khani SM, Kazemi Z, Hosseini M, Abbasinia M, et al. Evaluating effects of heat stress on cognitive function among workers in a hot industry. Health Promot Perspect. 2014;4(2):240-7.
25. Mazlomi A, Golbabaei F, Farhang Dehghan S, Abbasinia M, Mahmoud Khani S, Ansari M, et al. The influence of occupational heat exposure on cognitive performance and blood level of stress hormones: A field study report. Int J Occup Saf Ergon. 2016:1-9.
26. Amiri F, Zamanian Z, Mani A, Hasanzadeh J. effects of combined exposure to harmful and non-harmful levels of noise, heat and lighting on cognitive performance. Iran Occup Health. 2015;12(5):10-20.
27. Amiri M, Eslamian S. Investigation of climate change in Iran. J Environ Sci Technol. 2010;3(4):208-16.
28. Jahani A. Forest landscape aesthetic quality model (FLAQM): A comparative study on landscape modelling

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

using regression analysis and artificial neural networks. Journal of Forest Science. 2019 Mar 5;65(2):61-9.

29. Omidvari M, Mesgraph H, Golbabaei F. Determination of optimum heat stress index in open mines. 4th conference on safety, health and environment in mines and mining industries. 2000.
30. Omidvari M, Golbabaei F. effect of heat and noise on productivity of employees. Behbood J. 2000;4(1):79-84.
31. Golmohammadi R, Hasani M, Zamanparvar A, Aliaei M, Aliabadi M, Mahdavi S. comparison of thermal stress indices of HIS and WBGT in machine bakery Hamadan city. Iran Occup heath. 2005;3(4):46-51.
32. Pourmahabadian M, Adelkhah M, Azam K. Heat exposure assessment in the working environment of a glass manufacturing unit. J Environ Health Sci Eng. 2008;5(2):141-7.
33. Hajiazimi E, Khavanin A, Solymanian A, Valipour F, Dehghan HA. Heat Stress Control in The Foundry Platform of a Steel Plant Tehran, Iran. Journal of Health Systems Research. 2011;13(2):866-74.
34. Choobineh A, Golbabaie F. Estimation of heat stress in a biscuit producing factory by using required sweat rate index. Asia J Ergon. 2006;7(1):1-10.
35. Shushtarian SM, Hajipour AH, Rastegari Y. Mental stress in the workers exposed to humidity in a cheese-processing factory. Indian J Occup Environ Med. 2008;12(1):37-45.
36. Habibi P, Momeni R, Dehghan H. Relationship of environmental, physiological, and perceptual heat stress indices in Iranian Men. Int J Prev Med. 2015;6:1-10.
37. Dehghan H, Mortazavi Sb, Jafari Mj, Meraci Mr, Khavanin A, Jahangiri M. Construct validation of a heat strain score index with structural equation modeling. Health system research. 2011;6(4):601-612.
38. Dehghan Sh, 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. Heath system research. 2011;7(2):228-245.
39. Dehghan H, Mortazavi Sb, Jafari Mj, Maracy Mr. Comparison between cardiac strain of normal weight and overweight workers in hot and humid weather of the south of Iran. Health system research. 2012;8(5):866-875.
40. Valipour F, Khavanin A, Asilian H, Pourtaghi Gh, Mohebi H, Joneidi N, et al. Measurement of physical work capacity of Iranian troops under experimental weather conditions of normal and very hot and humid. Military Medicine. 2007;9(1):67-72.
41. Dehghan H, Parvari R, Habibi E, Maracy MR. Effect of fabric stuff of work clothing on the physiological strain index at hot conditions in the climatic chamber. Int J Environ Health Eng. 2014;3(1):14-9
42. Haji Azimi E, Khavanin A, Aghajani M, Soleymanian A. Heat stress measurement according to WBGT index in smelters. J Mil Med. 2011;13(2):59-64.
43. Dehghan H. 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.
44. 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.
45. Taheri MR, Dehghan H, Mahaki B, Khoshzat N. Assessment of thermal comfort Alzahra hospital staffs and comparison with the ASHRAE Standard 55-2010. J Health Syst Res. 2014;9(12):1283-92.
46. 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):1321-8.
47. Habibi P, Dehghan H, Rezaei SH, Maghsoudi K. Relationship between physiological strain index and wet bulb globe temperature index in women in the climate chamber. J Health Syst Res. 2014;10(3):442-449.
48. Charkhandaz Yeganeh R, ASbbasiJ, 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;10(3):559-607.
49. Ghanbary-Sartang A, Dehghan H. An Investigation of the Relationship of Perceptual Strain Index with Indices of Heat Strain Score, Wet-Bulb Globe Temperature, and Air Temperature under Hot Laboratory Conditions. J Health Syst Res. 2016;12(2): 1-6.
50. 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. Inj Control Saf Promot (Tehran). 2014;2(1):55-64.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

