

## ریسک فاکتورهای فردی در مواجهه با استرس حرارتی محیط کار

پروین نصیری<sup>۱</sup> - محمدرضا منظم<sup>۲</sup> - فریده گلبابایی<sup>۱</sup> - علی اکبر شمسی پور<sup>۳</sup> - حسین عربعلی بیک<sup>۴</sup>

مرضیه عباسی نیا<sup>۵</sup> - معصومه چاوشی<sup>۶</sup> - مهدی اصغری<sup>۷\*</sup>

m.asghari2011@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۳۱

### چکیده

**مقدمه:** ایجاد تنش گرمایی تحت تاثیر عوامل متعددی است که می‌توان به مجموعه‌ای از فاکتورها مانند عوامل فردی، محیطی و مدیریتی اشاره کرد. عوامل فردی سبب کاهش تحمل فرد نسبت به گرما شده و نقش مهمی در بروز ریسک بیماری‌های ناشی از استرس حرارتی ایفا می‌کند. هدف از انجام این مطالعه مروری، بررسی مهم‌ترین پارامترهای فردی تاثیر گذار بر استرس حرارتی و مطالعات صورت گرفته در این زمینه بود.

**روش کار:** در این مطالعه مروری از پایگاه‌های اطلاعاتی، Web of Science، Scopus، Pubmed، Iran Medex، Magiran، Google Scholar و SID استفاده شد. کلید واژه‌های استرس حرارتی، عوامل فردی، مواجهه با گرما در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت ۷۵ مقاله وارد این مطالعه شدند.

**یافته‌ها:** در سطح فردی، مواجهه با یک ریسک فاکتور ممکن است باعث کاهش تحمل گرما در فرد شود، در حالی که ترکیبی از چند ریسک فاکتور به طور سینرژیسم، احتمال بروز بیماری‌های ناشی از گرما را افزایش می‌دهد. ریسک فاکتورهای فردی شامل سن، جنسیت، چاقی، عدم سازش و تطابق، خستگی، نژاد، سابقه بیماری‌های گرمایی و کم‌آبی بدن می‌باشند. علاوه بر این، برخی از بیماری‌ها (بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت و یا بیماری‌های عفونی) و یا مصرف برخی از داروها و مواد مخدر یا الکل می‌تواند تحمل گرما را کاهش دهند.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به موارد اشاره شده و اهمیت پارامترهای فردی لازم است که در هنگام استخدام نیروی کار در محیط‌های گرم، توجه ویژه‌ای شود. پارامترهای فردی شود. هم‌چنین با توجه به عدم وجود آگاهی و دانش کافی شاغلین لازم است برنامه‌های آموزشی مناسب با هدف کاهش اثرات استرس حرارتی تهیه گردد.

**کلمات کلیدی:** استرس حرارتی، ریسک فاکتورهای فردی، تحمل گرمایی، محیط‌های شغلی

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

۲- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳- دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴- استادیار، مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۵- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۶- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۷- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست،

دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

### مقدمه

محیط کار در برگیرنده مخاطرات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و روانی می‌باشد. روند رو به رشد تکنولوژی در بخش‌های مختلف سبب گردیده انسان‌ها روزانه با عوامل زیان آور متعدد شناخته شده یا ناشناخته شده مواجهه داشته و از اثرات نامطلوب و بیماری زاای آنها متاثر شوند. یکی از عوامل زیان آور محیط‌های کاری، استرس حرارتی ناشی از حرارت محیطی بالاست که شاید کم‌تر نسبت به عوامل زیان آور دیگر مورد بررسی قرار گرفته باشد (۱). استرس حرارتی مجموعه ای از عوامل حرارتی داخلی و خارجی می‌باشد که سبب بیماری در بدن انسان می‌گردد. دمای داخلی بدن، میزان سازگاری با محیط و میزان متابولیسم، از عوامل داخلی و دمای هوا، سرعت جریان هوا، گرمای تابشی و رطوبت جز عوامل خارجی موثر در میزان استرس حرارتی می‌باشند (۲).

گرما به‌عنوان یک شاخص حیاتی بوده که از دیرباز مورد توجه بوده است. گرما در صنایع به‌عنوان یک انرژی در فرآیندهای تولیدی اهمیت دارد و در نتیجه سبب ایجاد اختلال در سیستم سلامت کارگران در معرض آن می‌شود و به‌عنوان یک مخاطره انکارناپذیر در محیط‌های کاری بخصوص در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. گرمای زیاد سبب بروز عوارضی هم‌چون گرم‌زدگی و بی حالی شدید می‌شود. گرم‌زدگی زمانی ایجاد می‌شود که دمای داخلی بدن فرد به ۱۰۳ درجه فارنهایت (۴۳/۹ درجه سلسیوس) برسد که در این حالت به‌طور هم‌زمان در کار اعضای مختلف بدن ایجاد می‌شود و ممکن است در مدت چند ساعت منجر به مرگ شود (۳). ایجاد و بروز فشار یا تنش گرمایی تحت تاثیر عوامل متعددی است که در شکل ۱ ارایه

شده اند که یکی از این پارامترها، پارامترهای فردی می‌باشد که مبحث مورد بررسی این مطالعه است. احتمال و شدت استرین حرارتی درک شده در افراد، در شدت گرمای مشخص، به ظرفیت فیزیولوژیکی مواجهه با گرما بستگی دارد. ریسک فاکتورهای فردی در استرین حرارتی، عواملی هستند که ممکن است باعث کاهش تحمل فرد در برابر استرس حرارتی شود. سابقه قبلی بیماری‌های مربوط به گرما، عاملی حیاتی در تحمل گرماست. سایر ریسک فاکتورها شامل سن، جنس، سبک زندگی، سازش با گرما و نژاد است. هدف از این مطالعه مروری، بررسی مهم‌ترین پارامترهای فردی تاثیر گذار بر استرس حرارتی و مطالعات صورت گرفته در این زمینه بود.

### روش کار

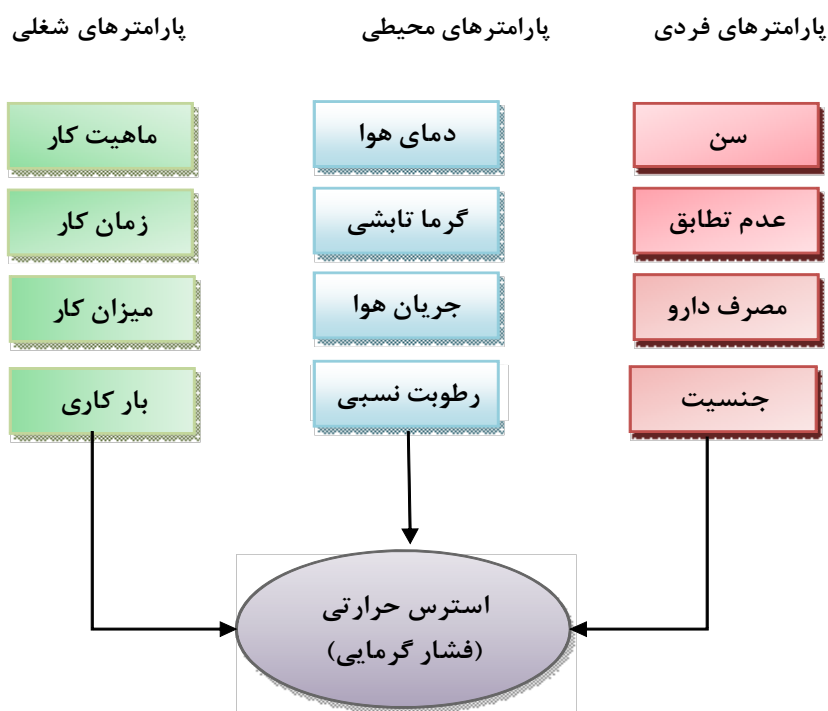
در این مطالعه مروری، کلیه مقالات چاپ شده به زبان انگلیسی و فارسی در زمینه استرس حرارتی در محیط‌های کاری از سال ۱۹۹۵ تا سال ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفته است. کلمات کلیدی مورد استفاده برای جستجو، شامل موارد زیر بودند: استرس حرارتی، عوامل فردی، مواجهه با گرما و آگاهی و درک شاغلین از استرس حرارتی. پایگاه‌های علمی مورد استفاده در این مطالعه شامل این پایگاه‌ها بودند:

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

با توجه به هدف مطالعه، از ۱۸۳ مقاله بررسی شده، در نهایت ۹۶ مقاله مورد استفاده قرار گرفت.

### یافته ها

در ادامه به بررسی مهم‌ترین پارامترهای فردی تاثیر گذار بر استرس حرارتی می‌پردازیم.



شکل ۱. عوامل موثر در ایجاد فشار گرمایی

کلی افراد بالای ۴۵ سال، مستعد ابتلا به اختلالات ناشی از گرما شناخته می شوند. در مطالعه ای در شمال کشور در سال ۲۰۰۸، میانگین سنی کشاورزان مورد بررسی  $42/8 \pm 11/9$  سال بود که از جمله ۱۲٪ از آنان دارای سنی بالاتر از ۶۰ سال بوده اند. این وضعیت ضمن همخوانی با گزارشات منتشره در خصوص سالخوردگی نیروهای بخش کشاورزی در مقایسه با دو بخش صنعت و خدمات، گویای آسیب پذیری و استعداد بیش تر این گروه شغلی و ضرورت توجه هر چه جدی تر به سلامت آنان می باشد (۸).

متون گذشته نشان داده اند که از نظر فیزیولوژیکی، مردان و زنان میان سال، نسبت به افراد جوان تر، در انجام تست های مقاومت به گرما، تحمل بیش تری داشتند (۹). در محیط های کاری، مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان داده اند که کارگران

سن تعدادی از مطالعات نشان دادند که تاثیر گرما به طور قابل توجهی با سن افزایش می یابد (۴). افراد مسن مستعد کاهش حجم ماهیچه های بدن و در نتیجه کاهش قدرت هستند (۵). ترکیب بدن و وزن با سن افزایش می یابد و در نتیجه کارگران، مستعد دیابت، افزایش فشار خون و کاهش انعطاف پذیری و تحرک می شوند (۶ و ۷). هم چنین با افزایش سن از کارایی غدد ترشح کننده عرق کاسته شده و خنک سازی بدن از طریق تبخیر عرق دشوارتر می گردد. در سنین بالا از احساس تشنگی کاسته شده و چه بسا به دلیل استفاده از داروها در این سنین، از حجم مایعات بدن کاسته می گردد. در حالت کلی، فرآیند افزایش سن و پیر شدن می تواند شامل تغییر توانایی کارگران در انجام کارهای فیزیکی شود. شاید به همین دلایل است که به طور

جوان تر، از بیماری‌ها و حوادث ناشی از گرما بیش تر رنج می‌برند (۱۰). ریسک بالاتر تجربه مشکلات ناشی از گرما در افراد جوان، احتمالاً به علت انجام دادن کارهای سخت تر توسط افراد جوان، کمبود آموزش‌های ایمنی و بهداشتی و مهارت‌های مورد نیاز کارگران و آگاهی کم تر نسبت به ریسک مواجهه با گرما است (۱۱، ۱۲).

در مقابل، بسیاری از مطالعات مبتنی بر جامعه نشان داده اند که افراد مسن به گرمای شدید حساسیت بیش تری دارند (۱۳، ۱۴). ممکن است این حساسیت با کاهش عمل کرد دستگاه‌های تنظیم کننده بدن در اثر افزایش سن و شیوع بیماری‌های مزمن مرتبط باشد (۱۵).

افزایش سن موجب کاهش میزان عرق و نیز سبب افزایش میزان جریان خون در پوست می‌شود. نشان داده شده است که در شرایط یکسان محیطی از نظر بار حرارتی و سوخت و ساز مشابه بدن، افراد مسن تر (بالای ۴۰ سال) در معرض خطر بالاتری از بیماری‌های مرتبط با گرما نسبت به افراد زیر ۴۰ سال قرار دارند. مقدار آب بدن نیز با افزایش سن، که ممکن است نقش مهمی داشته باشد، کاهش می‌یابد (۱۶).

در حال حاضر مطالعات کمی به بررسی حساسیت گروه‌های سنی مختلف افراد در جامعه، نسبت به گرمای شدید پرداخته اند. نتایج مطالعه Foglemqn و همکارانش در سال ۲۰۰۴ در یک صنعت ریخته گری آلومینیوم، نشان داد که کارگران مسن نسبت به افراد جوانتر، شیوع نسبتاً بالاتری از آسیب‌های ناشی از گرما در دمای بالاتر از ۳۸ درجه سانتی گراد دارند. در حالی که در دماهای کم تر از ۳۸ درجه سانتی گراد، این میزان در کارگران جوان تر بیش تر بود (۱۷).

از طرفی نشان داده شده است که کارگران مرد مسن، ریسک بالاتری در خصوص مرگ‌های ناشی از گرما در کارگران بخش کشاورزی امریکا، دارند (۱۸). در خصوص تاثیر سن بر حساسیت‌های فردی، آسیب‌ها و حوادث ناشی از گرما در دماهای بسیار بالا، نیاز به مطالعات بیش تری می‌باشد.

#### جنسیت

بین مردان و زنان از دیدگاه فیزیولوژی غدد درون ریز و ویژگی‌های بدنی تفاوت کمی وجود دارد. برای مثال مردان به طور متوسط اندازه بدن بزرگ تر، وزن و قدرت بیش تری دارند. به طور کلی، در عین حال با تفاوت‌های زیاد فردی، زنان نسبت سطح به جرم بزرگ تری دارند که نشان می‌دهد زنان بیش تر مستعد ابتلا به از دست دادن حرارت هستند. از سوی دیگر، زنان محتوای چربی کل و چربی زیر پوستی بیش تری از مردان دارند که به نوبه خود باعث افزایش عایق می‌گردد.

با وجود درصد بیش تر چربی بدن زنان، اندام‌های انتهایی زنان، نسبت به مردان بیش تر مستعد کاهش دما است. این تفاوت را می‌توان به هورمون‌های تولید مثلی و نیز مراحل قاعدگی در زنان نسبت داد. به طور کلی محدوده درجه حرارتی که در آن زنان احساس آسایش حرارتی دارند، نسبت به مردان، در دماهای بالاتری قرار دارد. هم‌چنین مشخص شده است که زنان در دماهای بالاتر، میزان تعریق کم تری دارند، در نتیجه آب بدن آنان حفظ شده و تحمل حرارت مرطوب بهتری دارند. آستانه تعریق و آستانه انقباض عروق حتی در روز اول چرخه قاعدگی در زنان، نسبت به مردان ۰/۵-۰/۳ درجه سانتی گراد بالاتر است. این تفاوت‌ها در زمان قاعدگی در زنان بیش تر می‌شود.

تاثیر فقدان ترشح استروژن است. مکانیسم اثر بارداری در تحمل گرمایی زنان مشخص نیست، اما سطح هورمون تغییر یافته، اضافه وزن، کاهش ظرفیت انطباقی و افزایش مطالبات گردش خون جنین به مادر به علت بارداری ممکن است منجر به غش و سنکوپ (از دست رفتن هوشیاری برای مدت زمانی نه چندان طولانی است که در آن شخص وضعیت بدنی خود را از دست می‌دهد) شود. به نظر می‌رسد هیپرترمی شدید مادر (افزایش دمای بدن) به دلیل بیماری سبب افزایش بروز نقص عضو جنین شود. نتایج مطالعه Hartgill و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان داد که تنظیم درجه حرارت بدن در دوران بارداری با تغییراتی همراه بوده است. در سه ماهه اول بارداری، درجه حرارت داخلی بدن مادر به بالاترین حد خود افزایش یافته، اما در ۳ ماهه ی قبل از زایمان و تا ۶ ماه پس از زایمان در زنان شیرده این میزان به کمترین مقدار کاهش یافت. در حال حاضر تنها علل بازگشت با تاخیر به درجه حرارت نرمال را می‌توان این‌گونه توجیه نمود.

یک مطالعه کیفی که در شمال آفریقا انجام شد نشان داد که زنان در مقایسه با مردان وقتی که مجبور به انجام کار شدید و فشرده هستند، احساس می‌کنند که توانایی انجام کار در شرایط گرم را ندارند (۲۱). در هنگام انجام کار در شرایط اضطراری، به نظر می‌رسد که زنان ریسک بیشتری در مواجهه با بیماری‌ها و آسیب‌های ناشی از گرما دارند (۲۲). جهت رسیدن به یک اتفاق نظر در مورد رابطه جنسیت و گرما، باید مطالعات بیشتری صورت گیرد (۲۳).

در خصوص مرگ و میر ناشی از گرما در جمعیت عمومی، چندین مطالعه نشان داده اند

مردان دارای میزان حداکثر عرق بالاتر بوده که ممکن است تحمل محیط‌های بسیار گرم و خشک را بالا ببرد. زنان نسبت به مردان میزان عرق کمتری دارند که در محیط‌های گرم و خشک نامطلوب است، اما در محیط‌های گرم و مرطوب مطلوب است (۲۰، ۱۹). در مقابل، برخی از مطالعات نشان داده‌اند که تفاوت ناچیز و یا عدم تفاوت بین مردان و زنان در تولید حرارت سوخت و ساز بدن و یا انتقال حرارت توسط تشعشع، همرفت یا تبخیر وجود دارد. توانایی و ظرفیت بیش‌تر مردان در انجام تمرینات مداوم در دماهای بالا مرتبط با ظرفیت هوازی بالاتر آنهاست و تفاوت در تعداد ضربان قلب در زنان و مردان به طور عمده وابسته به تفاوت‌های دو جنس، تناسب اندام و سطح استرس فردی است.

نتایج مطالعه Havenith در سال ۲۰۰۵ نشان داد زنان در مقایسه با مردان، دارای دمای داخلی، درجه حرارت پوست، ضربان قلب و فشار خون بیش‌تر بوده و برتری‌هایی در تعریق کردن آنها به چشم می‌خورد. علاوه بر این، Witterseh و همکاران در سال ۲۰۰۴ یافتند که اثر استرس حرارتی بر عمل‌کرد در مردان نسبت به زنان نامطلوب تر به نظر می‌رسد و kenny و همکاران در سال ۲۰۰۷ یافتند که در زنان آستانه شروع افزایش دمای داخلی برای عرق کردن در ورزش‌های متوسط و شدید بیش‌تر بوده است. در زنان دو فرآیند خاص، تنظیم حرارت را تحت تاثیر قرار می‌دهد: چرخه قاعدگی و یائسگی. اگرچه به نظر می‌رسد اثر چرخه قاعدگی در حالت استراحت (دمای داخلی بالاتر در مرحله تخمک گذاری) در مواجهه با گرما تقریباً وجود ندارد. گرگرفتگی و عرق شبانه یائسگی شاهدهی بر تنظیم حرارت تحت

با گرما می‌تواند احتمال مرگ و میر را در افراد افزایش دهد. استفاده از بسیاری از داروها و برخی درمان‌ها، هنگامی که فرد با گرما مواجهه دارد، باید با احتیاط‌های خاصی انجام شود (۲۷). داروهای خاصی باعث تداخل با سیستم تنظیم دمای بدن افراد با مکانیسم‌های مختلفی می‌شوند: تغییر در مکانیسم‌های تنظیم حرارت بدن، تجویز داروهای مربوط به تب، تب در اثر تاثیر داروها بر بدن، واکنش‌های ایدیوسین کراتیک (وجود حساسیت بیش از حد در برخی از افراد) و واکنش‌های حساسیتی (۲۸).

همچنین استفاده از داروها طی فعالیت در آب و هوای گرم از طریق کاهش کارایی، کاهش میزان آب بدن، کاستن از ضربان قلب، کاستن از فشار خون یا مواردی از این دست موجب افزایش استعداد ابتلاء به اختلالات ناشی از گرما می‌شوند (۲۹).

نه تنها تاثیر یک دارو در این مورد اهمیت دارد، بلکه تاثیر ترکیبی از داروها نیز باید در نظر گرفته شود. داروهایی که با فرآیندهای تنظیم حرارت بدن تداخل دارند، شامل داروهای ضد افسردگی و داروهای اتساع برونش که می‌تواند ضربان قلب را تغییر دهند و موجب کاهش میزان عرق شوند. داروهای فشار خون بالا مانند مسدود کننده‌های بتا، می‌توانند جریان خون پوست را کاهش دهند، و در نتیجه موجب کاهش مکانیسم همرفتی بدن شوند. آنتی هیستامین‌ها می‌توانند موجب کاهش جریان خون به پوست و افزایش دمای پایه بدن شوند و البته، داروهای مدر یا "قرص‌های آب" تعادل مایعات در بدن را تغییر می‌دهند (۳۰).

تاکنون تحقیقات کمی در رابطه با بررسی

که زنان ریسک بالاتری در مواجهه با گرما نسبت به دیگر افراد دارند (۲۵، ۲۴، ۲۳). در مقابل، در محیط‌های کاری نشان داده شده است که کارگران مرد ریسک بالاتری در مرگ‌های ناشی از گرما در برابر زنان دارند، از آنجاییکه مردان بیش‌تر در مشاغل محیط‌های روباز همراه با کار شدید بدنی مشغول به کار هستند، ذاتاً ریسک بالاتری به ابتلا به بیماری‌ها و آسیب‌های گرمایی دارند (۲۶).

در سال‌های بین ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۶، ۶۸ کارگر کشاورزی در اثر شوک گرمایی در امریکا فوت نمودند که تمام آنها مرد بودند (۲۶). البته برای تعیین میزان حساسیت مردان و زنان به گرما در محیط‌های کاری، نیاز به انجام مطالعات بیش‌تری است تا مشخص شود که در این رابطه نیاز به توسعه دستورالعمل یا ضوابط خاصی وجود دارد یا خیر.

مطالعه‌ای در سال ۱۹۸۵ توسط Kenny انجام شد که تفاوت پاسخ‌ها به استرس حرارتی در دو گروه مرد و زن مقایسه گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که سیستم تنظیم حرارت زن‌ها و مردها تفاوت بسیار اندکی داشته و تنها میزان تعریق در مردها کمی بالاتر از زن‌ها در سن، اندازه بدن و شرایط سازش یکسان می‌باشد که این مورد برای خانم‌ها در شرایط هوایی گرم و خشک یک محدودیت و در شرایط گرم و مرطوب یک مزیت در مواجهه با استرس حرارتی محسوب می‌گردد. همچنین خانم‌ها دارای تحمل دماهای کم‌تری نسبت به مردها می‌باشند، اما اگر شرایط سازش، اندازه بدن و سطح تناسب قلبی عروقی استاندارد باشد، تفاوت‌ها ناچیز می‌باشند (۲۰).

استفاده از دارو، درمان‌های خاص و یا الکل در طول مواجهه با گرمای شدید

مصرف برخی از داروها به همراه مواجهه

است. در میان کارگران بخش ساختمانی در ژاپن، ۲۸/۷٪ از آنها اعتیاد به مصرف روزانه الکل و ۲۰٪ اعتیاد به نوشیدنی‌های سنگین دارند (۳۴). در مقابل، بر اساس آمار ارایه شده حدود ۵٪ از کارگران محیط‌های کاری در Thai اعتیاد به مصرف الکل دارند (۳۵).

در سال ۲۰۰۱ در استرالیا بر اساس تحقیق کمیته استراتژی ملی استفاده از مواد مخدر، حدود ۸٪ از نیروهای کاری حداقل هفته ای یکبار در حد ریسک بالا، الکل مصرف می‌کنند (۶۳). با وجود این، گنجاندن مطالعات بیش‌تر در خصوص ریسک ترکیبی استفاده از الکل و مواجهه با استرس حرارتی، ضروری است. انستیتوی ملی بهداشت و ایمنی کار و وزارت کار ایالات متحده نیز تاکید کرده اند که اطلاعات راجع به استفاده افراد از الکل و داروهای خاص باید در معاینات پیش از استخدام و معاینات دوره ای کارگران محیط‌های گرم گنجانده شود (۷۳).

#### سطوح تطابق

تطابق یک‌سری تغییرات فیزیولوژیکی است که به کارگر اجازه می‌دهد تا با استرس حرارتی مقابله کرده و با افزایش اثربخشی و کارایی اتلاف حرارتی، استرس حرارت را کاهش دهد (۳۹، ۸۳). مدت زمان مورد نیاز برای تطابق کارگر متغیر است و زمان ثابتی ندارد و تخمین زده می‌شود که اکثر افراد بین ۴ تا ۱۴ روز به تدریج با گرما تطابق می‌یابند (۴۰). به طور معمول، تطابق پس از پنج روز از مواجهه پی در پی با گرما شروع می‌شود، در صورتی که در هر روز فرد حداقل ۲ ساعت مواجهه با گرما داشته باشد. سازگاری در عرض ۴ روز کاهش می‌یابد و می‌تواند به طور کامل در طی

استفاده از داروها در کارگران محیط‌های گرم صورت گرفته است. طبق آمار ارایه شده در ایالت واشنگتن، حداقل ۲۲٪ از ۴۸۰ کارگری که ادعای غرامت کرده بودند و در محیط‌های گرم مشغول به کار بودند، در طول سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵، از دارو استفاده کرده بودند (۱۰). نتایج یک مطالعه مقطعی در میان کشاورزان شمال کشور در سال ۲۰۰۸ نشان داد که حداقل ۱۳٪ از آنان در زمان انجام بررسی از دارو استفاده می‌نمودند (۸). میزان مصرف الکل و الگوی مصرف آن روی سلامت انسان تاثیر دارد. سیگار یکی از نگرانی‌های بهداشت عمومی است که از دلایل عمده مرگ انسان‌ها می‌باشد. کشیدن سیگار یکی از دلایل یک مرگ از پنج مرگ در هر سال در امریکا است (۳۱). مصرف تنباکو اغلب با بیماری‌های ریوی و قلبی در ارتباط است. همچنین ریسک فاکتور مهمی در سگته، حملات قلبی، آمفیوزم، بیماری‌های مزمن ریوی و سرطان است. بنابراین سیگار کشیدن و نوشیدن الکل، عاداتی هستند که عمل کرد کاری کارکنان را تحت تاثیر قرار داده و بر استرس حرارتی در شرایط گرم تاثیر می‌گذارند (۳۲).

الکل نه تنها باعث سرکوب سیستم ایمنی مرکزی می‌شود، بلکه در غلظت‌های بالا باعث تاثیر بر درک و قضاوت افراد نیز می‌گردد، و همچنین در غلظت‌های پایین باعث کاهش پاسخ‌های تنظیم دمایی بدن شامل وازوموتور و تعریق کارگران می‌شود و در نتیجه استعداد (مستعد تر شدن) کارگران به ابتلا به بیماری‌ها و حوادث ناشی از گرما را افزایش می‌دهد (۳۳).

نسبتی از کارگران که اعتیاد به مصرف الکل دارند با توجه به فرهنگ و نژاد کارگران متفاوت

۴۶٪ از موارد اختلالات ناشی از گرما در اولین روز اشتغال و مواجهه با محیط گرم و ۸۰٪ موارد در بین ۴ روز اول رخ داده است (۴۷). گزارش‌های رایج شده در دیگر کشورها از جمله آمریکا گویای آن است که بر پایه مطالعه ای در سال ۲۰۰۶، بیش از ۷۵٪ از افراد در معرض گرما، آموزشی در خصوص تطابق با آن دریافت نموده و در گزارش دیگری (۲۰۰۵) آمده است که کلیه قربانیان اختلالات ناشی از گرما از میان کسانی بوده اند که تا آن زمان هیچ آموزشی در رابطه با تطابق دریافت نکرده اند (۴۷).

#### بیماری‌های زمینه‌ای قلبی

یکی از ریسک فاکتورهای مهم در ایجاد مرگ و میر در اثر مواجهه با گرما، سابقه بیماری‌های زمینه‌ای و مزمن مانند بیماری‌های قلبی- عروقی می‌باشد (۴۸, ۱۴).

اگر یک فرد از یک بیماری سیستم قلبی عروقی و دیابت رنج می‌برد، احتمال ابتلای وی به بیماری‌های مرتبط با گرما ممکن است افزایش یابد، در صورتی که سیستم تنظیم دمای بدن وی تحت تاثیر بیماری قرار گیرد. کم کاری تیروئید به طور مستقیم بر سوخت و ساز بدن و درجه حرارت بدن تاثیر می‌گذارد. کم خونی و تعداد گلبول قرمز خون پایین، می‌تواند روی سوخت و ساز بدن و پاسخ سیستم قلب و عروق ( و تنظیم حرارت) تاثیر داشته باشد (۳۰).

نتایج مطالعه ای در میان کشاورزان در کشورمان گویای آن بوده است که حدود ۱۵٪ از آنان حداقل به یک بیماری مزمن نظیر بیماری قلبی عروقی، کلیوی، دیابت یا فشار خون مبتلا بوده اند (۸). یک مطالعه کوهورت ملی در تایلند

چندین هفته بدون مواجهه، از بین رود، که این زمان می‌تواند ۳-۴ هفته باشد (۴۱). یک مطالعه نشان داد که اغلب شکایت‌ها از استرس حرارتی در کارگران تازه وارد بوده که هنوز با گرما تطابق پیدا نکرده اند و یا کسانی که در مشاغل سنگین روباز مشغول فعالیت هستند (۴۲).

تطابق از شرایط لازم برای پیش‌گیری از گرما است و در اثر استراحت کارگران در محیط‌های با تهویه مناسب، تطابق کارگران با گرما از بین نمی‌رود (۴۳). همچنین مرخصی‌های طولانی مدت در کارگران تطبیق یافته، کارگران جدید ورود و یا کارگران قراردادی موقتی که از مناطق سردسیر به مناطق گرمسیر آمده اند و هنوز تطبیق نیافته اند، توصیه نمی‌شود. از طرفی، در این افراد بیماری‌ها و آسیب‌های ناشی از گرما شیوع بیشتری دارد (۴۴). نظیر کارگران فصلی در استرالیا. تاثیر تطابق با گرما می‌تواند در اثر کم خوابی، عفونت، کم آبی بدن و کاهش نمک بدن از بین رود (۴۵).

محاسن تطابق با گرما شامل بهبود میزان تحمل افراد، کاهش شدت علائم بیماری‌های ناشی از گرما، افزایش بازده کاری، کاهش فشار وارده به سیستم‌های قلبی- عروقی (کاهش در ضربان قلب و حجم ضربه ای) و نیز کاهش میزان سوخت و ساز بدن است. علاوه بر آن، تطابق موجب پایین آمدن آستانه تعریق، توزیع بهتر عرق روی سطح بدن، افزایش میزان تعریق و کاهش میزان نمک موجود در عرق ( کاهش از دست دادن سدیم از طریق تعریق تا بیش از ۵۰ درصد) می‌گردد (۴۶). بر پایه تحقیقات اداره ایمنی و بهداشت شغلی کالیفرنیا در ارتباط با بیماری‌ها و مرگ‌های ناشی از استرس حرارتی در سال ۲۰۰۵ تقریباً



که به بررسی رابطه میان استرس حرارتی و آسیب‌های شغلی پرداخته است، نشان داده که ۳,۶٪ از ۵۸۴۹۵ کارگر به بیماری‌های شغلی مبتلا بودند که حداقل ۷۹٪ از این افراد کم‌تر از ۳۵ سال سن داشتند. اگرچه وجود بیماری‌های قبلی که ریسک فاکتوری برای بیماری‌ها و آسیب‌های مرتبط با گرما در محیط‌های کاری هستند، در این مطالعه در نظر گرفته نشدند. در حال حاضر شواهد اپیدمیولوژیک در این رابطه محدود است و مطالعات بیشتری باید صورت گیرد (۳۵).

#### شرایط هیدراسیون

تعریق مناسب، یکی از مهم‌ترین مداخلات موثر در ایمنی و بهداشت کارگرانی است که در محیط‌های گرم مشغول به کار هستند. نشان داده شده است که عدم تعادل آب بدن انسان که سبب افزایش دمای عمقی بدن می‌شود، اثر نامطلوبی بر عمل‌کرد فیزیکی و هماهنگی بدن و اختلال در عمل‌کرد شناختی افراد دارد. در نتیجه، کم‌آبی ممکن است سبب افزایش ریسک بیماری‌ها و حوادث شغلی شود (۴۹). مطالعات مختلفی در سال‌های مختلف نشان دادند که از دست دادن وزن بدن به میزان ۱ الی ۲ درصد با کاهش ظرفیت کار فیزیکی و بروز سریع خستگی همراه است (۵۰).

Bates و همکاران اثر کم‌آبی مداوم بدن را روی کارگران استرالیایی و منطقه مدیترانه شرقی در صنایع مختلف در دهه گذشته مورد بررسی قرار دادند (۵۰,۵۱,۵۲,۵۳). مطالعه دیگری نیز روی کارگران محیط‌های روباز معادن رو زمینی در منطقه Pilbara در بخش غربی استرالیا در سال ۲۰۰۷ انجام شد. نمونه ادرار ۷۰٪ از ۷۱۰ کارگر نشان داد که بدن کارگران با کم‌آبی مواجه

بود به طوری که ۱۶٪ از کارگران نیاز به خدمات کلینیکی داشتند (۵۱). هم‌چنین نتایج سایر مطالعات انجام شده در استرالیا متفاوت بود و تقریباً در تمام گروه‌ها، کمبود آب بدن که توسط وزن مخصوص ادرار سنجیده شد، در افراد وجود داشت و بخش بزرگی از افراد در معرض خطر بودند (۵۲,۵۴).

شرایط مشابهی نیز در کارگران ساختمانی در امارات متحده عربی (۵۰,۵۳) و ایران (۵۵) دیده شد. کم‌آبی بدن در بعضی کشورهای با درآمد پایین شرایط وخیم‌تری دارد، به خصوص در کارگران بخش کشاورزی. در بعضی کشورهای آمریکای مرکزی مثل نیکاراگوئه، در بیش از ۸۰٪ کارگران نیشکر، علائم کم‌آبی بدن دیده شد و هم‌چنین در ۳۳٪ از آنها کم‌آبی شدید وجود داشت (۵۶). شرایط مشابهی نیز در کارگران کاستاریکا دیده شد (۵۷,۵۸).

آموزش یکی از ارکان اصلی برای کمک به جبران کم‌آبی بدن این‌گونه کارگران است. بعضی سازمان‌ها نظیر NIOSH توصیه‌هایی برای مصرف مایعات دارند که توصیه می‌کند مقدار کم‌آب در دفعات متعدد استفاده شود: حداکثر ۱ لیوان (۲۵۰ میلی لیتر) هر ۱۵ تا ۲۰ دقیقه (۵۹). نتایج حاصل از یک بررسی در سال ۲۰۰۵ نشان داد که ۷۲٪ از افراد مبتلا به اختلالات ناشی از گرما علی‌رغم دسترسی به مایعات، از نوشیدنی کافی استفاده ننموده‌اند (۶۰).

هرچند مقادیر توصیه شده ممکن است در شرایط مختلف، بسیار کم یا بسیار زیاد باشد که با توجه به کمبود آب و میزان کم‌آبی افراد مختلف، متغیر است که به شرایط محیطی، لباس‌های حفاظتی و سختی کار بستگی دارد (۶۱).

شاخص توده بدنی (*BMI*)

ثابت شده است که چاقی باعث افزایش احتمال ابتلا افراد به بیماری‌های مرتبط با گرما می‌شود. سطح پایین آمادگی جسمانی، همراه با اضافه وزن (به دلیل سطح کم‌تر بدن نسبت به وزن بدن)، موجب مساحت کم‌تر برای مکانیسم‌های خنک کننده تبخیری می‌شود (۴۱).

شاخص توده بدن (*BMI*) یک ابزار مفید برای تعیین چاقی است که در فرمول ۱ آمده است. سازمان بهداشت جهانی (*WHO*) چاقی را به عنوان *BMI* بیش‌تر از ۳۰ تعریف می‌کند.

$$BMI = \frac{(Mass(lbs) \times 703)}{Height^2(inches)} \quad (1)$$

$$BMI = \frac{Weight(kg)}{Height^2(m)}$$

بر اساس نتایج تحقیقات، افراد سنگین وزن با *BMI* بیش از ۲۷ مستعد ابتلا به اختلالات ناشی از گرما هستند (*BMI* ترجیحاً باید بین ۲۴ تا ۲۷ باشد). علت چنین مشکلی اختلال در تبادل گرمای بدن معرفی شده است. در یک مطالعه مورد شاهدهی از سربازان نظامی، خطر ابتلا به بیماری‌های مرتبط با گرما با افزایش شاخص توده بدن افزایش یافته است، کسانی که نمایه توده بدنی آنها بیش‌تر از ۲۲ کیلوگرم بر متر مربع بوده است در معرض بیش‌ترین خطر ابتلا به این‌گونه بیماری‌ها بوده اند (۶۲). دیگر عوامل خطر در جمعیت نظامی، خستگی، بیماری‌های عفونی و به تازگی افزایش حجم آموزش‌های بدنی گزارش شده است (۶۳).

*Bates* و *Donoghue* در بررسی ارتباط شاخص توده بدن با خستگی نشان دادند که با افزایش میزان شاخص توده بدن، بطور واضح خطر

بروز خستگی گرمایی افزایش می‌یابد، به طوری که نسبت شانس برای *BMI* کم‌تر از ۲۷، بین ۲۷ تا ۳۲ و بالاتر از ۳۲ به ترتیب ۱، ۹۴/۲ و ۶۳/۳ بود (۶۴).

*Chung* و *Pin* در مطالعه ای بر روی ۲۱۸ سرباز دارای اختلالات گرمایی و ۵۳۷ سرباز شاهد با کنترل کردن سن و جنس، نسبت شانس افراد چاق (*BMI* بالاتر از ۲۷) برای بروز اختلالات گرمایی را برابر با ۵۳/۳ گزارش کردند (۶۵).

نکته قابل توجه آن‌که در یک بررسی انجام شده بین کشاورزان شمال کشور، بیش از نیمی از آنان (۵۲٪) با مشکل اضافه وزن یا چاقی روبه‌رو بوده اند که این وضعیت با تشابه نسبتاً نزدیکی با آمارهای ارایه شده در برخی از کشورها مانند یونان و استرالیا (با مقادیری به ترتیب برابر با ۸۶٪ و ۶۴٪) گویای ضرورت توجه هر چه بیش‌تر به اقدامات هم‌جانبه جهت حفظ سلامت و کاستن از شیوع چنین پدیده ای است (۸).

مطالعه ای توسط دهقان و همکاران با هدف تعیین ارتباط بین شدت استرین قلبی و اضافه وزن در شرایط بسیار گرم و مرطوب جنوب ایران انجام شد. میانگین شاخص توده بدنی در ۴۲٪ کارگران بالاتر از ۲۵ بود. نتایج این مطالعه نشان داد که شدت تنش قلبی در کارگران دارای اضافه وزن در مقایسه با کارگران دارای وزن نرمال بالاتر بود (۶۶).

نتایج دو مطالعه انجام شده در کشورمان توسط دهقان (۶۷) و حبیبی (۶۸) نشان داد که در افراد دارای اضافه وزن ( $BMI \geq 25$ ) نسبت به افراد دارای وزن نرمال ( $BMI < 25$ )، میزان استرین حرارتی (دمای دهانی و ضربان قلب)، پاسخ‌های ادراکی و میزان درک تلاش بالاتر بود.

حتی رژیم غذایی یک کارگر می‌تواند در حساسیت وی به بیماری‌های مرتبط با گرما تاثیر گذارد. بسیاری از رژیم‌های غذایی و رژیم‌های کاری در افزایش مصرف پروتئین تمرکز دارند. با این حال، افزایش مصرف پروتئین منجر به افزایش ادرار برای حذف نیتروژن می‌شود. بنابراین لازم است که کارگر مقدار اضافی آب برای حفظ هیدراتاسیون مناسب مصرف کند. این رژیم غذایی بسیار شایع است، بنابراین در چنین رژیم غذایی باید در مصرف مایعات اضافی دقت بیشتری شود (۳۰).

#### نژاد

نشان داده شده است که نژاد نیز در بروز بیماری‌های گرما در افراد شاغل، تاثیر گذار است. مطالعات کمی در این رابطه انجام شده است. مشاهده شده است که مردمی که در ارتفاعات زندگی می‌کنند، مانند تبت، یا در آب و هوای گرم از آفریقا و یا در محیط‌های سرد لاپلند ممکن است قابلیت‌های فیزیولوژیکی ویژه ای برای مقابله با تغییرات شدید دما یافته باشند. چنین سازگاری حتی ممکن است ژنتیکی باشد مانند سازگاری که در مردم صحرای توآرگ با بدن بلند و باریک جهت به حداکثر رساندن سطح منطقه خنک کننده نسبت به مقدار بافت بدن که تولید حرارت می‌کند، مشاهده شده است. در مقابل برخی از سازگاری‌ها، ممکن است در طول زندگی شخص به جای سازگاری ژنتیکی به دست آیند (۶۹).

در یک مطالعه ای که توسط Meese در سال ۱۹۸۳ انجام شد، کاهش عمل کرد با کاهش دما در افراد آفریقایی - آمریکایی نسبت به سفیدپوستان مشاهده شد (۷۰). در مطالعه اخیر مورد شاهدهی مشخص شد که در آمریکایی‌های آفریقایی تبار و سپس نژاد قفقازی

خطر مرگ و میر ناشی از گرما بالاتر از اسپانیایی‌ها بوده است. از سوی دیگر، این ممکن است بیش‌تر مربوط به وضعیت اجتماعی و اقتصادی باشد نه منشاء قومی (۷۱). همچنین یافت شد که مردم گینه نو میزان عرق کم‌تری از مردم نیجریه داشتند که این نشان دهنده تاثیر برخی عوامل ژنتیکی در تغییرات میزان عرق است. در مطالعه ای عنوان شد سربازانی از شمال آمریکا آسیب پذیری بیش‌تری در ارتباط با گرما نسبت به سربازانی از جنوب آمریکا دارند. توانایی بشر برای زندگی و کار در طیف وسیعی از شرایط حرارتی نه تنها به دلیل انطباق مجدد بلکه از طریق رفتار پیچیده و توسعه مسکن، پوشاک و فن آوری نمود می‌کند. تفاوت‌های قومی آشکار احتمالا مربوط به اندازه بدن، تاریخچه زندگی فردی و وضعیت تغذیه می‌شود و نه به صفات ذاتی (۶۹).

یک مطالعه نشان داد که اسپانیایی - آمریکایی‌ها و آمریکایی - آفریقایی‌ها کم‌تر به بیماری‌های ناشی از گرما در مقایسه با سفیدپوستان مبتلا می‌شوند. تفاوت در رنگ پوست، به هر علت از جمله در نژادهای مختلف، در تبادل گرما از راه تشعشع تاثیر می‌گذارد. پوست سفید ۳۰ الی ۴۰ درصد و پوست تیره در حدود ۲۰٪ اشعه خورشید را منعکس می‌نماید. نشان داده شده است که در پوست تیره یک آفریقایی عرق به‌طور یک‌نواخت در یک لایه یکسان پراکنده می‌شود و حال آن‌که در یک سفید پوست اروپایی به‌صورت قطرات ریز باقی می‌ماند، شاید این امر یکی از دلایلی باشد که گرم‌زدگی در افراد سفید پوست بیش از افراد تیره است (۷۲).

#### عایق بودن لباس

لباس و نوع آن بر تبادل گرما بین انسان و محیط از راه‌های هدایت، تابش و تبخیر تاثیر می‌

را مهار می کند و منجر به افزایش دمای داخلی بدن و درجه حرارت پوست شده و باعث تعریق بیش از حد می شود (۷۵).

لباس‌های حفاظتی (نفوذ ناپذیر و یا نیمه تراوا) نیز اغلب حجم و وزن را به افراد اضافه می‌کند، به ویژه اگر یک دستگاه تنفس مدار بسته در لباس گنجانده شود. بنابراین، لباس‌های محافظ، سوخت و ساز بدن و بار حرارتی انجام یک کار را افزایش می دهند. به عنوان مثال، در شدت‌های کاری پایین (۳۰٪ حداکثر ظرفیت کاری)، پوشیدن لباس و ماسک‌های تنفسی می تواند تحمل ورزش را ۸۴٪ کاهش دهد. در واقع، چالش حرارتی مرتبط با لباس‌های محافظتی که توسط آتش نشان‌ها، صنایع شیمیایی و نظامی استفاده می شود، به خوبی شناخته شده است (۷۵).

آتش نشانان نیاز به پوشیدن لباس‌های حفاظتی و تجهیزات خود تامین تنفسی صرف نظر از گرمای محیط دارند. این تجهیزات، اتلاف گرما را کاهش می‌دهند و سبب استرس حرارتی می‌شوند. اخیراً Mc Lellan و Selkirk در مطالعه ای شبیه سازی شده بر روی ۷۰ داوطلب تازه به کارگرفته شده در آتش نشانی تورنتو جایگزینی لباس‌ها و شلوارهای بلند کار با شلوارک و تیشرت را پیشنهاد کردند. نتایج نشان داد استرس حرارتی را می‌توان به میزان ۱۰-۱۵٪ کاهش داد. شواهد در اداره آتش نشانی شهر نیویورک نشان داد نه تنها شدت و نوع سوختگی تحت تاثیر لباس‌های کوتاه نبوده، بلکه روزهای از دست رفته به دلیل بیماری‌های ناشی از گرما هم کاهش یافته است (۷۶). یافته‌های مطالعه دهقان و همکاران در یک اتاقک کنترل شده شرایط جوی نشان داد که استفاده از جلیقه‌های خنک‌کننده در حین پوشیدن لباس‌های محافظتی

گذارد. بنابراین استفاده از لباس مناسب در محیط گرم موجب افزایش کارایی و کاهش اختلالات ناشی از گرما خواهد شد. لباس قادر است همانند عایقی افراد را از محیط جدا کند و بر فرآیندهای تبادل گرما تاثیر گذارد. لباس روی درک انسان از استرس حرارتی تاثیر دارد (۷۳). میزان عایق بودن لباس تاثیر مهمی روی آسایش حرارتی انسان دارد. عایق بودن لباس عایق گرمایی است که توسط لباس تامین می‌شود. تنظیم لباس تاثیر مستقیمی روی تعادل حرارتی دارد. عایق حرارتی ایجاد شده توسط لباس و پوشاک با واحدی به نام کلو بیان می‌شود. یک کلو برابر با  $0/155 \text{ m}^2\text{K/W}$  است. استفاده از وسایل حفاظت فردی یا پوشیدن لباس به میزان زیاد ممکن است روی استرس حرارتی تاثیر داشته باشد حتی اگر شرایط محیطی گرم نباشد (۷۴).

در مقابله با گرمای محیط کار، جنس و شکل و رنگ لباس دارای اهمیت خیلی زیادی است. تبخیر ناکافی عرق و عدم جریان هوا در اطراف پوست سبب انباشتگی گرما و بالا رفتن دمای بدن می‌گردد و با نمناک ماندن پوست به مدت طولانی، در اطراف پوشیده شده با لباس نامناسب، ناراحتی‌های پوستی به وجود می‌آید. هم‌چنین اثرات مکانیکی و یا اثرات خاص انواع الیاف را نمی‌توان نادیده گرفت. توصیه می‌گردد که لباس افراد نازک چند لایه، راحت و غیر تنگ و از جنس پنبه ای باشد. در مواقعی که اشعه مستقیم به افراد می‌تابد رنگ لباس روشن، آستین بلند و تمام قسمت‌های پوست بدن از جمله پیشانی پوشیده شود (۷۵).

لباس‌های محافظ می‌توانند مشکل جدی در تنش گرمایی ایجاد کنند، زیرا نفوذ پذیری پایینی در برابر رطوبت داشته و خاصیت بالای عایق بودن دارد. این خواص تبخیر عرق و اتلاف حرارت عادی

باعث کاهش استرین فیزیولوژیکی، زمان واکنش و میزان خطای افراد می‌شود (۷۷).

مطالعه ای توسط دهقان و همکاران با هدف بررسی تأثیر جنس لباس کار بر شاخص استرین فیزیولوژیکی مردان در شرایط آب و هوایی گرم در اتاقک شرایط جوی انجام گرفت. این مطالعه به صورت مداخله‌ای بر روی ۱۸ دانشجوی پسر در ۱۶ حالت ترکیبی از چهار نوع لباس کار معمولی، دو سطح فعالیت (سبک و متوسط) و دو نوع شرایط آب و هوایی (گرم و خشک، گرم و مرطوب) انجام شد. نتایج نشان داد که در شرایط گرم و مرطوب، کم‌ترین مقدار شاخص استرین فیزیولوژیکی در فعالیت سبک و متوسط به ترتیب مربوط به لباس نوع ۱۰۰٪ پنبه و ۳۰ درصد پنبه- ۷۰ درصد پلی استر بود. در شرایط گرم و خشک، کم‌ترین مقدار شاخص در هر دو فعالیت، مربوط به لباس نوع ۳۰ درصد پنبه- ۷۰ درصد پلی استر بود. میانگین شاخص اشاره شده در شرایط گرم و مرطوب و هنگام انجام فعالیت متوسط، برای انواع لباس‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $P=0/044$ ) (۷۸).

هم‌چنین نتایج مطالعه پروری و همکاران با متدولوژی مشابه مطالعه دهقان نشان داد که تفاوت معناداری بین انواع مختلف پارچه لباس بر روی پارامترهای فیزیولوژیکی وجود ندارد. بر اساس نتایج، توصیه شد برای حفظ پارامترهای فیزیولوژیکی در پایین‌ترین حد ممکن کارگران ایرانی در فعالیت‌های سبک از لباس دارای جنس ۱۰۰٪ پنبه و در طول فعالیت‌های متوسط از ۳۰٪ پنبه و ۶۹٪ گروه لباس پلی استر استفاده شود (۷۹).

در هند، کارگران ساختمان زن پیراهن‌های پلی استری از روی لباس سنتی ساری خود می‌پوشند، به دلایل مختلف. این عمل، ساری را در

زیر لایه فیبری به دام انداخته و منجر به کاهش حرکت هوا، نفوذپذیری بخار و افزایش عایق لباس می‌شود (۳۶). این شیوه لباس پوشیدن منجر به ایجاد یک بار حرارتی بالاتری در این زنان می‌شود. بنابراین، مهم است که جنبه‌های اساسی خصوصیات لباس و تنظیم دمای بدن، به خوبی درک شده و به صورت مناسبی در تمام مشاغلی که به‌صورت مکرر با بارهای حرارتی بالا مواجهه دارند، مدیریت شود (۷۵).

در مصاحبه‌ای با Jose Gutierrez، عضو مرکز سلامت و ایمنی کشاورزی در دانشگاه کالیفرنیا دیویس در سال ۲۰۱۲، عنوان شد با توجه به این‌که کشاورزان لباس‌های قدیمی خود را به عنوان لباس کاری استفاده می‌کنند، اما آگاهی داشتند که لباس می‌تواند بار حرارتی را کاهش دهد، اما با توجه به فرهنگ آن‌ها و مسایل اقتصادی، کارگران مزرعه (کشاورزان) تمایلی به خرید و استفاده از جلیقه، کلاه‌های آستر دار (لبه دار) یا دستمال سر ندارند (۸۰).

### بحث و نتیجه‌گیری

در ایجاد استرس حرارتی در مشاغل مختلف، مجموعه‌ای از عوامل مانند عوامل فردی، محیطی و مدیریتی موثر هستند. عوامل فردی موثر بر استرس حرارتی عبارتند از سن، جنسیت، مصرف الکل، استفاده از داروهای خاص، نژاد، میزان خستگی فرد، شاخص توده بدن، آمادگی جسمانی، وضعیت سلامتی فرد، کم‌آبی بدن و میزان تطابق فرد با محیط گرم که این عوامل نقش مهمی را در تحمل گرما ایفا می‌کنند. هنگام کار در محیط‌های گرم، افرادی با جثه کوچک، وزن بالا، افراد مسن، افراد سازش نیافته و افراد با شرایط پزشکی خاص مانند

مطالعات در ارتباط با آگاهی و درک گرما 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 از آگاهی کافی برای شناخت اثرات آن یا مقابله با آن برخوردار نیستند. لذا لازم است آموزش‌های لازم در محیط کار در مورد استرس حرارتی، تغییرات آب و هوایی و پیامدهای آنها بر روی سلامت و ایمنی شاغلین تدارک دیده شود.

### تشریح و قدردانی

این مقاله در راستای انجام پایان نامه ای در مقطع دکترا بوده است که با حمایت پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران اجرا شده است.

### REFERENCES

1. Fujii RK, Horie S, Tsutsui T, Nagano C, " Heat exposure control using non-refrigerated water in Brazilian steel factory workers", *Industrial Health* JAN 2007 Volume: 45 Issue: 1 pp. 100-106.
2. Lugo-Amador NM, Rothenhaus T, Moyer P. Heat-related illness. *Emergency medicine clinics of North America*. 2004; 22(2):315-27.
3. 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 Univ Med Sci*. 2010; 20 (76) :2-7.
4. Rowlinson, S., Jia, A.Y., Li, B. and Ju, C.C. (2013). Management of climatic heat stress risk in construction: a review of practices, methodologies, and future research. *Accident Analysis and Prevention*.
5. Thomas, D.R. (2010). Sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 26(2), 331-46.
6. Sattelmair, J.R., Pertman, J.H. and Forman, D.E. (2009). Effects of physical activity on cardiovascular and noncardiovascular outcomes in older adults. *Clinics in Geriatric Medicine*, 25(4), 677-702, viii-ix.
7. Houston, D.K., Nicklas, B.J. and Zizzan, C.A. (2009). Weighty concerns: the growing prevalence of obesity among older adults. *Journal of American Dietetic Association*, 109 (11), 1886-1895.
8. Tirgar A, Shirvieh 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.
9. Pandolf KB. Aging and heat tolerance at rest or during work. *Exp Aging Res*. 1991; 17(3):189-204.
10. Bonauto D, Anderson R, Rauser E, Burke B (2007) Occupational heat illness in Washington State, 1995-2005. *Am J Ind Med* 50, 940-50.
11. US CDC. Occupational injuries and deaths among

- younger workers, United States, 1998- 2007. *Morb Mortal Wkly Rep.* 2010;59(15):449-55.
12. Xiang J, Bi P, Pisaniello D, et al. Association between high temperature and work – related injuries in Adelaide, South Australia, 2001- 2010. *Occup Environ Med.* 2013; 71(4): 246- 52.
  13. Kovats RS, Johnson H, Griffith C. Mortality in southern England during the 2003 heat wave by place of death. *Health Stat Q.* 2006; (29): 6-8.
  14. Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, et al. 2006. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 80:16–24.
  15. Astrom DO, Forsberg B, Rocklov J. Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: a review of recent studies. *Maturitats.* 2011; 69(2):99- 105.
  16. