



## موجهه با استرس گرمایی در محیط‌های شغلی (مطالعات میدانی): مطالعه مروی سیستماتیک

پروین نصیری<sup>۱</sup>، محمدرضا منظم<sup>۱</sup>، فریده گل بابایی<sup>۱</sup>، مرضیه عباسی نیا<sup>۲</sup>، معصومه چاوشی<sup>۳</sup>، فرشته طاهری<sup>۴</sup>، مهدی اصغری<sup>۵\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۰۲

تاریخ ویرایش: ۹۶/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۰۴

### چکیده

**زمینه و هدف:** فعالیت در محیط‌های گرم یکی از خطرات فیزیکی رایج در محیط‌های کاری است که می‌تواند علاوه بر ایجاد بیماری‌های ناشی از گرما و اثر بر سلامت شاغلین، سبب افزایش ریسک آسیب‌ها و حوادث شغلی شود. هدف از انجام این مقاله، مروی بر مطالعات صورت گرفته در مبحث استرس حرارتی در کشورهای مختلف، بررسی شاخص‌های مورد استفاده، ویژگی مواجهه در محیط‌های کاری گرم و مشاغل برخط و بررسی جایگاه و اهمیت این مطالعات بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه مروی از پایگاه‌های اطلاعاتی Iran Medex، ScienceDirect، Pubmed، Scopus، Web of Science، Heat waves، Heat exposure، Heat strain، Heat stress، Google Scholar، Magiran و SID استفاده شد. کلیدواژه‌های (استرس حرارتی، مواجهه با گرما، امواج گرمایی، محیط‌های شغلی، آگاهی و درک شاغلین از استرس حرارتی) در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت ۱۰۳ مقاله وارد این مطالعه شدند.

**یافته‌ها:** نو درصد مطالعات مقتضی، ۴۱٪ مقالات مربوط به محیط‌های کاری روباز، ۴۲٪ مربوط به محیط‌های سرپوشیده بود. ۱۹ مطالعه به بررسی درک و قضاوت ذهنی افراد از استرس حرارتی پرداخته شده بودند. در ۶۰ مطالعه (۷۱٪) از شاخص‌های دمای تر گویسان (WBGT) بهره‌برداری و یا همراه با شاخص‌های دیگر برای ارزیابی استرس حرارتی استفاده شده بود. شاغلین صنایع تولیدی و کشاورزان بیشترین مشاغل مورد بررسی بودند. اکثر مطالعات نشان دادند که شاغلین از استرس حرارتی و استرین ناشی از آن رنج می‌برند.

**نتیجه گیری:** بررسی نتایج مطالعات انجام شده نشان داد که وضعیت استرس حرارتی در محیط‌های شغلی با توجه به ماهیت حرارتی فرایندهای شغلی در محیط‌های بسته و چالش تغییرات آب وهوایی در مشاغل روباز، نگران کننده می‌باشد. لذا لازم است اقدامات پیشگیرانه و کترلی لازم برای کاهش میزان استرس حرارتی و استرین ناشی از آن با تمهیدات اتخاذ شده توسط مدیران و مشارکت هر چه بہتر شاغلین انجام گیرد تا عوارض و اثرات مرگبار آن حذف یا کاهش یابد.

**کلیدواژه‌ها:** استرس حرارتی، استرین حرارتی، شاخص‌های استرس حرارتی، محیط‌های شغلی، مواجهه با گرما.

می‌تواند ایجاد اثرات فیزیولوژیکی نظیر تعریق، افزایش دمای بدن و افزایش ضربان قلب و در نتیجه استرین‌های گرمایی نماید. استرین فیزیولوژیکی تحت تأثیر شش پارامتر اصلی قرار دارد. این پارامترها شامل چهار پارامتر محیطی دمای هوای میزان دمای تابشی، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوای دو پارامتر میزان متابولیسم (بار کاری) و میزان عایق بودن لباس است [۳] و [۲].

مواجهه کوتاه مدت با گرمای شدید (مواجهه حاد) می‌تواند منجر به افزایش دمای عمقی بدن شده و مستقیماً منجر به بیماری‌های ناشی از گرما نظیر

استرس حرارتی یکی از عوامل زیان‌آور محیط کار است که هم در محیط‌های سرپوشیده (از جمله صنایع ذوب فلزات، فولاد، ریخته‌گری) و هم در محیط‌های روباز (معدن روباز، کشاورزان و کارگران ساخت‌وساز)، همچنین در کلیه صنایع کوچک و بزرگ شاغلین بسیاری را در معرض خطر قرار داده است. در محیط‌های با تنفس گرمایی بالا، اثر گرمای محیطی و گرمای متابولیکی ایجاد شده در نتیجه فعالیت فرد با یکدیگر ترکیب شده و سبب ذخیره شدن گرما در بدن می‌شود [۱]. متعاقب آن دمای عمقی بدن افزایش یافته و

۱- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۲- دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۴- کارشناس ارشد ارگونومی و کارشناس مسئول مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۵- (نویسنده مسئول) استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران. m.asghari2011@gmail.com

شده است. هدف از ارائه یک شاخص، خلاصه نمودن ارتباطات داخلی میان پارامترهای محیطی، فاکتورهای فردی، لباس و فعالیت در قالب یک عدد می‌باشد. پیچیدگی تعامل متغیرهای تعیین شده استرس حرارتی که در محیط کار واقعی وجود دارد، ممکن است ایجاد یک شاخص استرس حرارتی جامع برای هر متغیر را دشوار نماید. تفاوت‌ها در سطح تقاضای فیزیکی کار، وضعیت سلامتی، تحمل گرما، منابع گرما، دخالت مکانیزم‌های وابسته به گرما، تناوب کار و دمای محیط ممکن است بر سطوح ریسک تأثیر گذارد. در نتیجه بیش از ۶۰ شاخص استرس گرمایی به وجود آمده است که این امر پایه علمی برای به وجود آوردن ضوابط و حدود ایمنی برای کارگران در محیط گرم را نشان می‌دهد. به طور کلی شاخص‌های گرمایی به ۳ دسته تقسیم می‌شوند: شاخص‌های منطقی بر پایه معادله تعادل حرارتی، شاخص‌های تجربی بر پایه اندازه‌گیری عینی و ذهنی استرس گرمایی و شاخص‌های مستقیم بر پایه اندازه‌گیری متغیرهای محیطی [۱]. سابقه معرفی و کاربرد شاخص‌های استرس حرارتی به بیش از صد سال پیش بر می‌گردد. اولین شاخص توسط هالدان در سال ۱۹۰۵ معرفی شد که دمای تر را برای بیان تنفس حرارتی پیشنهاد کرد. از آن زمان به بعد تعداد زیادی از شاخص‌ها توسعه یافتند و تعدادی از آن‌ها در سراسر دنیا مورد استفاده قرار گرفتند که از آن جمله می‌توان به شاخص‌های دمای تر گویسان (WBGT)، شاخص دمای مؤثر، شاخص آکسفورد، شاخص میزان عرق چهار ساعته، شاخص حد گرمایی کار اشاره نمود. ولیکن هیچ کدام مورد پذیرش همگان واقع نشده‌اند [۱]. هدف از انجام این مقاله، بررسی مطالعات صورت گرفته در مبحث استرس حرارتی در کشورهای مختلف، بررسی شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعات، مشاغل مورد بررسی، نتایج این بررسی و جایگاه و اهمیت این عامل زیان‌آور می‌باشد.

### روش بررسی

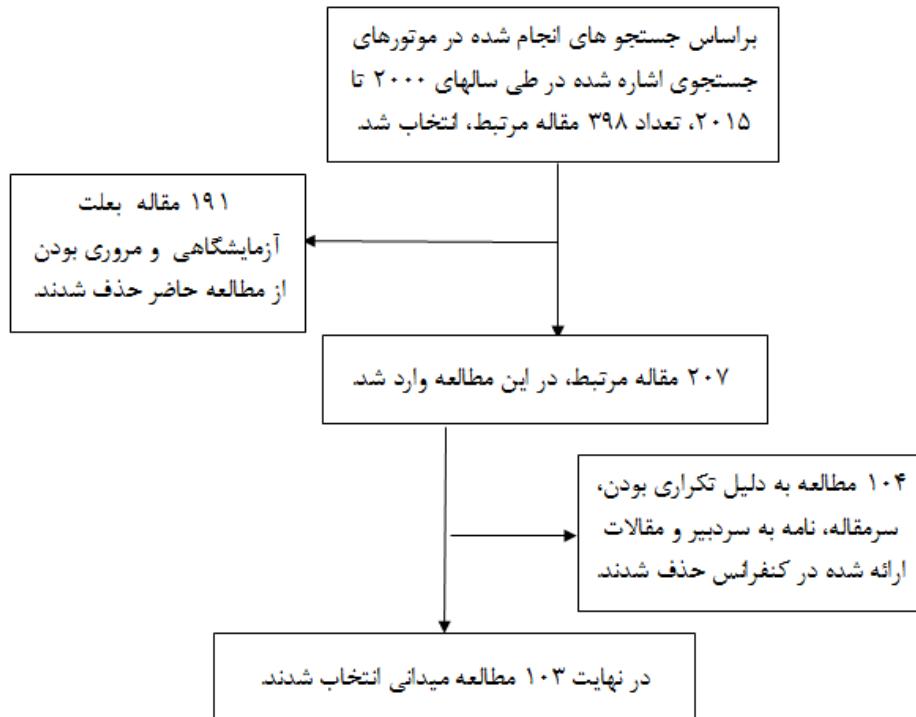
در این مطالعه مروری، کلیه مقالات چاپ شده به

راش‌های خفیف گرمایی، کرامپ‌های عضلانی، خستگی گرمایی تا شوک‌های گرمایی تهدیدکننده سلامت شود. تأثیر مواجهه طولانی مدت و مزمن با گرما در محیط‌های کاری نیز گزارش شده است که شامل بیماری‌های قلبی-عروقی [۴]، تأثیر بر سلامت روان [۵] و بیماری‌های مزمن کلیوی [۶، ۷] است.

علاوه بر بیماری‌های ناشی از گرما، کار کردن در محیط‌های گرم همچنین ممکن است باعث افزایش ریسک آسیب‌ها و حوادث شغلی شود [۸-۱۰]. گرما معمولاً با لغزنده نمودن کف دست‌ها به علت تعريق، بخار گرفتن عینک‌های حفاظتی، عدم تمرز و سرگیجه سبب افزایش تعداد حوادث می‌شود.

افزایش دمای عمقی بدن و کاهش میزان مایعات بدن (آب بدن)، تأثیر منفی بر روی رفتار دارند از جمله خستگی فیزیکی، تحریک‌پذیری، بی‌حالی، قضابت نادرست، افت هوشیاری، کاهش چابکی، تمرز و هماهنگی [۸] و همچنین کاهش بینایی [۱۱] که ممکن است بر کاهش کارایی، ایمنی و بازدهی تأثیر داشته باشد [۱۲، ۱۳].

در استرالیا آمارها نشان داده‌اند که ۴۸۵ مورد بیماری و آسیب مرتبط با کار در ارتباط با مواجهه با گرما در ۱۱ سال از سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۰۷ وجود داشته است [۱۴]. به طور مشابهی ۴۸۰ مورد بیماری گرمایی در ۱۱ سال از سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۵ در واشنگتن آمریکا رخ داده است [۱۵]. در کشور ژاپن ۳۸۹ مورد مرگ در بین سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۱۲ بر اثر شوک‌های گرمایی رخ داده است [۱۶]. در سال‌های بین ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۶ میان ۶۸ سال‌های کارگر کشاورزی در اثر شوک گرمایی در امریکا فوت نمودند [۱۷]. آمارهای بالا نشان‌دهنده اهمیت پرداختن به مبحث استرس حرارتی در محیط‌های کاری می‌باشد. برای ارزیابی استرس حرارتی، حفاظت کارگران از حرارت بیش از حد و کنترل تنفس گرمایی محیط کار، باید از شاخص‌های استرس حرارتی استفاده نمود. مروری بر یافته‌های مقالات نشان می‌دهد از سال ۱۹۰۵ تلاش‌های زیادی برای اندازه‌گیری سطوح استرس حرارتی در محیط کار و یا برای تخمین استرین حرارتی



شکل ۱- فلوچارت بررسی و انتخاب مقالات برای ورود به مطالعه مروری

سردبیر، مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها و گزارشات از مطالعه حذف شدند.

شکل ۱ فلوچارت انتخاب مقالات را برای این مطالعه مروری سیستماتیک نشان می‌دهد. از ۳۹۸ مقاله انتخاب شده، در نهایت ۱۰۳ مقاله در این مطالعه استفاده شد که در آن میان ۹۳ مقاله (۹۰٪) مطالعات مقطعی، ۶ مقاله (۶٪) مطالعه کوهورت و ۶ مقاله (۶٪) مطالعات تجربی بودند.

### یافته‌ها

طبق شکل ۱، ۱۰۳ مقاله وارد مطالعه شدند. همان‌طور که در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است از ۱۰۳ مطالعه مورد بررسی، ۴۲ مقاله (۴۱٪) مطالعات مربوط به محیط‌های کاری روبرو باز، ۴۳ مقاله (۴۲٪) مربوط به محیط‌های سرپوشیده و ۱۸ مطالعه (۱۷٪) در هر دو محیط باز و سرپوشیده انجام شده بودند. بیشتر مطالعات در مناطق استوایی انجام که از این بین ۳۴ مقاله (۳۳٪) مربوط به کشور ایران، ۲۴ مقاله (۲۳٪) مربوط به جنوب

زبان انگلیسی و فارسی در زمینه استرس حرارتی در محیط‌های کاری از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفته است. کلمات کلیدی مورد استفاده برای جستجو، شامل موارد زیر بودند:

Heat stress, Heat strain, Heat exposure,  
Heat waves, Workplace, Knowledge and  
attitude of workers about heat stress

(استرس حرارتی، مواجهه با گرما، امواج گرمایی،  
تغییرات آب و هوایی، محیط کار، اینمنی و بهداشت شغلی،  
آگاهی و درک شاغلین از استرس حرارتی).

پایگاه‌های علمی مورد استفاده در این مطالعه شامل این پایگاه‌ها بودند:

Scopus, Web of Science, ScienceDirect,  
Pub Med, Google Scholar, Magiran, Iran  
Medex, SID

مقالات تحقیقاتی که به زبان انگلیسی و فارسی در این پایگاه‌های اطلاعاتی منتشر شده بودند، مورد استفاده قرار گرفتند و مقالات مروری، سرمقاله، نامه به

جدول ۱- مطالعات جستجو شده در ارتباط با مواجهه با استرس حرارتی در محیط های کاری مختلف

کارگران هدف	کشور	حجم نمونه	جنسیت	طرایح مطالعه	محیط مطالعه	شاخص های استرس و استرن حارته مورد استفاده
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۱۸</sup>	تایلند	۴۹۵,۵۸	هر دو جنس	کوهورت	محیط رویاز و سرپوشیده	-
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۱۹</sup>	تایلند	۲۱	هر دو جنس	مقطعي	محیط رویاز و سرپوشیده	WBGT
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۲۰</sup>	امارات	۱۸۶	مرد	مقطعي	محیط رویاز و سرپوشیده	وزن مخصوص اداره
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۲۱</sup>	ایران	۲۴۲	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۲۲</sup>	استرالیا	۲۹	مرد	مقطعي	محیط رویاز	دمای خشک
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۲۳</sup>	نیپال	۱۲۰	هر دو جنس	مقطعي	محیط رویاز و سرپوشیده	WBGT, HI, Humidex
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۲۴</sup>	ایران	۲۵	مرد	مقطعي	محیط رویاز و سرپوشیده	WBGT، فشار خون
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۲۵</sup>	ایران	۵۳	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT، ضربان قلب و فشار خون
ترکیبی از کارگران صنایع مختلف <sup>۲۶</sup>	هند	۹۹۹	مرد	مقطعي	محیط رویاز و سرپوشیده	WBGT
کشاورزان <sup>۲۷</sup>	کاستاریکا	۴۲	مرد	مقطعي	محیط رویاز	دمای خشک
کشاورزان <sup>۲۸</sup>	کاستاریکا	۱۰۵	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
کشاورزان <sup>۲۹</sup>	هند	۲۶	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
کشاورزان <sup>۳۰</sup>	ایران	۷۹	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT، دمای دهانی و دمای پوست
کشاورزان <sup>۳۱</sup>	ایران	۲۰	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
کشاورزان <sup>۳۲</sup>	ایران	۱۸۰	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT، وزن مخصوص اداره، کراتینین سرم
آمریکای مرکزی <sup>۳۳</sup>	غنا	۱۸۹	هر دو جنس	مقطعي	محیط رویاز	WBGT، پرسشنامه
کشاورزان <sup>۳۴</sup>	-	۳۰۸	-	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
کارگران ساخت و ساز <sup>۳۵</sup>	ذاین	۳۱۹	مرد	مقطعي	محیط رویاز	TWL
کارگران ساخت و ساز <sup>۳۶</sup>	امارات	۱۵۰	مرد	مقطعي	محیط رویاز	TWL, USG
کارگران ساخت و ساز <sup>۳۷</sup>	ایران	۶۰	ذکر نشده	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
کارگران ساخت و ساز <sup>۳۸</sup>	ذاین	۱۲	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
کارگران ساخت و ساز <sup>۳۹</sup>	تایلند	۱۸	هر دو جنس	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
کارگران ساخت و ساز <sup>۴۰</sup>	هند	۱۱	زن	مقطعي	محیط رویاز	WBGT، دمای خشک
کارگران ساخت و ساز <sup>۴۱</sup>	امارات	۲۲	مرد	مقطعي	محیط رویاز	-
کارگران ساخت و ساز <sup>۴۲</sup>	امارات	۴۴	مرد	مقطعي	محیط رویاز	WBGT
کارگران نانوایی <sup>۴۳</sup>	ایران	۹۶	نفر	مقطعي	محیط سرپوشیده	WBGT
کارگران نانوایی <sup>۴۴</sup>	ایران	۱۴۵	مرد	مقطعي	محیط سرپوشیده	WBGT
کارگران نانوایی <sup>۴۵</sup>	ایران	۱۰۰	مرد	مقطعي	محیط سرپوشیده	WBGT
و جنوب شرقی آسیا، ۷ مقاله (۷٪) کشورهای عربی، ۲۱ مقاله (۲۰٪) امریکا، ۱۱ مقاله (۱۱٪) استرالیا، ۳ مقاله (۰٪) اروپا، ۲ مقاله (۲٪) آفریقا و ۱ مقاله نامعلوم (۱٪) بود.						

در بررسی مقالات، ۱۹ مطالعه به بررسی درک افراد از مواجهه با استرس حرارتی و قضاوت ذهنی پرداخته بودند که در جدول ۲ آمده است. ۱۷ مطالعه از این مطالعات، مقطعي بوده، ۲ مطالعه کوهورت (در کشور

و جنوب شرقی آسیا، ۷ مقاله (۷٪) کشورهای عربی، ۲۱ مقاله (۲۰٪) امریکا، ۱۱ مقاله (۱۱٪) استرالیا، ۳ مقاله (۰٪) اروپا، ۲ مقاله (۲٪) آفریقا و ۱ مقاله نامعلوم (۱٪)



ادامه جدول ۱

WBGT.HSI	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۸۸ نانوایی	ایران	کارگران نانولی <sup>۴۶</sup>
WBGT، دمای زیرزبانی	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۶۳ نانوایی و ۱۲۶ نفر	ایران	کارگران نانولی <sup>۴۷</sup>
WBGT، پرسشنامه، دمای خشک	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۴۳ نانوایی و ۸۲ نفر	ایران	کارگران نانولی <sup>۴۸</sup>
WBGT، دمای عمقی و دمای پوست	محیط روباز	تجربی	مرد	۱۶	آمریکا	آتش نشانان <sup>۴۹</sup>
WBGT، دمای خشک	محیط روباز	تجربی	مرد	۱۵	استرالیا	آتش نشانان <sup>۵۰</sup>
WBGT، دمای خشک	محیط روباز	تجربی	هر دو جنس	۳۷	کانادا	آتش نشانان <sup>۵۱</sup>
WBGT، دمای خشک	محیط روباز	تجربی	هر دو جنس	۴۰	کانادا	آتش نشانان <sup>۵۲</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۱۶	ژاپن	آشپز <sup>۵۳</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۱۲	ژاپن	آشپز <sup>۵۴</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۸۰.۹	ژاپن	آشپز <sup>۵۵</sup>
PSI <sub>HR</sub> , WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۱۲۲	ایران	کارگران تولیدی <sup>۵۶</sup>
WBGT، تکنیک مشاهده ای قضاوی	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۱۴۵	ایران	کارگران تولیدی <sup>۵۷</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	کوهورت	مرد	۱۰۲	بلغارستان	کارگران تولیدی <sup>۴</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	ذکر نشده	۲۷۵	امارات	کارگران تولیدی <sup>۵۸</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	-	-	هند	کارگران تولیدی <sup>۵۹</sup>
WBGT، تکنیک مشاهده ای قضاوی	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۱۸۱	ایران	کارگران تولیدی <sup>۶۰</sup>
SWreq ، پرسشنامه	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۳۱	ایران	کارگران تولیدی (صنایع غذایی) <sup>۶۱</sup>
دمای خشک	محیط سرپوشیده	مقطعی	هر دو جنس	۳۵۰.۷	اسرائیل	کارگران صنعت فولاد <sup>۶۲</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۵۵	تایوان	کارگران صنعت فولاد <sup>۶۳</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۷ گروه	ایران	کارگران صنعت فولاد <sup>۶۴</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	تجربی	مرد	۸	برزیل	کارگران صنعت فولاد <sup>۶۵</sup>
WBGT، ضربان قلب و دمای زبانی	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۴۰	ایران	کارگران ریخته گری <sup>۶۶</sup>
WBGT، رفرکتومتر	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۶۰	ایران	کارگران ریخته گری <sup>۶۷</sup>
WBGT، هورمون کورتیزول	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۷۰	ایران	کارگران ریخته گری <sup>۶۸</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	ذکر نشده	۳۱	آمریکا	کارگران ریخته گری <sup>۶۹</sup>
USG، دمای هسته ای، ضربان قلب	محیط سرپوشیده	مقطعی	هر دو جنس	۶۱	امريكا	ریخته گری آلومینیوم <sup>۷۰</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	-	-	هند	شیشه سازی <sup>۷۱</sup>
WBGT، ضربان قلب	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۷۲	ایران	شیشه سازی <sup>۷۲</sup>
WBGT, HIS, CET	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۴۰	ایران	شیشه سازی <sup>۷۳</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	-	-	هند	شیشه سازی <sup>۷۴</sup>
WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	-	-	هند	شیشه سازی <sup>۷۵</sup>
WBGT, TWL	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۳۶	استراليا	معدن کاران <sup>۷۶</sup>
WBGT, TWL	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۴۵	استراليا	معدن کاران <sup>۷۷</sup>
دمای موثر	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۳۸	آلمان	معدن کاران <sup>۷۸</sup>
WBGT, TWL	محیط سرپوشیده	مقطعی	ذکر نشده	۳۶۲	استراليا	معدن کاران <sup>۷۹</sup>
ضربان قلب، دمای عمقی و وزن مخصوص ادرار	محیط روباز	مقطعی	ذکر نشده	۱۵	استراليا	معدن کاران <sup>۸۰</sup>
WBGT, TWL	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۳۹	استراليا	معدن کاران <sup>۸۱</sup>
ضربان قلب، دمای عمقی و وزن مخصوص ادرار	محیط سرپوشیده	مقطعی	-	۳۱	-	معدن کاران <sup>۸۲</sup>
دمای موثر	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۵۲	آلمان	معدن <sup>۸۳</sup>

از آمار توصیفی و رگرسیون لجستیک چند متغیره بهره جسته‌اند.

در بین ۸۴ مطالعه دیگر، شاخص‌های مورد استفاده در ۶۰ مطالعه (۷۱%) شاخص دمای تر گویسان (WBGT)

تاپلند) و ۹ مطالعه در بین شاغلین مزارع انجام گرفته است.

%۴۲ مطالعات کیفی و شامل مصاحبه و تمکز بر بحث‌های گروهی بوده و در ۱۱ مطالعه از پرسشنامه جهت جمع‌آوری داده‌ها استفاده شده و برای آنالیز آن‌ها

ادامه جدول ۱

WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	-	-	امريكا	معادن <sup>84</sup>
SWreq.DI.WBGT	محیط رویاز و سرپوشیده	مقطعی	مرد	۲۱	ايران	پتروشيمى <sup>85</sup>
WBGT	محیط رویاز	مقطعی	مرد	۲۰	ايران	پتروشيمى <sup>86</sup>
WBGT، خربان قلب	محیط رویاز	مقطعی	مرد	۷۱	ايران	پتروشيمى <sup>87</sup>
P4SR.WBGT	محیط رویاز و سرپوشیده	مقطعی	مرد	۹۴	ايران	پایانه نفتی <sup>88</sup>
TWL.WBGT	محیط رویاز و سرپوشیده	مقطعی	مرد	۵۱	ايران	دکل حفاری نفت-گاز <sup>89</sup>
WBGT.UTC1	محیط رویاز و سرپوشیده	مقطعی	مرد	۲۰۰	ايران	آجر پزی <sup>90</sup>
فشار خون و خربان قلب	محیط رویاز و سرپوشیده	مقطعی	مرد	۳۵۰	هندر	آجر پزی <sup>91</sup>
WBGT، خشار خون	محیط رویاز و سرپوشیده	مقطعی	مرد	۱۸۴	ايران	آجر پزی <sup>92</sup>
درجه حرارت دستگاه گوارش، شاخص تنفس فیزیولوژيکی	محیط رویاز	مقطعی	مرد	۲۰	استراليا	صنعت برق <sup>93</sup>
وزن مخصوص ادارا، شاخص تنفس فیزیولوژيکی، دمای عمقی	محیط رویاز	مقطعی	مرد	۳۲	آمریکای شمالی	صنعت برق <sup>94</sup>
WBGT	محیط رویاز	مقطعی	-	-	عربستان سعودي	کارگران فرودگاه <sup>95</sup>
دمای خشک، خربان قلب	محیط رویاز	مقطعی	مرد	۱۰	ژاپن	کارگران جمع آوری زباله <sup>96</sup>
WBGT	محیط رویاز	تجربی	مرد	۶۴	استراليا	سربازان <sup>97</sup>
WBGT، خربان قلب	محیط رویاز	مقطعی	مرد	۳۲	ايران	فوتبالیست ها <sup>98</sup>
PMV، WBGT	محیط سرپوشیده	مقطعی	هر دو جنس	۱۶۱	ايران	بیمارستان <sup>99</sup>
WBGT، تکنیک مشاهده ای	محیط سرپوشیده	مقطعی	مرد	۳۶۰	ايران	قادی <sup>100</sup>

جدول ۲- مطالعات جستجو شده در ارتباط با درک و باسن های رفتاری در مواجهه با استرس حرارتی

محقق یا محققین	گروه مطالعه	زمان مطالعه	حجم نمونه	نوع مطالعه	کشور	روش جمع آوری داده ها	روش آنالیز آماری
Mathee و همکاران <sup>101</sup>	حفاران، رفتگران، کارگران ساختمان سازی، باغبانان	مارس ۲۰۰۹	۱۵۱	مطالعه مقطعی	جنوب آفریقا	تمرز بر بحث گروهی و مصاحبه	آنالیز ریشه ای- تئوری داده بنیاد
Balakrishnan و همکاران <sup>102</sup>	کارگران در ۱۰ سایت مختلف صنعتی	-	۲۴۲	مطالعه مقطعی	هند	پرسشنامه اجرایی و مصاحبه	آنالیز ریشه ای
Crowe و همکاران <sup>103</sup>	کارگران مزارع نیشکر	نومبر ۲۰۰۸ تا مارس ۲۰۰۹	۲۲	مطالعه مقطعی	کاستاریکا	مشاهده مستقیم و مصاحبه اکتشافی	آنالیز ریشه ای
Singh و همکاران <sup>104</sup>	نمایندگان اتحادیه ها و صنایع، مقامات رسمی	تابستان ۲۰۱۰	۲۰	مطالعه مقطعی	استراليا	صاحبه تلفنی	آنالیز ریشه ای
Zhou و همکاران <sup>105</sup>	راتندگان اتوبوس	سپتامبر ۲۰۱۲	۵۱	مطالعه مقطعی	چین	تمرز بر بحث گروهی و مصاحبه	آنالیز ریشه ای
Tirgar و همکاران <sup>106</sup>	کشاورزان	۲۰۰۸	۳۴۰	مطالعه مقطعی	ایران	پرسشنامه	آنالیز توصیفی
Shendell و همکاران <sup>107</sup>	ورزشکاران	فوریه تا مارس ۲۰۰۸	۱۱۳۸	مطالعه مقطعی	آمریکا	پرسشنامه آنلاین	آنالیز توصیفی
Flocks و همکاران <sup>108</sup>	مزرعه داران زن	بهار ۲۰۱۲	۳۵	مطالعه مقطعی	آمریکا	تمرز بر بحث گروهی و مصاحبه	آنالیز ریشه ای

استفاده شده بود. در ۳۳ مطالعه انجام گرفته در کشور ایران، در ۳۲ مطالعه از شاخص WBGT استفاده شده است و در یک مطالعه از شاخص میزان عرق موردنیاز استفاده گردیده است. از ۸۴ مطالعه صورت گرفته، نتایج حاصل از ۶۹

به تنهایی و یا همراه با شاخص های دیگر مورد استفاده قرار گرفته بود. در ۷ مقاله (۸٪/۵) از شاخص دمای هوا (دمای خشک)، در ۲ مطالعه از دمای مؤثر و در ۱۰ مطالعه دیگر از ضربان قلب به عنوان یک شاخص استرین حرارتی در کنار یک شاخص استرس حرارتی



ادامه جدول ۲

آنالیز توصیفی	پرسشنامه	آمریکا	مطالعه مقطعی	۴۰۵	۲۰۱۳	کارگران مزارع	Fleischer و همکاران <sup>۱۰۹</sup>
آنالیز توصیفی	پرسشنامه	شمال شرقی کارولینا	مطالعه مقطعی	۱۵۸	آگوست تا سپتامبر ۲۰۱۳	کارگران مزارع	Kearney و همکاران <sup>۱۱۰</sup>
آنالیز توصیفی و رگرسیون لجستیک چند مقایسه	پایش پرسشنامه‌ای	آمریکا	مطالعه مقطعی	۴۷۴	نومبر ۲۰۰۸ تا فوریه ۲۰۱۰	کارگران مزارع	Stoecklin و همکاران <sup>۱۱۱</sup>
آنالیز توصیفی	مصطفی های	اورگان امریکا	مطالعه مقطعی	۱۰۰	ماه های ژوئیه و اوت ۲۰۱۳	کارگران مزارع	Jeffrey و همکاران <sup>۱۱۲</sup>
آنالیز توصیفی	داده های نظر	شمال کارولینا	مطالعه مقطعی	۳۰۰	۲۰۰۹	کارگران مزارع	Mirabelli و همکاران <sup>۱۱۳</sup>
آنالیز ریشه ای گووه	تمرکز بر بحث	آمریکا	مطالعه مقطعی	۳۵	-	کارگران مزارع	Lam و همکاران <sup>۱۱۴</sup>
آنالیز توصیفی	کاستاریکا	کاستاریکا	مطالعه مقطعی	۱۶۹	۲۰۱۱	کارگران مزارع نیشکر	Crowe و همکاران <sup>۱۱۵</sup>
آنالیز توصیفی	پرسشنامه	شمال استرالیا	مطالعه مقطعی	۱۴۷	-	معدن رویاز و زیر زمینی	Hunt و همکاران <sup>۱۱۶</sup>
آنالیز توصیفی	پرسشنامه	ژاپن	مطالعه مقطعی	۱۲۵	نومبر ۲۰۰۳	کارگران جنگلداری	Maeda و همکاران <sup>۱۱۷</sup>
رگرسیون لجستیک	پرسشنامه	تایلند	مطالعه کوهورت	۴۰۹۱۳	۲۰۰۵	مشاغل مختلف رویاز و سروپوشیده	Tawatsupa و همکاران <sup>۵</sup>
رگرسیون لجستیک	پرسشنامه	تایلند	مطالعه کوهورت	۳۷۸۱۶	۲۰۰۵-۲۰۰۹	مشاغل مختلف رویاز و سروپوشیده	Tawatsupa و همکاران <sup>۶</sup>

گرفته در مبحث استرس حرارتی در کشورهای مختلف، بررسی شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعات، مشاغل مورد بررسی، نتایج این بررسی و جایگاه و اهمیت این عامل زیان آور می‌باشد.

گرما به عنوان یک شاخص حیاتی از دیرباز مورد توجه بوده است. گرما در صنایع به عنوان یک عامل زیان آور با منشأ انرژی در فرایندهای تولیدی موردنظر است و می‌تواند سبب ایجاد اختلال در سلامت کارگران در معرض آن شود. گرما یک مخاطره انکارناپذیر در محیط‌های کاری بخصوص در کشورهای در حال توسعه است. آب و هوای کره زمین در طول قرن بیستم به ویژه در دو دهه اخیر تعادل خود را از دست داده و تمایل به افزایش دما نشان داده است. از سویی دیگر پیش‌بینی‌ها برای قرن ۲۱ نیز افزایش دمای جهانی ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای را هشدار می‌دهد. بزرگی افزایش دمایی پیش‌بینی شده تا  $4/5$  درجه سانتی‌گراد در پایان قرن حاضر به‌طور بالقوه می‌تواند سبب بروز

مطالعه (معادل ۸۳ درصد) نشان دادند که شاغلین از استرس و استریئن حرارتی رنج می‌برند و این استرین حرارتی در محیط‌های رویاز بیشتر از محیط‌های سروپوشیده بود. همچنین بر اساس جنسیت، تقریباً ۷۱٪ از مطالعات بر روی کارگران مرد، یک مطالعه بر روی کارگران زن، ۱۱ مطالعه بر روی هر دو جنس مرد و زن و در ۱۳ مطالعه جنسیت ذکر نشده بود. انجام شده بود. از ۱۰۳ مطالعه انجام شده، روی هم‌رفته،  $۲۱/۲$ ٪ بر روی شاغلین صنایع تولیدی، ریخته‌گری و شیشه‌سازی، ۱۱٪ روی کارگران معادن، ۱۲٪ روی ترکیبی از کارگران صنایع مختلف، ۸٪ روی کارگران ساختمان‌سازی، ۱۷/۵٪ روی کشاورزان و مزارع،  $۸/۳$ ٪ روی دیگر صنایع تولیدی، ۶٪ روی شاغلین در نانوایی‌ها و ۵٪ در صنایع پتروشیمی و بقیه در مشاغل دیگر انجام شد.

**بحث و نتیجه‌گیری**  
هدف از انجام این مقاله، بررسی مطالعات صورت

گرفتن کارگران در معرض گرمای تابشی مستقیم ناشی از شعله نانوایی‌های با پخت تنوری نسبت به نانوایی‌های ماشینی دانست. همچنین فاصله افراد شاغل تا شعله در نانوایی‌های تنوری به مراتب کمتر از نانوایی‌های ماشینی بوده و این امر خود می‌تواند سبب افزایش استرس حرارتی وارد به شاغلین گردد که نتایج مقادیر دمای تابشی اندازه‌گیری شده در نانوایی‌ها تایید کننده این موضوع می‌باشد [۴۸-۴۴].

۲۱/۲٪ مطالعات بر گرمای تولید شده از فرایند در کارخانه‌های شیشه‌سازی [۷۵-۷۱]، ذوب فولاد و ریخته‌گری [۷۰-۶۲]، اتومبیل‌سازی [۵۹-۵۰] و... تمکز کرده بودند. مواجهه بیش از حد با گرما در صنایع با دیس لیسمیا (اختلال در متabolism چربی‌ها) [۴]، بیماری‌های گوارشی و قلبی عروقی [۴] همراه است. در مطالعه Vangelova و همکاران در سال ۲۰۰۶ با موضوع بررسی اختلالات در کارگران صنعتی در محیط‌های گرم، کارگران در معرض گرما و گروه شاهد، مورد مطالعه قرار گرفتند. میانگین شاخص WBGT ۳۵/۴ سانتی‌گراد با رنج (۴۱/۷-۲۸/۴) برای محیط‌های کاری در معرض گرما بود. شاخص‌های چربی؛ کلسترول تام، LDL، HDL و تری گلیسرید با تست‌های آنزیمی انجام شد. میزان کلسترول تام و LDL در کارگران گروه مواجهه بالاتر بود و نتایج نشان داد که کارگران محیط‌های صنعتی در معرض گرما نسبت به گروه شاهد شناس ریسک بالاتری برای اختلالات دارند [۴]. نتایج مطالعات انجام شده با استفاده از شاخص دمای تر گویسان در صنایعی از قبیل صنعت ذوب فلزات و ریخته‌گری (۳۵/۴-۳۷/۶ درجه سانتی‌گراد) [۶۸ و ۶۶]، آجر پزی (۳۷/۹/۸ درجه سانتی‌گراد) [۹۲] و شیشه‌سازی داد که میزان استرس حرارتی در صنایع ذکر شده، بالا بوده و میزان تنفس حرارتی شاغلین در مقایسه با استاندارد، بیشتر از حد مجاز بوده است.

۴۱٪ مقالات مورد بررسی مربوط به محیط‌های کاری روباز، شامل کار در معادن روباز، ساخت‌وساز، نیروهای نظامی و کشاورزی و مزارع بود. این گروه از شاغلین به

مشکلاتی شود. در این صورت، مواجهه با شرایط جوی بسیار گرم کارگران شاغل در محیط‌های باز و بسته به طور فزاینده‌ای تحت خدمات و بیماری‌های ناشی از گرما قرار خواهد داد [۱۸].

نتایج این بررسی با توجه به جداول ۱ و ۲ نشان داد ۴۲٪ مطالعات در محیط‌های سرپوشیده و سربسته انجام شده است که شامل مشاغلی مانند نانوایی‌ها، صنایع تولیدی، ریخته‌گری و شیشه‌سازی بوده است. علیرغم فقدان نور خورشید یا مقدار ناچیز آن، کارگرانی که در محیط‌های سرپوشیده بدون تهویه کار می‌کنند در ریسک بیماری‌های ناشی از گرما هستند. در مکان‌هایی که اجاق‌ها، ماشین‌های گرم، فلزات مذاب و کوره‌ها وجود دارد، به علت وجود تابش‌های متصاعد شده و افزایش دمای تابشی، این ریسک بیشتر است. حتی در زمستان هم‌دمای نزدیک کوره‌های ذوب فولاد ۳۵/۵ تا ۴۶/۵ درجه سانتی‌گراد است در حالی که دمای روباز ۱۸ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. در تاستان این شرایط به مراتب بدتر می‌شود [۶۳].

۶٪ مطالعات بر روی شاغلین در نانوایی‌ها بود. کلیه این مطالعات در کشور ایران انجام شده بود. پخت نان در ایران به دو صورت سنتی و ماشینی صورت می‌گیرد. برای اندازه‌گیری استرس حرارتی از شاخص دمای تر گویسان استفاده شده بود. میانگین این شاخص در مطالعات مختلف از ۲۸/۰ تا ۳۳/۳ درجه سلسیوس گزارش شده است. همچنین در مطالعات انجام شده، در حداقل ۵۰٪ از ایستگاه‌های مورد بررسی، استرس حرارتی بیش از حد مجاز توصیه شده، گزارش شده بود. از سویی دیگر نتایج حاصل از مطالعات نشان داد که میزان استرس و استرین حرارتی در نانوایی‌های سنتی و یا پخت تنوری به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از نانوایی‌های ماشینی می‌باشد. میانگین شاخص‌های دمای تر گویسان در نانوایی‌های تنوری (۳۳/۳-۳۱/۵ درجه سانتی‌گراد) بالاتر از میانگین این شاخص در نانوایی‌های ماشینی (۳۰/۹-۳۰/۷ درجه سانتی‌گراد) به دست آمده است (میزان تفاوت در شاخص مورد نظر، ۲/۶ تا ۳/۴ درجه سانتی‌گراد بود). علت این امر می‌توان ناشی از قرار



ممکن است در ارتباط با سطوح پایین مکانیزاسیون و ایجاد انگیزش و دستمزدها به ازای بازده کار، ریسک بالاتری از مواجهه با گرما را داشته باشدند [۱۱۹]. ۱۱٪ مطالعات بر روی کارگران معادن تمرکز کرده بود. کارکردن در شرایط گرم در معادن خیلی شایع است. برای معادن روباز این مواجهه با گرما شبیه محیط روباز است؛ اما در معدن‌های زیرزمینی بسته به افزایش عمق و گرمای ناشی از صخره‌های دستنخورده، مشکلات بیشتری از استرس گرمایی مشاهده شده است. به علاوه هوای فشرده حدود شش درجه سانتی‌گراد دمای خشک را با افزایش هر هزار متر عمق، بالا می‌برد [۸۱]. همچنین رطوبتی که برای کنترل گردوبغار لازم است بار گرمایی را تشدید می‌کند. بیماری‌های گرمایی در معدن‌های زیرزمینی استخراج فلزات، بیشتر از معدن‌های زغال‌سنگ گزارش شده است، زیرا این معادن در آمریکا عمیق‌تر هستند [۱۱۹]. مطالعه‌ای بر روی معدن‌چیان استرالیایی نشان داد که نسبت شیوع خستگی گرمایی در معادن با عمق بیشتر از  $1200 \text{ متر } \frac{3}{17}$  برابر معادن دارای کمتر از این عمق می‌باشد [۱۱۹]. مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۳ با عنوان ارزیابی علائم و نشانه‌های بیماری‌های ناشی از گرما در کارگران معادن روباز انجام شد. این مطالعه نشان داد  $87\%$  از کارگران معادن سطحی علائم بیماری‌های ناشی از گرما را تجربه کرده‌اند و بیش از  $90\%$  آن‌ها در فصل گرم رخ داده بود. همچنین مشخص گردید که بیش از  $80\%$  علائم بروز یافته بیش از یک مرتبه رخداده‌اند. رایج‌ترین علائم گزارش شده از بیماری‌های مواجهه با گرما خستگی، سردرد، درجه حرارت بالای بدن و کرامپ عضلانی بود [۱۱۶]. در کشورهای کم درامد با وجود علائم بیماری‌های ناشی از گرما ممکن است باز هم کارگر به دلیل آگاهی پایین از راهکارهای پیشگیرانه، فقدان اقدامات حفاظتی و انگیزه مالی به کار گرفته شود که این امر به سنکوب گرمایی و تهدید حیات فرد منجر می‌شود. در معدن‌های طلا در آفریقای جنوبی تا قبل از سال‌های ۱۹۷۰ سنکوب گرمایی یک خطر جدی شغلی محسوب می‌شد. در سال‌های اخیر سنکوب گرمایی در

دلیل کار در هوای آزاد طی فصول گرم، در معرض تابش مستقیم نور خورشید و گرمای زیاد حاصل از آن هستند. در کنار شرایط جوی نامناسب، فعالیت بدنی سنگین و در نتیجه گرمای حاصل از سوخت‌وساز تولید شده را نیز باید به این شرایط دشوار اضافه نمود. تا جایی که در مواردی گرمای حاصل از فعالیت بدنی و بالطبع آن سوخت‌وساز حدود  $80\%$  و گرمای دریافت شده از محیط اطراف حدود  $20\%$  از بار گرمایی بدن را به خود اختصاص می‌دهند.

۱۷/۵٪ مطالعات بر روی کشاورزان و شاغلین در مزارع انجام شده بود. کشاورزی یکی از کهن‌ترین فعالیت‌های تولیدی و مهم‌ترین فعالیت اقتصادی محسوب می‌شود. کشاورزان به علت فعالیت در فضای باز از اثرات نامطلوب استرس حرارتی در امان نیستند. از آنجایی که فعالیت‌های کشاورزی در فصول گرم سال صورت می‌پذیرد، لذا استرس حرارتی یکی از عواملی است که سلامت، ایمنی و بهره‌وری کشاورزان را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد [۳۱]. با توجه به موارد ذکر شده کشاورزی یکی از صنایع با بالاترین ریسک بیماری‌ها و صدمات ناشی از گرماست. در صورت فقدان برنامه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای برای حفاظت، کشاورزان در معرض گرمای بیش از حد در طولانی مدت مواجهه هستند. در آمریکا صنعت کشاورزی سومین رتبه در مرگ‌ومیر بالای ناشی از گرما را دارد و مرگ‌ومیر در آن تقریباً بیست برابر کارگران غیرنظمی است [۱۱۹]. در آمریکا نرخ بیماری‌های ناشی از گرما چهار برابر Mirabelli، بیشتر سایر مشاغل است [۱۲۰]. مطالعه نشان داد  $161$  مرگ ناشی از گرما در سال‌های ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۱ در شمال کالیفرنیا وجود داشته که  $45\%$  آن‌ها مرتبط با کشاورزان بوده است [۱۲۱]. در سال‌های بین ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۶،  $68\%$  کارگر کشاورزی در اثر شوک گرمایی در امریکا فوت نمودند [۱۷]. نتایج دو مطالعه صورت گرفته در ایران [۳۱, ۳۲] نشان داد که میزان مواجهه با استرس حرارتی در کشاورزان مورد بررسی، بیشتر از حدود آستانه مجاز بود. نکته قابل ذکر این است که کشاورزان در کشورهایی با درآمد متوسط تا پایین

ISO7243 معرفی نموده است [۴۷].

با توجه به جدول ۲، ۱۹ مطالعه به بررسی درک افراد از مواجهه با استرس حرارتی و قضاوت ذهنی پرداخته بودند ۱۷ مطالعه از این مطالعات، مقطعی بوده و ۲ مورد که در کشور تایلند انجام شده بود، مطالعه کوهورت بودند. ۹ مورد از مطالعات در شاغلین مزارع بوده است. ۴۲٪ مطالعات کیفی و شامل مصاحبه و تمکز بر بحث‌های گروهی بوده و در ۱۱ مطالعه از پرسشنامه جهت جمع‌آوری داده‌ها استفاده شده بود.

با توجه به مصاحبه انجام شده با کارگران محیط‌های صنعتی در هند [۴۲]، کارگران محیط‌های روباز در شمال افریقا [۲۱] و کارگران نیشکر در کاستاریکا [۵۷]، آگاهی در خصوص اینمی و بهداشت شغلی در محیط‌های شغلی گرم، در مقایسه با نگرانی رو به رشد تأثیر گرمایی بیش از حد بر روی سلامت و اینمی کارگران در محیط‌های دانشگاهی، پایین است. یک مطالعه استرالیایی نشان داد که در کارگران مشاغل روباز، مواجهه با دمای بالا در طی ماههای گرم تابستان، به عنوان یک روال عادی در نظر گرفته می‌شود [۸۰]. این موضوع منعکس‌کننده این است که کارگران در استرالیا و هند، یا به خوبی با گرما تطابق یافته‌اند و یا آگاهی کمی در خصوص ریسک مواجهه با گرما دارند [۴۲].

تا به امروز مطالعات کمی به بررسی فاکتورهای و میر در درک افراد از گرما پرداخته‌اند. در مطالعه MICASA نشان داده است که خانم‌ها و افرادی که نوع خاصی از مشاغل را انجام می‌دهند و شاغلینی که مدت زمان زیادی در محیط‌های بیرون سپری می‌کنند نظری کشاورزی، نگرانی بیشتری در خصوص بیماری‌های ناشی از گرما دارند [۸۱].

در ارتباط با گزارش علائم بیماری‌های ناشی از استرس حرارتی در کشاورزان، مطالعات انجام شده در شمال کارولینا [۱۱۳]، ژاپن [۱۱۷] و آمریکا [۱۰۹، ۱۱۲] نشان داد که بیش از یک سوم شاغلین دو یا تعدادی از علائم بیماری‌های ناشی از گرما را تجربه کرده بودند. نتایج مطالعه Stoecklin و همکاران نشان داد که

نتیجه اقدامات پیشگیرانه و سازش با گرما به مقدار قابل توجهی کاهش یافته است؛ اما هنوز معضل شایع و حل نشده‌ای محسوب می‌شود. در معادن کشورهای ثروتمند سنکوب گرمایی بهندرت پیش می‌آید [۱۱۹]. در معادن عمیق استرالیا در بین ۲۰۰۰ کارگر در سال‌های ۱۹۸۳-۲۰۰۱ هیچ موردی از سنکوب گرمایی در کلینیک‌های مستقر در محل معدن یافت نشد. به طور مشابهی در همین سال‌ها در معادن آمریکا هم هیچ موردی از سنکوب گرمایی گزارش نشد. این موضوع می‌تواند ناشی از چند عامل باشد. نخست راهکارهای مدیریت انعطاف‌پذیر، مقاومت معدنچیان به انجام کار در شرایط نامساعد علت این امر بوده است. دومین دلیل می‌تواند مرتبط با آموزش مناسب در مورد اثرات گرما باشد. سومین عامل در کشورهای ثروتمند در صورتی که معدنچیان با بیماری‌های ناشی از گرما مواجه شوند به طور فعال آن را گزارش می‌کنند و سرانجام اثرات مضر بروی سلامتی به دلیل خودتنظیمی سرعت کار کمتر دیده می‌شود. میلیر و همکاران پیشنهاد کردند که رفتارهای پیشگیرانه بدون توجه به سود و زیان کار ترویج شود. همان‌گونه که وظایف معدنکاری امروزه ماشینی شده و بار کاری وارد به فرد را کم کرده و این به زیان تولید نبوده است [۱۱۹].

یافته‌های جدول ۱ نشان داد که شاخص دمای تر گویسان (WBGT) به تنایی و یا همراه با شاخص‌های دیگر در ۶۰ مطالعه (۷۱٪)، مورد استفاده قرار گرفته بود. دلیل استفاده قابل ملاحظه از این شاخص آن است که این شاخص در عین سادگی از راندمان بالایی در ارزیابی شرایط گرمایی محیط برخوردار می‌باشد. همچنین این شاخص ارتباط قابل قبولی با پارامترهای فیزیولوژیکی در دماهای بالا نشان داده است. سازمان جهانی بهداشت (WHO)، سازمان جهانی استاندارد (ISO) و انسیتیوی ملی اینمی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا (NIOSH) نیز این شاخص را به عنوان شاخص ارزیابی استرس حرارتی معرفی نموده است و سازمان استاندارد جهانی روش استاندارد اندازه‌گیری و ارزیابی را به شماره روش



برقرار شود [۸۳].

تعداد زیادی از مطالعات نشان دادند که استرس ACGIH حرارتی محیط کار از ضوابط استرس حرارتی فراتر رفته و بهداشت و ایمنی کارگران یدی را تهدید می‌کند. علائم عینی و پاسخهای فیزیولوژیکی در کارگران مواجهه با گرمایش شامل افزایش فشار خون و چگالی اوره، افزایش ضربان قلب جبرانی و دمای بدن و افزایش علائم خستگی بود. اگرچه در صورت بکارگیری اقدامات پیشگیرانه مؤثر ریسک بیماری‌ها و صدمات ناشی از گرمایش کاهش پیدا می‌کند [۱۱۹]. خودتنظیمی سرعت کار در صنعت ساختمان‌سازی و معادن استرالیا [۷۶]، آلمان [۷۸] و امارات [۳۶] باعث کاهش استرین حرارتی شده است. اگرچه هیچ پذیرش کلی در مورد خودتنظیمی سرعت کار وجود ندارد اما باید در محیط کار ترویج شود. خودتنظیمی مثبت سرعت کار تا یک حد ایمن می‌تواند به عنوان یک راهکار انعطاف‌پذیری مدیریتی با حفظ بهروری بدون لطمہ به ایمنی کارگر در حین کار باشد. این امر زمانی می‌تواند مؤثر باشد که کار در شرایط اضطراری انجام نشود و یا پرداختی‌ها به کارگر براساس بازده کار نباشد که کارگر بتواند در کارش به خوبی آموزش بینند. شواهدی از مطالعات میدانی در استرالیا نشان داد که تعداد کمی از کارگران بصورت اختیاری با سرعتی کار می‌کنند که متوسط ضربان قلب آن‌ها از ۱۱۰ ضربه در دقیقه برای هر بازده زمانی بیشتر نشود (سطحی که بوسیله WHO توصیه شده است). به علاوه مطالعات کمی وجود دارد که نقش خودتنظیمی سرعت کار برای کاهش ریسک صدمات و بیماری‌های ناشی از کار در تصمیم‌گیرنده‌ها، کارشناسان بهداشت حرفه‌ای، کارفرمایان، سرکارگران، اتحادیه‌ها، سه‌امداران و کارگران در محیط کار را بررسی کرده باشد. برای تشکیل دستورالعمل‌ها، سیاست‌ها و قوانین این موضوع اهمیت دارد و باید مطالعات بیشتری در این زمینه صورت پذیرد. با پیش‌بینی تغییرات آب‌وهوایی و گرم شدن کره زمین، مواجهه با گرمای محیط کار، کارگران و کارفرمایان را با چالش بزرگی مواجهه خواهد کرد. کارگران یدی که در

۷۰٪ از شاغلین در مزارع نمره بالایی در مورد اثرات بهداشتی حاصل از فعالیت در شرایط گرم کسب کردند و ۹۱٪ از آن‌ها آموزش‌های لازم در مورد بیماری ناشی از گرمایش کرده‌اند. همچنین ۷٪ در مورد خطر بیماری ناشی از گرمایش نگران بودند [۱۱۱]؛ اما در مطالعه Jeffrey و همکاران تعداد کمی از شرکت کنندگان دانش بالایی داشتند (۲۱٪) و ۱۵٪ از شرکت کنندگان در خصوص اثرات کار کردن در محیط‌های گرم بسیار نگران بوند. نتایج نشان می‌دهد که آموزش بیماری ناشی از گرمایش کارگران توسط کارفرمایان و سازمان‌های کمک رسانی می‌تواند عملکرد کارگران را در برابر گرمایش تغییر دهد [۱۱۲].

بسیاری از کارگران پایش شده در آمریکا و جنوب آفریقا علائم و نتایج شدید مواجهه بیش از حد با گرمایش می‌دانستند. پاسخ نادرست و غیر دقیق به سوالاتی در مورد سازش و استعمال داروها و تأثیر تغییرات آب‌وهوایی بر ایمنی و بهداشت حرفه‌ای بود. تعداد کمی از کارگران در جنوب آفریقا که در محیط باز کار می‌کردند فکر می‌کردند که آب‌وهوای گرم بر سلامت و ایمنی آن‌ها اثر نمی‌گذارد [۲۱، ۷۸، ۸۱]. به طور مشابهی یک مطالعه در هند نشان داد بیشتر کارکنان در بخش تولید ماشین‌های سنگین از عواقب استرس گرمایی آگاه نبودند [۴۲]. شواهد نشان داد نگرانی بیشتر در مورد استرس گرمایی الزاماً باعث آگاهی بیشتر نخواهد شد. در مطالعه MICASA زنان از مردان بیشتر نگران مواجهه با گرمایش بودند؛ اما مردان به طور معنی داری نمره آگاهی بالاتری داشتند [۷۸]. همچنین عملکرد فرد در نتیجه داشتن آگاهی بیشتر از ریسک‌های گرمایش بیشتر نمی‌شود. برای مثال زنان کشاورز در آمریکای لاتین عمداً لباسهای تنگ و تیره می‌پوشیدند تا عرق کنند و لاغر شوند. بعضی از مردان آبجوی خنک می‌نوشیدند تا عطش آن‌ها را کم کند و بعضی دیگر نوشیدنی‌های حاوی کافئین بالا مصرف می‌کردند تا هوشیاری و بازده کاریشان افزایش یابد؛ بنابراین این موضوع اهمیت دارد که یک تعامل دو طرفه بین آگاهی از گرمایش و رفتارها به منظور اطمینان از سودمندی برنامه پیشگیرانه از گرمایش

## منابع

1. Epstein Y, Moran DS. Thermal comfort and the heat stress indices. *Indust Health.* 2006; 4(3):388-98.
2. Asghari M, Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaei F, Arabalibeik H, Shamsipour A, et al. Weighting Criteria and Prioritizing of Heat stress indices in surface mining using a Delphi Technique and Fuzzy AHP-TOPSIS Method. *J Environ Health Sci Eng.* 2017;15(1).
3. Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaei F, Dehghan SF, Rafieepour A, Mortezapour AR, Asghari M. Application of Universal Thermal Climate Index (UTCI) for assessment of occupational heat stress in open-pit mines. *Ind Health.* 2017;55(5): 437-443.
4. Vangelova K, Deyanov C, Ivanova M. Dyslipidemia in industrial workers in hot environments. *Cent Eur J Public Health.* 2006;14:15-7.
5. Tawatsupa B, Lim LL, Kjellstrom T, Seubtsman SA, Sleigh A. The Thai Cohort Study Team: The association between overall health, psychological distress, and occupational heat stress among a large national cohort of 40,913 Thai workers. *Glob Health Action* 3. 2010.
6. Tawatsupa B, Lim LL, Kjellstrom T, Seubtsman SA Sleigh A, Thai Cohort Study Team: Association between occupational heat stress and kidney disease among 37,816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). *J Epidemiol.* 2012;22:251-60.
7. Luo H, Turner LR, Hurst C, et al. Exposure to ambient heat and urolithiasis among outdoor workers in Guangzhou, China. *Sci Total Environ.* 2013;472C: 1130-6.
8. Kjellstrom T, Gabrysch S, Lemke B, Dear K. The 'Hothaps' programme for assessing climate change impacts on occupational health and productivity: an invitation to carry out field studies. *Glob Health Action* 2. 2009.
9. Schulte PA, Chun H. Climate change and occupational safety and health: establishing a preliminary framework. *J Occup Environ Hyg.* 2009;6:542-54.
10. Morabito M, Cecchi L, Crisci A, Modesti PA, Orlandini S. Relationship between work-related accidents and hot weather conditions in Tuscany (central Italy). *Ind Health.* 2006;44:458-64.
11. Hohnsbein J, Pieckarski C, Kampmann B, et al. Effects of heat on visual acuity. *Ergonomics.* 1984; 27(12):1239-46.
12. Sahu S, Sett M, Kjellstrom T. Heat exposure,

شرایط یا محیط کار بسیار گرم کار می‌کنند در ریسک استرس گرمایی قرار می‌گیرند و مخصوصاً آنهای که در کشورهایی با درآمد پایین و گرمسیری مشغول به فعالیت اند. این کارگران شامل کشاورزان، کارگران ساختمان‌سازی، اتش نشانان، معدنچیان، سربازان و کارگران صنایع با پروسه‌های تولید کننده گرما می‌باشند. اگر اقدامات مؤثر پیشگیرانه در محیط کار انجام شود ممکن است اثرات منفی گرمای شدید کاهش یابد [۱۱۹].

نتایج نشان داد که استرس گرمایی در محیط‌های کاری روباز با توجه به تغییرات آب‌وهای و گرم شدن فراینده کره زمین و همچنین ماهیت حرارتی بعضی مشاغل و همچنین نیاز به فعالیت افراد و تابش نور خورشید، وضعیت نگران کننده ای دارد. در اغلب مطالعات برای ارزیابی استرس حرارتی از شاخص دمای تر گویسان (WBGT) به تنهایی یا به همراه دیگر شاخص‌ها استفاده شده بود. این شاخص علاوه بر ساده بودن، راندمان بالایی در ارزیابی شرایط گرمایی محیط دارد و همچنین ارتباط قابل قبولی با پارامترهای فیزیولوژیکی دارد. نتایج نشان داد علیرغم افزایش نگرانی‌ها از افزایش گرمای جهانی زمین، در مورد اثرات بهداشتی و ایمنی آن بر روی کارگران آگاهی و دانش کافی وجود ندارد و کارگران آگاهی کافی برای شناخت اثرات آن یا مقابله با آن برخوردار نیستند. تعداد زیادی از مطالعات نشان دادند که استرس حرارتی محیط کار از ضوابط استرس حرارتی ACGIH فراتر رفته و بهداشت و ایمنی کارگران را تهدید می‌کند که این موضوع می‌تواند نشانگر اهمیت گرما و پرداختن به آن به عنوان یک اولویت در صنایع باشد؛ بنابراین لازم است در صنایع اقدامات پیشگیرانه و کنترلی لازم برای کاهش میزان استرس حرارتی و استرین ناشی از آن در نظر گرفته شود و همچنین تمهیمات اتخاذ شده توسط مدیران و مشارکت هر چه بهتر شاغلین جهت حذف یا کاهش عوارض و اثرات مرگبار آن انجام شود.

26. Nag PK, Dutta P, Nag A, Kjellstrom T. Extreme Heat Events: Perceived Thermal Response of Indoor and Outdoor Workers. *IJCRR*. 2013; 5(16):65-78.
27. Crowe J, Moya-Bonilla JM, Roman-Solano B, Robles Ramirez A. Heat exposure in sugarcane workers in Costa Rica during the non-harvest season. *Glob Health Action* 3. 2010
28. Crowe J, Wesseling C, Solano BR, Umaña MP, Ramírez AR, Kjellstrom T, et al. Heat exposure in sugarcane harvesters in Costa Rica. *Am J Ind Med*. 2013; 56(10):1157-64.
29. Nag PK, Nag A, Ashtekar SP. Thermal limits of men in moderate to heavy work in tropical farming. *Ind Health*. 2007;45:107-17.
30. Heidari H, Golbabaei F, Shamsipour A, Rahimi Forushani A, Gaeini A. Evaluation of Heat Stress among Farmers Using Environmental and Biological Monitoring: A study in North of Iran. *IJOH*. 2015; 7 (1):1-9.
31. Golbabaei F, Hamereza M, Fathi A, Dibakhosravi A. Studying the effectiveness of rehydration on productivity in a sugar beet workers among farmers in West Azarbaijan city. *JHSW*. 2014; 4 (3):49-58.
32. Monazzam MR, Golbabaei F, Khodayari F, Aazam K. Survey of the productivity loss due to heat stress in different tasks of farmers in Darreh Shahr city. *JHSW*. 2015;5(3):63-74.
33. García-Trabanino R, Jarquín E, Wesseling C, Johnson RJ, González-Quiroz M, Weiss I, et al. Heat stress, dehydration, and kidney function in sugarcane cutters in El Salvador - A cross-shift study of workers at risk of Mesoamerican nephropathy. *Environ Res*. 2015 Oct;142:746-55.
34. Frimpong K, Oosthuizen J, Van Etten EJ. The Extent of Heat on Health and Sustainable Farming in Ghana –Bawku East. *Sustainable Agriculture Research*. 2014; 3(3):56-64.
35. Inaba R, Mirbod SM. Comparison of subjective symptoms and hot prevention measures in summer between traffic control workers and construction workers in Japan. *Ind Health*. 2007;45:91-9.
36. Miller V, Bates G, Schneider JD, Thomsen J. Self pacing as a protective mechanism against the effects of heat stress. *Ann Occup Hyg*. 2011;55:548-55.
37. Farshad A, Montazer S, Monazzam MR, Eyvazlou M, Mirkazemi R. Heat Stress Level among Construction Workers. *Iranian J Publ Health*. 2014; 43(4): 492-98.
38. Morioka I, Miyai N, Miyashita K. Hot cardiovascular stress and work productivity in rice harvesters in India: Implications for a climate change future. *Ind Health*. 2013; 51(4):424-431.
13. Kjellström T, Kovats SR, Lloyd SJ. The Direct Impact of Climate Change on Regional Labour Productivity. *Arch Environ Occup Health*. 2009;64(4):217- 27.
14. Safe Work Australia. Occupational Health and Safety Statistics Report-Number of Cases 2011. <http://www.safeworkaustralia.gov.au/Pages/NOSIDecommission.aspx>. Accessed April 28, 2011.
15. Bonauto D, Anderson R, Rauser E, Burke B. Occupational heat illness in Washington State, 1995–2005. *Am J Ind Med*. 2007;50:940–50.
16. Horie S. Prevention of Heat Stress Disorders in the Workplace. *JMAJ*.2013; 56(3): 186–192.
17. US CDC. Heat – related deaths among crop workers, United States, 1992- 2006. *Morb Mortal Wkly Rep*. 2008;57 (24):649-80.
18. Tawatsupa B, Yiengprugsawan V, Kjellstrom T, Berecki-Gisolf J, Seubtsman SA, Sleigh A. Association between heat stress and occupational injury among Thai workers: finding of the Thai Cohort Study. *Ind Health*. 2013;51(1):34-46.
19. Langkulsuen U, Vichit-Vadakan N, Taptagaporn S. Health impact of climate change on occupational health and productivity in Thailand. *Glob Health Action* 3. 2010.
20. Bates GP, Miller VS, Joubert DM. Hydration status of expatriate manual workers during summer in the Middle East. *Ann Occup Hyg*. 2010;54:137–43.
21. Heidari H, Golbabaei F, Shamsipour A, Rahimi Forushani A, Gaeini A. Outdoor occupational environments and heat stress in IRAN. *J Environ Health Sci Eng*. 2015 May 28;13:48.
22. Bates GP, Miller VS. Sweat rate and sodium loss during work in the heat. *J Occup Med Toxicol*. 2008;3:4.
23. Pradhan B, Shrestha S, Shrestha R, Pradhanang S, Kayastha B, Pradhan P. Assessing climate change and heat stress responses in the Tarai region of Nepal. *Ind Health*. 2013;51(1):101-12.
24. Hajizadeh R, Beheshti MH, Khodaparast I, Malakouti J, Rahimi H. Investigation heat stress in small enterprise in Qom city. *JHSW*. 2013;3(4):59-68.
25. Golbabaei F, Rostami M, Monazzam MR, Hosseini M, Yazdani M. Investigation of heat stress based on WBGT index and its relationship with physiological parameters among outdoor workers of Shabestar city. *JHSW*. 2015;5(2):85-94.

- limits for Toronto firefighters in warm environments. *J Occup Environ Hyg.* 2004;1:199–212.
52. McLellan TM, Selkirk GA. The management of heat stress for the firefighter: a review of work conducted on behalf of the Toronto Fire Service. *Ind Health.* 2006;44:414–26.
53. Matsuzuki H, Ito A, Ayabe M, Haruyama Y, Tomita S, Katamoto S, Muto T. The effects of work environments on thermal strain on workers in commercial kitchens. *Ind Health.* 2011;49:605–13.
54. Matsuzuki H, Ayabe M, Haruyama Y, Seo A, Katamoto S, Ito A, Muto T. Effects of heating appliances with different energy efficiencies on associations among work environments, physiological responses, and subjective evaluation of workload. *Ind Health.* 2008;46:360–8.
55. Haruyama Y, Muto T, Matsuzuki H, Ito A, Tomita S, Muto S, et al. Evaluation of subjective thermal strain in different kitchen working environments using subjective judgment scales. *Ind Health.* 2011;48:135–44.
56. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Combined application of wet-bulb globe temperature and heart rate under hot climatic conditions: a guide to better estimation of the heat strain. *Feyz.* 2012; 16(2): 112-20.
57. Dehghan H, Habibi E, Khodarahmi B, Yousefi H, Hasanzadeh A. A Survey of the Relationship of Heat Strain Scoring Index and Wet Bulb Globe Temperature Index with Physiological Strain Index among Men in Hot Work Environments. *J Health Sys Res.* 2011;7(6):1148-56.
58. Gomes J, Lloyd O, Norman N. The health of the workers in a rapidly developing country: effects of occupational exposure to noise and heat. *Occup Med (Lond).* 2002;52:121–8.
59. Ayyappan R, Sankar S, Rajkumar P, Balakrishnan K. Work-related heat stress concerns in automotive industries: A case study from Chennai, India. *Glob Health Action 2.* 2009.
60. Akbari J, Dehghan H, Azmoon H. Relationship between Heat strain and Human productivity in automotive assembly industry. *J Health Syst Res.* 2013; 9(9):939-950.
61. Choobineh A, Golbabaei F. Estimation of heat stress in a biscuit producing factory by using Required Sweat Rate index. *Asia J Ergonom.* 2006;7(1 & 2):1-10.
62. Kristal-Boneh E, Harari G, Green MS. Heart rate response to industrial work at different outdoor temperatures with or without temperature control environment and health problems of outdoor workers at a construction site. *Ind Health.* 2006;44:474–80.
39. Yoopat P, Toicharoen P, Glinsukon T, Vanwonterghem K, Louhevaara V. Ergonomics in practice: physical workload and heat stress in Thailand. *Int J Occup Saf Ergon.* 2002;8:83–93.
40. Maiti R. Workload assessment in building construction related activities in India. *Appl Ergon.* 2008;39:754–65.
41. Bates GP, Schneider J. Hydration status and physiological workload of UAE construction workers: a prospective longitudinal observational study. *J Occup Med Toxicol.* 2008;3:21–30.
42. Holmes NA, Miller VS, Schneider J, Hasan O, Bates GP. Plasma sodium levels and dietary sodium intake in manual workers in the Middle East. *Ann Occup Hyg.* 2011;5:397–402.
43. Malakouti J, Yari AR, Safavi N, Majidi Gh, Nazari Sh, Alizadeh Matboo S, et al. Studying the rate of heat stress in bakers. *Arch Hyg Sci.* 2015; 4(1): 7-12.
44. Sarayi J, Njafi B, Zaroshani V, Safari variani A. Assessment of heat stress by WBGT index in the bakery-gahzvin city. *Edrak J.* 2012;7(26): 37-44
45. Hanani M, Kashani M, Mousavi S, Bahrami A. Thermal stress of the city of Kashan in the bakery. *J Kashan Uni Med Sci.* 2004;8(31):23-8.
46. Golmohammadi R, Hassani M, Zamanparvar A, Oliaee M, AliAbadi M, Mahdavi S. Comparision between HSI and WBGT indexes in bakeries of Hamedan. *Iran Occup Health.* 2006;3(3-4):46-51.
47. Aliabadi M, Jahangiri M, Arrassi M, Jalali M. Evaluation of heat stress based on WBGT index and its relationship with physiological parameter of sublingual temperature in bakeries of Arak city. *TKJ.* 2014;6(1):48-56.
48. Charkhandaz Yeganeh R, ASbbasi J, Dehghan H. Evaluation of Relationship Among Wet Bulb Globe Temperature index , Oral Temperature & Heat Strain Scoring Index In Bakers of Isfahan. *J Health Syst Res.* 2014; 10(3):559-607.
49. Smith DL, Petruzzello SJ, Kramer JM, Misner JE. The effects of different thermal environments on the physiological and psychological responses of frefghters to a training drill. *Ergonomics.* 1997;40: 500–10.
50. Sinclair WH, Brownberger JC. Wearing long pants while working outdoors in the tropics does not yield higher body temperatures. *Aust N Z J Public Health.* 2013;37(1):70-5.
51. Selkirk GA, McLellan TM. Physical work



2000;44:449-53.

75. Brahmapurkar P, Ashok G, Sanjay PZ, Vaishali KB, Gautam MK, Subhash B, et al. Heat Stress and its Effect in Glass Factory Workers of Central India. *Int Jo Engin Res Technol.* 2012;1(8):9-12.

76. Brake DJ, Bates GP. Deep body core temperatures in industrial workers under thermal stress. *J Occup Environ Med.* 2002;44:125-35.

77. Brake DJ, Bates GP. Fatigue in industrial workers under thermal stress on extended shift lengths. *Occup Med (Lond).* 2001;51:456-63.

78. Kalkowsky B, Kampmann B. Physiological strain of miners at hot working places in German coal mines. *Ind Health.* 2006;44:465-73.

79. Miller VS, Bates GP. Hydration of outdoor workers in north-west Australia. *J Occup Health Saf Aust N Z.* 2007;23:79-88.

80. Hunt AP, Parker AW, Stewart IB. Heat strain and hydration status of surface mine blast crew workers. *JOEM.* 2014 April;56(4): 409-414.

81. Brake DJ, Bates GP. Fluid losses and hydration status of industrial workers under thermal stress working extended shifts. *Occup Environ Med.* 2003;60:90-6.

82. Lutz EA, Reed RJ, Turner D, Littau SR. Occupational heat strain in a hot underground metal mine. *J Occup Environ Med.* 2014 Apr;56(4):388-96.

83. Kampmann B, Bresser G. Heat stress and flame protective clothing in mine rescue brigadesmen: inter- and intraindividual variation of strain. *Ann Occup Hyg.* 1999;43:357-65.

84. Varley F. A study of heat stress exposures and interventions for mine rescue workers. *Transactions.* 2004;316:133-42.

85. Golbabaei F, Monazam Esmaeli MR, Hemmatjou R, Gholam Reza Pour Y, Hosseini M. Comparing the Heat Stress (DI, WBGT, SW) Indices and the Men Physiological Parameters in Hot and Humid Environment. *Iran J Health Enviro.* 2012;5(3):245-52.

86. Hemmatjo R, Zare S, Babaei Heydarabadi A, 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):97-101.

87. Dehghan H, Jafari MJ, Maracy MR. Comparison between Cardiac Strain of Normal Weight and Overweight Workers in Hot and Humid Weather of the South of Iran. *J Health Syst Res.* 2012;8(5):866-75.

system at the plant. *Ergonomics.* 1997;40:729-36.

63. Chen ML, Chen CJ, Yeh WY, Huang JW, Mao IF. Heat stress evaluation and worker fatigue in a steel plant. *AIHA J (Fairfax, Va).* 2003;64: 352-9.

64. Monazzam MR, Jafariroodbandi A, mohammadi P, Amirzadeh F, Tabatabaee SHR. A study on heat stress and its risk assessment in a steel factory. *Iran Occup Health J.* 2013;9(4):41-9.

65. Fujii RK, Horie S, Tsutsui T, Nagano C. Heat exposure control using non-refrigerated water in Brazilian steel factory workers. *Ind Health.* 2007;45:100-6.

66. Negahban A, Aliabadi M, Babayi Mesdaraghi Y, Farhadian M, Jalali M, Kalantari B, et al. Investigating the Association between Heat Stress and its Psychological Response to Determine the Optimal Index of Heat Strain. *J Occup Health Engin.* 2014;1(1):8-15.

67. Jalali M, Aliabadi M, Farhadian M, Negahban S. Investigation of the variation of urine density as biomarker of dehydration conditions in workers employed in hot workplaces. *Iran Occup Health J.* 2014; 11(2):99-110.

68. Ansari M, Mazloumi A, Abbassinia M, Farhang Dehghan S, Hossieni SM, Golbabaei F. Heat stress and its impact on the workers' cortisol concentration: A case study in a metal melting industry. *JHSW.* 2014;2(4):59-68.

69. Logan PW, Bernard TE. Heat stress and strain in an aluminum smelter. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1999;60:659-65.

70. Dang BN, Dowell CH. Factors associated with heat strain among workers at an aluminum smelter in Texas. *J Occup Environ Med.* 2014; 56(3):313-8.

71. Bhanarkar AD, Srivastava A, Joseph AE, Kumar R. Air pollution and heat exposure study in the workplace in a glass manufacturing unit in India. *Environ Monit Assess.* 2005;109:73-80.

72. Jafari MJ, Hoofarasat G, Salehpour S, Khodakarim S, Haydarnezhad N. Comparison of Correlation between Wet Bulb Globe Temperature, Physiological Strain Index and Physiological Strain Index Based on Heart Rate with Heart Rate and Tympanic Temperature on Workers in a Glass Factory. *J Safe Prom Injur Prev.* 2014;2(1):55-64.

73. Pourmahabadian M, Adelkhah M, Azam K. Heat exposure assessment in the working environment of a glass manufacturing unit. *Iran J Enviro Health Sci Engin.* 2008;5(2).

74. Srivastava A, Kumar R, Joseph E, Kumar A. Heat exposure study in the workplace in a glass manufacturing unit in India. *Ann Occup Hyg.*

- 55-2010. J Health Syst Res. 2014; 9(12):1283-1292.
100. 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):1321-1328.
101. Mathee A, Oba J, Rose A. Climate change impacts on working people (the HOTHAPS initiative): finding of the South African pilot study. Glob Health Act. 2010;3.
102. Balakrishnan K, Ramalingam A, Dasu V, Stephen JC, Sivaperumal MR, Kumarasamy D, et al. Case studies on heat stress related perceptions in different industrial sectors in southern India. Glob Health Action 3. 2010.
103. Crowe J, van Wendel, de Joode B, Wesseling C. A pilot field evaluation on heat stress in sugarcane workers in Costa Rica: what to do next? Global Health Action 2. 2009.
104. Singh S, Hanna EG, Kjellstrom T. Working in Australias heat: Health promotion concerns for health and productivity. Health Promotion Int. 2013.
105. Zhou L, Xin Z, Bai L, Wan F, Wang Y, Sang S, Liu S, Zhang J, Liu Q. Perceptions of Heat Risk to Health: A Qualitative Study of Professional Bus Drivers and Their Managers in Jinan, China. Int. J. Environ. Res. Pub Health. 2014;11:1520-1535.
106. Tirgar A, Shirvieg A, Haji Ahmadi M, Hosseini R. Determination of susceptibility to heat-related disorders and prevention methods among agriculture workers. JHSW. 2012;1(1):39-46.
107. Shendell DG, Alexander MS, Lorentzson L, McCarty FA. Knowledge and awareness of heat related morbidity among adult recreating endurance athletes. Int Biometeorol. 2010;54(4):441-8.
108. Flocks J, Vi Thien Mac V, Runkle J, ovari Aguilar JA, Economos J, McCauley LA. Female farmworkers perceptions of heat- related illness and pregnancy health. J Agromed. 2013;18(4):350- 8.
109. Fleischer NL, Tiesman HM, Sumitani J, Mize T, Amarnath KK, Bayakly AR, et al. Public health impact of heat-related illness among migrant farmworkers. Am J Prev Med. 2013;44(3):199–206.
110. Kearney GD, Hu H, Xu X, Hall M, Balanay JA. Estimating the Prevalence of Heat-Related Symptoms and Sun Safety Related Behavior among Latino Farmworkers in Eastern North Carolina. J Agromed. 2015 Oct 19.
111. Stoecklin-Marois M, Hennessy-Burt T, Mitchell D, Schenker M. Heat-related illness knowledge and practices among California hired
88. Falahati M, Alimohammadi I, Farshad A, Zokaei M, Sardar A. Evaluating the reliability of WBGT and P4SR by comparison to core body temperature. Iran Occup Health. 2012;9(3).
89. Hoveizi F, Ghasemkhani M. Determination and comparison of TWL and WBGT thermal stress indices of an onshore drilling rig workers in Ahvaz. Iran Occup Health J. 2015; 12 (4) :1-10.
90. Vatani J, Golbabaei, Farhang Dehghan S, Yousefi A. Applicability of Universal Thermal Climate Index (UTCI) in Occupational Heat Assessment: A Case Study in Brick Industries. Ind Health. 2015 Aug 28.
91. Das B. Assessment of occupational health problems and physiological stress among the brick field workers of West Bengal, India. IJOMEH. 2014; 27(3): 413-425.
92. Hajizadeh R, Golbabaei F, Monazam MR, beheshti MH, Mehri A, Hosseini M, et al. Assessing the heat stress of brick-manufacturing units' workers based on WBGT index in Qom city. JHSW. 2015;4(4):9-21.
93. Brearley M, Harrington P, Lee D, Taylor R. Working in hot conditions--a study of electrical utility workers in the northern territory of Australia. J Occup Environ Hyg. 2015;12(3):156-62.
94. Meade RD , Lauzon M, Poirier MP, Flouris AD, Kenny GP. An Evaluation of the Physiological Strain Experienced by Electrical Utility Workers in North America. J Occup Environ Hyg. 2015 Oct;12(10):708-20.
95. Noweir MH, Bafail AO. Study of summer heat exposure at the ground services operations of a main international airport in Saudi Arabia. Environ Monit Assess. 2008;145:103–11.
96. Tsujimura H, Taqda K, Kitahara T, A field study on the physiological workload of garbage collectors in the Japanese summer. Ind Health. 2012;50(6):556- 66.
97. Cotter JD, Roberts WS, Amos D, Lau WM, Prigg SK. Soldier performance and heat strain during evaluation of a combat fitness assessment in Northern Australia. Austr Defenc Sci Technol Organis, DSTOTR-1023, 1–32, Melbourne. 2000.
98. Golbabaei F, Zakerian SA, Fouladi Dehaghi B, Ibrahimi Ghavamabadi L, Gharagozlu F, Mirzaei M, Hematju R. Heat Stress and Physical Capacity: A Case Study of Semi-Professional Footballers. Iran J Publ Health. 2014;43(3):355-361.
99. Taheri MR, Dehghan H, Mahaki B, Khoshzat N. Assessment of thermal comfort Alzahra hospital staffs and comparison with the ASHRAE Standard



farm workers in the MICASA Study. *Ind Health.* 2013;51(1):47–55.

112. Bethel JW, Harge R. Heat-Related Illness among Oregon Farmworkers. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2014;11:9273-9285.

113. Mirabelli MC, Quandt SA, Crain C, Grzywacz JG, Robinson EN, Vallejos QM, et al. Symptoms of heat illness among Latino farm workers in North Carolina. *Am J Pub Health.* 2010;39:468–471.

114. Lam M, Krenz J, Palmandez P, Negrete M, Perla M, Murphy-Robinson H, et al. Identification of barriers to the prevention and treatment of heat-related illness in Latino farmworkers using activity-oriented, participatory rural appraisal focus group methods. *BMC Pub Health.* 2013;13.

115. Crowe J, Nilsson M , Kjellstrom T, Wesseling C. Heat-Related Symptoms in Sugarcane Harvesters. *Am J Indust Med.* 2015;58:541–548.

116. Hunt AP, Parker AW, Stewart IB. Symptoms of heat illness in surface mine workers. *Int Arch Occup Enviro Health.* 2013;86:519-527.

117. Maeda T, Kaneko SY, Ohta M, Tanaka K, Sasaki A, Fukushima T. Risk factors for heatstroke among Japanese forestry workers. *J Occup Health.* 2006;48:223–9.

118. IPCC: 2001a, ‘Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability’, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), McCarthy, J. J., O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken, and K. S. White (eds), Cambridge University Press, 1032 pp.

119. Xiang J, Bi P, Pisaniello D, Hansen A. Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review. *Ind Health.* 2014;52:91–101.

120. Hansen E, Donohoe M. Health issues of migrant and seasonal farmworkers. *J Health Care Poor Underserv.* 2003;14(2):153-64.

121. Mirabelli MC, Richardson DB. Heat-related fatalities in North Carolina. *Am J Pub Health.* 2005;95:635–7.

## Exposure to heat stress in the workplace: A systematic review

Parvin Nassiri<sup>1</sup>, Mohammad Reza Monazzam<sup>1</sup>, Farideh Golbabaei<sup>1</sup>, Marzieh Abbasinia<sup>2</sup>,  
Masumeh Chavoshi<sup>3</sup>, Fereshteh Taheri<sup>4</sup>, Mehdi Asghari<sup>\*5</sup>

Received: 2017/04/24

Revised: 2018/01/31

Accepted: 2018/04/22

### Abstract

**Background and aims:** Working in hot environments is one of the common physical risks factor in the workplace, which can also cause heat-related illnesses and various health effects on workers, and also increasing the risk of injuries and occupational accidents. The purpose of this paper is review conducted studies about heat stress in different countries, investigation the indices of heat stress, the characteristics of the exposure in hot environments, high-risk occupations, and survey the status and importance of these studies.

**Methods:** In this review study used Web of Science, Scopus, Pubmed, ScienceDirect, Iran Medex, Magiran, Google Scholar and SID databases. The keywords included Heat stress, Heat strain, Heat exposure, Heat waves, Workplace, Knowledge and attitude of workers about heat stress, the period of 2000 to 2015 was investigated, and finally 103 original articles were identified.

**Results:** 90% of all studies being cross-sectional studies, 41% being related to outdoor workplaces, and 42% being related to indoor environment. 19 studies were about perceptions and behavioural responses of exposure to heat stress. A range of heat indices were used with 60 (71%) studies using Wet Bulb Globe Temperature Index (WBGT). Most of studied focused on manufacturing workers and farmers. Most of studies indicated that workers were suffering from heat stress and strain.

**Conclusion:** The results of reviewed studies showed that stress in workplace is worrying due to the nature of the working processes both indoor and outdoor, and of climate change. Therefore it is necessary to consider preventive and control programs to reduce the heat stress by the management and staff's participation to eliminate or reduce its lethal effects.

**Keywords:** Heat stress, Heat strain, Heat stress indices, Workplace, Exposure to heat stress.

- 
1. Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
  2. PhD student of Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
  3. MSc of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
  4. MSc of Ergonomics, Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
  5. (**Corresponding author**) Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran. m.asghari2011@gmail.com.