51. Jafari MJ, Teimori G, Khodakarim S, Assilian-Mahabadi H. Investigation the relationship between heat strain score index and physiological parameters among open pit miners. Inj Control Saf Promot. 2016;3(4):213-22.
52. Modaresi M, Heidari M. The effect of garlic extract on reproductive hormone of laboratory rats under thermal stress. J Animal Biol. 2015;7(4):39-44.
53. Golbabaie F, Monazam Esmaieli MR, Hemmatjou R, Yaaghoub P, Reza G, Hosseini M. Comparing the heat stress (DI, WBGT, SW) indices and the men physiological parameters in hot and humid environment. Iranian J Health Environ. 2012;5(2):245-52.
54. Monazzam MR, Jafariroodbandi A, Amirzadeh F, Tabatabaee SH. A study on heat stress and its risk assessment in a steel factory. Iran Occup Health. 2013;9(4):41-9.
55. Dehghan H, Mortazavi B, Jafari M, Merasi M. Simultaneous application of wet temperature index and heart rate in hot climates. Feyz j. 2012;13(2):112-120.
56. Dehghan H, Valipour F, Mobasheri Dm, Mahaki B, Mobasheri Da. Effect of mine protective clothing on vision fatigue and reaction time in hot and dry laboratory condition. J Mil Med. 2016;17(4):299-305.
57. Tirgar A, Shirouyeh A, Hajiahmadi M, Hosseini R. Investigating the Status of Predisposing Factors and Methods of Prevention of Heat Disorders in Farmers. Health Saf Work. 2011;1(1):39-46.
58. Azari Gh, Mofidi A, Meshkati M, Tabatabaei F, Davoodian A. Evaluation of heat stress in the working position of furnace workers in a forging industry in summer. Health Saf Work. 2011;2(2):51-57.
59. Golbabaei F, Rostami Aghdam Shendi M, Monazzam MR, Hosseini M. Investigation of heat stressbased on WBGT index and its relationship with physiological parameters among outdoor workers of Shabestar city. Health Saf Work. 2015;5(2):85-94.
60. Dehghan H. Validating the perceptual strain index for the evaluation of heat strain under hot laboratory conditions. Iranian J Ergon. 2015;(4):55-63.
61. Aliabadi M, Jahangiri M, Arasi M, Jalali M. Physiological parameter of sublingual temperature at workers of bakeries in Arak. Occup Med. 2013;6(1):48-56.
62. Giahi O, Aliabadi M, Darvishi E, Ebrahimzadeh M, Khoubi J. The efficacy of radiant heat controls methods on workers' heat stress around the blast furnace of a steel industry. Occup Med. 2013;6(2):21-31.
63. Davoodtalab A, Mofidi A, Meshkati M. Evaluation of the effectiveness of heat stress engineering engineering interventions at workstations of forking industry workers. Occup Med. 2014;6(4):30-8.
64. Jafari MJ, Norloei S, Omidi L, Khodakarim S, Bashash D, Abdollahi MB. Effects of heat stress on concentrations of thyroid hormones of workers in a foundry industry. Occup Med. 2015;7(3):69-79.
65. Motamedzade M, Eshaghi M, Sepehr P. Evaluation of the workers exposure to heat and presenting intervention to control heat stress in profile factory. J Occup Hyg Eng. 2014;1(3):53-9.
66. Dehghan H, Mortzavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. The reliability and validity of questionnaire for preliminary assessment of heat stress at workplace. ISMJ. 2015;18(4):810-26.
67. Ansarimanesh M, Nasrollahi N. Determination of occupant's thermal comfort zone in order to maximize the quality of indoor environment in office buildings of Kermanshah. Image world. 2014;4(2):17-27.
68. Pourtaghi Gh, Alavi H, Arabi M. Ergonomic design of cooling pants used in military units. 1th conference on preventive medicine and public health. 2011.
69. Gharebaei S, Dehghan H, Mahaki B, Valipour F. Effect of Iranian cooling vests with phase change material packs on heat strain indices in hot/humid conditions in Persian Gulf. Iranian J Ergon. 2014;2(2):57-66.
70. Yazdani Rad S, Dehghan H. The design and manufacturing of phase change material cooling vests and their effectiveness in reducing thermal strain under laboratory conditions. Iranian J Ergon. 2015;3(3):1-11.
71. Dehghan Shahreza H, Valipour F, Khalili Gorji H, Mahaki B. Effects of cooling vests on heat strain indicators and reaction time while wearing protective clothing against chemical, microbial, and radioactive contamination in hot and dry laboratory conditions. Iranian J Ergon. 2016;3(4):11-20.
72. Falahati M, Alimohammadi I, Farshad AA, Zokaii M, Sardar A. Evaluating the reliability of WBGT and P4SR by comparison to core body temperature. Iran Occup Health. 2012;9(3):22-31.
73. Hoveizi F, Ghasemkhani M. Determination and comparison of TWL and WBGT thermal stress indices of an onshore drilling rig workers in Ahvaz. Iran Occup

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

Health. 2015;12(4):1-0.

74. Mohammadyan M, Sepehr P. Design of cool spot and assessment of its effect on WBGT index among furnace workers' position in Shimi Madani industry in Hamadan. J Mazandaran Uni Med Sci. 2010;20(76):2-7.
75. Mansouri NA, Farsi EL. Effect of meteorological parameters on accident rates in petrochemical industries. J Environ Sci Technol. 2016;18(2):17-30.
76. Aliabadi M, Hesam G, Rahimpoor R. Study of heating performance of radiant ceiling heating system and its impact on workers thermal comfort level of workers in typical industrial workshops. Health Safe Work. 2013;3(2):47-58.
77. Malakouti J, Rahimi H. Investigation heat stress in small enterprise in Qom city. Health Saf Work. 2014;3(4):59-68.
78. Dehghan H, Yazdanirad S, Zeinodini M, Rahimi Y. The relationship between rating of perceived exertion scale and heart rate in the normal-weight and overweight individuals under warm and hot experimental conditions. Occup Med J. 2016;8(3):1-10.
79. Hajizadeh R, Golbabaie F, Monazam Esmaielpour MR, Mehri A, Hosseini M, Khodaparast I. Assessing the heat stress of brick-manufacturing units' workers based on WBGT index in Qom city. J Health Saf Work. 2015;4:1-10.
80. Khaksari A, Bagheri K, Nazari T. Investigation and measurement of WBGT heat stress index in naval aircraft repair staff in Bandar Abbas. 2th conference on preventive medicine and public health. 2013.
81. Negahban SA, Aliabadi M, Babayi Mesdaraghi Y, Farhadian M, Jalali M, Kalantari B, MolaKazemiha M. Investigating the association between heat stress and its psychological response to determine the optimal index of heat strain. J Occup Hyg Eng. 2014;1(1):8-15.
82. Jafari MJ, Naserpour M, Monazzam MR, Saremi M, Shahneshin P, Reza H, Jam Bar Sang S. Evaluation of Students' Cognitive Performance while Exposed to Heat using Continues Performance Test. J Occup Hyg Eng. 2014;1(2):1-9.
83. Hematju R, Zare S. Evaluation and estimation of maximum core temperature, maximum dehydration and maximum daytime exposure of workers and engineers based on Predicted Heat Strain Heat Stress Prediction Standard (PHS ISO 7933) in Mehr Petrochemical Complex. Eprints. 2013. Available from: http://eprints.bpums.ac.ir/1135/.
84. Shabani N, Zare S, Parizi V, Nazem V. Evaluation of heat stress in pellet making plant of Golgohar industrial compony in Sirjan based on ISO 7243 standard. 1th international conference on Iranian environmental crises and ways improving it. 2012.
85. Hematjoo R, Golbabaei F, Monazzam M. assessment and presentation of an optimal index for evaluation of heat stress based on physiological parameters. 15th national conference on environmental health. 2012.
86. Hoseini M, Sadeghi M, Arabzadeh N, Jalili F. Evaluation of heat stress of workers in a tile factory. 7th national conference on occupational health. 2011.
87. Dormohammadi A, Sepehr P, Motamedzadeh M. Evaluation of heat stress index (WBGT) and presentation of heat control engineering solution in Ilika Dairy Company. 7th national conference on occupational health. 2011.
88. Golbabaei F, Monazzam M, Hematjoo R, Nassiri A. Investigation of and heat strain and stress in petrochemical operators of Pardis. 7th national conference on occupational health. 2011.
89. Dehghan H, Mahaki B. Evaluating the Combined Effect of Noise and Heat on Blood Pressure Changes of Males. sci j ilam uni med sci. 2016;23(6):97-109.
90. Jalali M, Aliabadi M, Farhadian M, Negahban SA. Investigation of the variation ofurine densityas abiomarker of dehydrationconditionsin workers employed in hotworkplaces. Iran Occup Health. 2014;11(2):99-110.
91. Jamshidi M. Evaluation of heat stress on preheater workers of Sepahan cement factory using WBGT index. 15th annual research congress of medical students. 2014.
92. Golbabaei F, Hamerezae M, Fathi A, Dibakhosravi A. Studying the effectiveness of re-hydration on productivity in a sugar beet workers among farmers in West Azarbaijan city. Health Saf Work. 2014;4(3):49-58.
93. Valipour F, Ahmadi O, Pourtaghi GH. Assessment of physical work capacity and aerobic capacity in military forces exposed to favorable, warm-humid, and very warm-humid weather conditions. Iranian J Ergon. 2016;3(4):21-9.
94. Heidari HR, Golbabaei F, Arsang Jang S, Shamsipour AA. Validation of humidex in evaluating heat stress in

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

the outdoor jobs in arid and semi-arid climates of Iran. Health Saf Work. 2016;6(3):29-42.

95. Teymuri Gh, Jafari Mj, Asilian Mh, Khodakarim S. The relationship between WBGT index with physiological responses of Open-Pit mine workers in hot and dry weather. J Sabzevar Uni Med Sci. 2016;2(23):360-369.
96. Ghanbari A, Dehghan H. Evaluation of physiological strain index based on heart rate for heat strain assessment in workplace. J Prev Health. 2016;2(1):1-7.
97. Gharehbaei S, Dehghan H, Mahaki B, Rahimi Moghadam S. The Effect of Iranian Evaporative Cold Vest on Physiological Indices in Hot and Dry Climate in a Climatic Chamber. J Health Develop. 2016;5(3):196-205.
98. Habib E, Dehqana H, Lotfi S, Hassanzadeh A. The effect of heat on the precision and speed of the work in men by the battery method under experimental condition. J Prev Med. 2016;3(1):28-36.
99. Hajizadeh R, Mehri A, Jafari S, Beheshti M, Haghighatjou H. Feasibility of ESI Index to Assess Heat Stress in Outdoor Jobs. J Occup Environ Health. 2016;2(1):18-26.
100. Habibi P, Dehghan H, Rezaei S, Maghsoudi K. Physiological and perceptual heat strain responses in Iranian Veiled women under laboratory thermal Conditions. Iran J Health Saf Environ. 2012;1(4):172-76.
101. Alimohamadi I, Falahati M, Farshad A, Zokaie M, Sardar A. Evaluation and validation of heat stress indices in Iranian oil terminals. Int J Occup Hyg. 2012;4(2):21-5.
102. Golbabaei F, Monazzam M, Hematjo R, Hosseini M, Fahang-Dehghan S. The assessment of heat stress and heat strain in pardis petrochemical complex, Tehran, Iran. Int J Occup Hyg. 2013;5(1):6-11.
103. Monazzam M, Golbabaei F, Hematjo R, Hosseini M, Nassiri P, Fahang-Dehghan S. Evaluation of DI, WBGT, and SWreq/PHS heat stress indices for estimating the heat load on the employees of a petrochemical industry. Int J Occup Hyg. 2014;6(1):6-10.
104. Mirzaei R, Hajizadeh R, Azrah K, Beheshti M. The Effect of Thermal Stress on Asphalt Workers' Function and Their Physiological Parameters. Int J Occup Hyg. 2015;6(4):184-91.
105. Hemmatjo R, Zare S, Heydarabadi AB, Hajivandi A, Ghaedi H. Investigation of heat stress in workplace for different work groups according to ISO 7243 standard in Mehr Petrochemical Complex, Assaluyeh, Iran. J Paramed Sci. 2013;4(2):1-10.
106. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR, Jahangiri M. The evaluation of heat stress through monitoring environmental factors and physiological responses in melting and casting industries workers. Int J Environ Health Eng. 2012;1(1):21-9.
107. Dehghan H, Shakerian M, Khodarahmi B, Habibi P. Performance evaluation of two wet bulb globe temperature equipment for heat stress assessment in hot/dry and hot/wet conditions. Int J Environ Health Eng. 2014;3(1):37-45.
108. Mahdavi S, Esmaelzadeh A, Ebrahemzadeh F, Rashidi R, Naeimi N. Comparing the Core Body Temperature and the Heat Stress indices of HSI and WBGT in lorestan Steels Industry Workers. Arch Hyg Sci. 2014;3(4):160-6.
109. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Combination of wet bulb globe temperature and heart rate in hot climatic conditions: The practical guidance for a better estimation of the heat strain. International Journal of Environmental Health Engineering. 2012 Jan 1;1(1):18-25.
110. Dehghan H, Parvari R, Habibi E, Maracy MR. Effect of fabric stuff of work clothing on the physiological strain index at hot conditions in the climatic chamber. Int J Environ Health Eng. 2014;3(1):14-21.
111. Haji Azimi E, Khavanin A, Aghajani M, Soleymanian A. Heat stress measurement according to WBGT index in smelting industry. Iranian J Mil Med. 2011;13(2):59-64.
112. Dehghan H, Habibi E, Habibi P, Maracy MR. Validation of a questionnaire for heat strain evaluation in women workers. International journal of preventive medicine. 2013;4(6):631-37.
113. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Evaluation of wet bulb globe temperature index for estimation of heat strain in hot/humid conditions in the Persian Gulf. J Res Med Sci. 2012;17(12):1108-15.
114. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Cardiac strain between normal weight and overweight workers in hot/humid weather in the Persian Gulf. Int J Prev Med. 2013;4(10):1147-54.
115. Farshad A, Montazer S, Monazzam MR, Eyvazlou M, Mirkazemi R. Heat stress level among construction workers. Iran J Public Health. 2014;43(4):492-9.
116. Sartang AG, Dehghan H. Validation of Physiological Strain Index Based on Heart Rate in Experimental Hot

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

Conditions. Iran J Health Saf Environ. 2016;3(2):535-9.

117. Heidari H, Golbabaei F, Shamsipour A, Rahimi-Forushani Ab, Gaeini A. Evaluation of Heat Stress among Farmers Using Environmenta l and Biological Monitoring: A study in North of Iran. Int J Occup Hyg. 2015;7(1):1-9.

118. Hoorfarasat G, Jafari Mj, Omidi L, Salehpour S, Khodakarim S, Haydarnezhad N. Correlation between heat strain score index and WBGT index with physiological parameters in a glass manufacturing plant. Int J Occup Hyg. 2015;7(4):201-8.

119. Ravandi Mr, Salimi S, Khanjani N, Jafari Mj. Comparing the association between Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) and Heat Stress Score Index (HSSI) thermal indices with physiological parameters in a melting plant. Int J Occup Hyg. 2016;8(1):9-13.

120. Pour Mr, Hajizadeh R, Beheshti Mh, Kazemi Z, Monazzam M. Loss of Productivity Due to Heat Exposure among Iranian Outdoor Workers. Int J Occup Hyg. 2016;8(2):62-8.

121. Hajizadeh R, Golbabaei F, Farhang Dehghan S, Beheshti MH, Jafari SM, Taheri F. Validating the heat stress indices for using in heavy work activities in hot and dry climates. J Res Health Sci. 2016;16(2):90-5.

122. Heidari H, Golbabaei F, Shamsipour A, Rahimi Forushani A, Gaeini A. Determination of air enthalpy based on meteorological data as an indicator for heat stress assessment in occupational outdoor environments, a field study in Iran. J Res Health Sci. 2016;16(3):133-40.

123. Golbabaei F, Monazzam MR, Aval MY, Allahyari T, Taban E, Shendi MR. Investigation of heat stress and heat strain in outdoor workers: a case study in Iran. J Paramed Sci. 2016;7(4):30-8.

124. Heidari H, Golbabaei F, Shamsipour A, Forushani AR, Gaeini A. Outdoor occupational environments and heat stress in IRAN. J Environ Health Sci Eng. 2015;13(1):48-57.

125. Beheshti MH, Hajizadeh R. Investigation of stress and heat strain in asphalt workers. J Res Health. 2017;7(3):818-25.

126. Habibi P, Dehghan H, Haghi A, Shakerian M. The relationship between wet bulb globe temperature and physiological strain index in Muslim women in hot-dry condition in the climatic chamber. Health Scope. 2015;4(1):1-10.

127. Yazdanirad S, Dehghan H, Rahimi Y, Zeinodini M, Shakeriyan M. The Relationship between Overweight and Heart Rate in Hot and Very Hot Weather under Controlled Conditions. Health Scope. 2015;4(4):1-10.

128. Habibi P, Rezaei S, Dehghan H, Maghsoudi K. The relationships between environmental and physiological heat stress indices in Muslim women under the controlled thermal conditions. Int J Environ Health Eng. 2015;4(1):2-10.

129. Habibi P, Momeni R, Dehghan H. The effect of body weight on heat strain indices in hot and dry climatic conditions. Jundishapur J Health Sci. 2016;8(2):1-10.

130. Dehghan H, Mobinyzadeh V, Habibi P. The effects of heat stress on job satisfaction, job performance and occupational stress in casting workers. Jundishapur J Health Sci. 2016;8(3):1-10.

131. Dehghan H, Valipour F, Gorji HK, Mahaki B. The effect of cooling vest on heat strain indexes and reaction time while wearing chemical-microbial-radioactive protective clothing in hot and dry laboratory conditions. Jundishapur J Health Sci. 2016;8(4):1-10.

132. Habibi P, Amanallahi A, Islami F, Naimzadeh F, Dehghan H. The effect of air velocity on the prevention of heat stress in Iranian veiled females. Jundishapur J Health Sci. 2017;9(1):1-10.

133. Afshari D, Saednia H, Saki A, Bigdeli A, Jodakinia L. Determination of Work-Rest Schedules Based on Physical Workload Among Bakers in Ahvaz, Iran. Jundishapur J Health Sci. 2017;9(2):1-10.

134. Habibi P, Dehghan H, Shakerian M. Validation of environmental stress index by measuring infrared radiation as a substitute for solar radiation in indoor workplaces. Jundishapur J Health Sci. 2017;9(2):1-10.

135. Malakouti J, Yari A, Arsangh Jang S, Majidi Gh, Nazari Sh, Alizadeh S, et al. studying the rate of heat stress in bakers. Arch Hyg Sci. 2015;4(1):7-12.

136. Giahi O, Darvishi E, Aliabadi M, Khoubi J. The efficacy of radiant heat controls on workers' heat stress around the blast furnace of a steel industry. Work. 2016;53(2):293-8.

137. Dehghan H, Mortzavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Development and validation of a questionnaire for preliminary assessment of heat stress at workplace. J Res Health Sci. 2015;15(3):175-81.

138. Sartang AG, Dehghan H. Investigating relationship between perceptual strain index with indices heat strain

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

score index, wet bulb globe temperature in experimental hot condition. Int J Environ Health Eng. 2015;4(1):37-45.
139. Dehghan H, Sartang AG. Validation of perceptual strain index to evaluate the thermal strain in experimental hot conditions. Int J Prev Med. 2015;6:1-10.
140. Malakouti J, Koohpaei A, Jang SA, Dardmand F, Shaterian R, Mashkoori A. Evaluation of Heat Stress in Dry Cleaner Units: A Case Study in Qom, Iran. Arch Hyg Sci Vol. 2016;5(2):1-10.
141. Yazdanirad S, Dehghan H. Designing of the cooling vest from paraffin compounds and evaluation of its impact under laboratory hot conditions. Int J Prev Med. 2016;7:1-10.
142. Azmoon H, Dehghan H, Akbari J, Souri S. The relationship between thermal comfort and light intensity with sleep quality and eye tiredness in shift work nurses. J Environ Public Health. 2013;2013:1-6.
143. Montazer S, Farshad AA, Monazzam MR, Eyvazlou M, Yaraghi AA, Mirkazemi R. Assessment of construction workers' hydration status using urine specific gravity. Int J Occup Med Environ Health. 2013;26(5):762-9.
144. Dehghan H, Habibi E, Khodarahmi B, HA HY, Hasanzadeh A. The relationship between observational–perceptual heat strain evaluation method and environmental/physiological indices in warm workplace. Pak J Med Sci. 2013;29(1):358-62.
145. Delavar Z, Monazzam Mr, Azam K. Evaluation of the effects of thermal stress on increasing occurrence of human errors using subjective tests. Int J Bio Pharm Sci. 2015;4(12):736-750.
146. Vatani J, Golbabaei F, Dehghan SF, Yousefi A. Applicability of Universal Thermal Climate Index (UTCI) in occupational heat stress assessment: a case study in brick industries. Indust health. 2015;1:28-34.
147. Jazani RK, Miandashti R, Kavousi A, Minaei MS. The effect of hot and humid weather on the level of mental workload among managers and supervisors on a project of South Pars phases, Iran. Cogn Technol Work. 2016;18(1):11-7.
148. Norloei S, Jafari MJ, Omidi L, Khodakarim S, Bashash D, Abdollahi MB, Jafari M. The effects of heat stress on a number of hematological parameters and levels of thyroid hormones in foundry workers. Int J Occup Safety Ergon. 2017;23(4):481-90.
149. Mazlomi A, Golbabaei F, Farhang Dehghan S, Abbasinia M, Mahmoud Khani S, Ansari M, Hosseini M. The influence of occupational heat exposure on cognitive performance and blood level of stress hormones: A field study report. Int J Occup Saf Ergon. 2017;23(3):431-9.
150. Parvari RA, Aghaei HA, Dehghan H, Khademi A, Maracy MR, Dehghan SF. The effect of fabric type of common Iranian working clothes on the induced cardiac and physiological strain under heat stress. Arch Environ Occup Health. 2015;70(5):272-8.
151. Jahani A. Sycamore failure hazard risk modeling in urban green space. Journal of Spatial Analysis Environmental hazarts. 2017 Jan 10;3(4):35-48.
152. Ghajari A, Lotfali E, Azari M, Fateh R, Kalantary S. Fungal airborne contamination as a serious threat for respiratory infection in the hematology ward. Tanaffos. 2015;14(4):257.
153. Sawka M. Heat stress control and heat casualty management: DTIC Document. 2003.
154. d'Ambrosio Alfano FR, Malchaire J, Palella BI, Riccio G. WBGT index revisited after 60 years of use. Ann Occup Hyg. 2014;58(8):955-70.
155. Budd GM. Wet-bulb globe temperature (WBGT)—its history and its limitations. J Sci Med Sport. 2008;11(1):20-32.
156. de Freitas CR, Grigorieva EA. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. Int J Biometeorol. 2017;61(3):487-512.
157. Malchaire JB. Occupational heat stress assessment by the Predicted Heat Strain model. Indust health. 2006;44(3):380-7.
158. Dowell CH, Tapp LC. Evaluation of heat stress at a glass bottle manufacturer. National Institute for Occupational Safety and Health-Department of Health and Human Services, Atlanta. 2007 Nov.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

Journal of Health and safety at Work 2019; 9(4): 279-282

Received: 2019-02-13
Accepted: 2019-09-24

A Systematic Review: Investigation of Occupational Studies Performed by Environmental Heat Stress Indices in Iran

Saeid Yazdanirad[1,2], Saba Kalantary[3], Farideh Golbabaei[4,*]

[1] *School of health, Shahrekord University of medical sciences, Shahrekord, Iran*
[2] *Department of Occupational Health Engineering, School of health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran*
[3] *Department of Occupational Health Engineering, School of health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran*
[4] *Department of Occupational Health Engineering, School of health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran*

ABSTRACT

Introduction: Many studies, especially in recent years, have evaluated and controlled the occupational heat stress in Iran using environmental indices. However, so far, no comprehensive study has been conducted to review and classify these studies. Therefore, this study aimed to review and investigate the occupational studies performed by environmental heat stress indices in Iran.

Material and method: In the present study, the published articles from 2000 to 2016 were searched using Persian and English keywords including heat stress, heat strain, hot condition, warm condition, occupational health, thermal environment and Iran in databases such as Web of Science, Google Scholar, PubMed, Scopus, Science Direct, SID, Magiran, Civilica, Iran Medex, Barakatkns and Irandoc. Finally, 134 articles were included in this study.

Results: Based on the results, most studies have been carried out in the indoor industrial environments of Isfahan, Tehran, and Assaluyeh between years of 2010 to 2016. As well as, WBGT index with 76 percent and the UTCI and PHS indices with 0.6 percent had the highest and lowest usage in all environments and industries, respectively. In addition, the industries of the refinery, steel, glasswork, melting and casting, mines, and ship repairs have the highest mean values of WBGT index, respectively.

Conclusion: The results showed the need to more attention of researchers for conducting studies in outdoor environments, in different cities of Iran, on development and validation of novel heat stress indices, and on implementation and evaluation of control measures in the environments with high heat stress.

Keywords: Occupational Studies, Heat stress, Environmental index

*Corresponding Author: Farideh Golbabaei
Email Address: fgolbabaei@tums.ac.ir

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

1. Introduction

Higher than 82 percent of Iran area has located at arid and semi-arid regions. In addition, some industries in Iran because of outdated equipment or inherent characteristics produce and diffuse the heat and moisture. These conditions can cause excessive exposure and subsequently heat-related diseases in Iranian employees. Many studies were performed with the aim of assessing and controlling the heat stress in Iran. However, any study has comprehensively reviewed these studies. Therefore, the present study was aimed to review and analyze the occupational studies performed using environmental heat stress indices in Iran [1-8].

2. Material and Methods

In the present study, all article published by Iranian authors from 2000 to 2016 were searched using Persian and English keywords including heat stress, heat strain, hot condition, warm condition, occupational health, thermal environment and Iran in databases of Web of Science, Google Scholar, PubMed, Scopus, Science Direct, SID, Magiran, Civilica, Iran Medex, Barakatkns and Irandoc. In total, 323 articles were found. In next step, their titles and abstract were studied and non-related articles to aim of the present study were excluded. Subsequently, non-research articles such as book review, letter to editor, and public texts and repetitive articles were removed. In final, 134 articles were entered to the review study based on the exclusion criteria. The extracted information of the articles comprised title, year of publication, place of study, city of study, type of work environment, type of industry, used heat stress indices, and values of WBGT index. Finally, data were analyzed using SPSS software.

3. Results and Discussion

Based on the results, most numbers of the studies, with 93.3 percent of the total researches related to publish article, have been carried out between years of 2010 to 2016. As well as, most of studies with 61.9 percent were related to the indoor industrial environments. Most of studies were also performed in cities of Isfahan with 31.08 percent, Tehran with 16.89 percent, and Assaluyeh with 11.48 percent, respectively. WBGT index with 76 percent and the UTCI and PHS indices with 0.6 percent had the highest and lowest usage

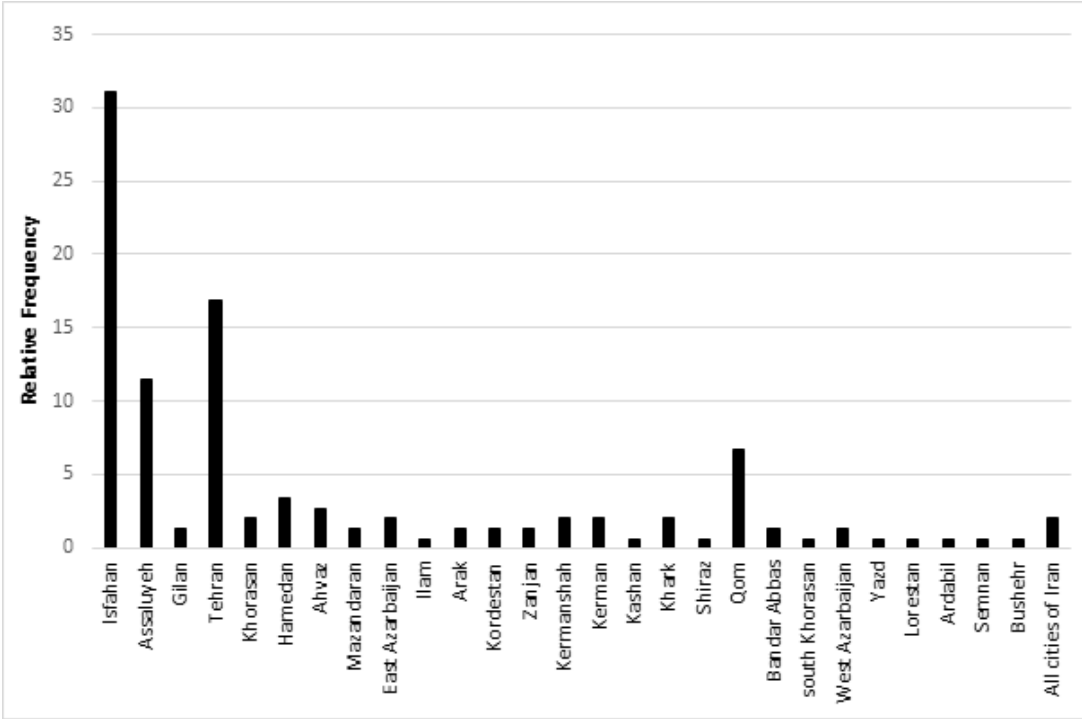


Fig. 1. Frequency distribution of studies based on the city of research

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

Table 1. Frequency distribution of studies based on place of research and type of environment

Category		Frequency	Relative frequency
place of research	Climatic chamber	32	23.9
	Field	102	76.1
Total		134	100
type of environment	Indoor	83	61.9
	Outdoor	27	20.2
	Both environment	24	17.9
Total		134	100

Table 2. Frequency distribution of used environmental indices in studies

	Type of environment							
	Indoor		Outdoor		Both environments		total	
Heat stress index	Frequency	Relative frequency	Frequency	Relative frequency	Frequency	Relative frequency	Frequency	Relative frequency
WBGT[1]	70	83.24	23	62.16	24	66.70	117	75.97
PMV[2]	3	3.70	1	2.70	0	0.00	4	2.60
SW [3]	1	1.20	4	10.80	0	0.00	5	3.25
DI [4]	0	0.00	3	8.10	1	2.80	4	2.60
HIS [5]	3	3.70	0	0.00	1	2.80	4	2.60
P4SR [6]	0	0.00	1	2.70	1	2.80	2	1.30
TWL [7]	0	0.00	0	0.00	3	8.30	3	1.95
ESI [8]	1	1.20	2	5.40	0	0.00	3	1.95
CET [9]	2	2.50	1	2.70	2	5.60	5	3.25
Humidex	0	0.00	1	2.70	0	0.00	1	0.60
ET [10]	0	0.00	0	0.00	2	5.60	2	1.30
AET [11]	1	1.20	0	0.00	0	0.00	1	0.60
PHS [12]	0	0.00	0	0.00	1	2.80	1	0.60
UTCI [13]	0	0.00	0	0.00	1	2.80	1	0.60
THI 14	0	0.00	0	2.70	0	0.00	1	0.60
Total	81	100.00	37	100.00	36	100.00	154	100.00

[1]Wet Bulb Globe Temperature, [2]Predicted Mean Vote Index, [3] Required Sweat Rate, [4] Discomfort Index, [5] Heat Stress Index, [6] Predicted 4- Hour Sweat Rate, [7] Thermal Work Limit, [8]Environmental Stress Index, [9]Corrected Effective Temperature, [10] effective temperature, [11] *Allowable Exposure Times,* [12] *Predicted Heat Strain,* [13]*Universal Thermal Climate Index,* [14]*Temperature Humidity Index*

in all environments and industries, respectively. In addition, the results showed that WBGT index had most usage in industries of melting and casting with 15.7 percent, petroleum with 8.3 percent, and outdoor small occupations with 8.3 percent, respectively. Based on the results, the industries of the refinery, steel, glasswork, melting and casting, mines, and ship repairs have the highest mean values of WBGT index, respectively

4. Conclusions

The results of the present study showed that most of the studies were carried out in indoor industrial environments and in the cities of Isfahan, Tehran and Assaluyeh. the most used indices in all environments and industries were WBGT index. These results show the need to more attention of researchers for conducting studies in outdoor environments, in different cities of Iran, on development and validation of novel heat stress indices, and on and evaluation of control measures in the environments with high heat stress.

5. Acknowledgment

The authors appreciate Tehran University of Medical Sciences (TUMS) because of financial support.

6. References

1. Hansen J, Sato M, Ruedy R, Lo K, Lea DW,

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]

Table 3. Values of WBGT index in studied units and industry

Type of industry	Range	Mean	Standard deviation
Refinery	32.8 - 33.7	33.20	0.40
Melting and casting	22.1 – 39.5	31.09	4.92
Steel	24.5 – 44.9	32.27	6.53
Car assembly	18.9 – 22.3	20.83	1.18
Hospital	17.4 – 26.8	21.43	3.10
Pastry	23.0 – 23.0	22.97	0.00
Bakery	26.0 – 33.7	29.98	2.14
Glass making	27.6 – 35.6	31.73	3.43
Outdoor mine	29.8 – 32.6	30.99	1.23
Petrochemical	22.3 – 33.3	29.88	4.29
Forging (hot press)	28.6 – 31.2	29.89	1.86
Outdoor Small Businesses	23.2 – 27.0	26.17	1.15
Agriculture	24.0 – 32.0	29.49	2.52
Brick	21.9 – 30.8	26.66	3.24
Ship repairs	30.0 – 32.0	30.96	0.79
Tile making	20.7 – 27.9	24.73	3.67
Dairy	23.4 – 27.5	25.45	2.89
Cement	20.2 – 33.8	27.00	9.61
Oil terminal	25.7 – 30.6	27.27	1.45
Asphalt	24.3 – 30.2	28.53	2.48
Construction	22.6 – 27.5	25.05	3.46
Laundry	29.0 – 29.0	28.98	0.00
Biscuit making	19.0 – 23.2	21.07	2.29

Medina-Elizade M. Global temperature change. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2006 Sep 26;103(39):14288-93.

2. ACGIH. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices ACGIH Defining the Science of Occupational and Environmental Health A. 2010:200-18.
3. Ansari M, Mazloumi A, Abbassinia M, Farhang Dehghan S, Golbabaei F. Heat stress and its impact on the workers' cortisol concentration: A case study in a metal melding industry. Health Saf Work. 2014;4(2):59-68.
4. Golbabaei F, Panjali Z, Borhani M, Rahmani A, Afzali M, Asghari M. The effect of environmental factors on job Performance using manual and mental tests. Health Saf Work. 2014;4(2):79-92.
5. Dehghan H. 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.
6. Jahani, A., Makhdoum, F., Feghihi, J., & Omid, M. Environmental decision support systems (EDDS): the study of concepts, developments and challenges from past to present. Environ res. 2016; 7(13): 175-188.
7. De Freitas CR, Grigorieva EA. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. Int J Biometeorol. 2017; 61(3):487-512.
8. Malchaire JB. Occupational heat stress assessment by the Predicted Heat Strain model. Indust health. 2006;44(3):380-7.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-03]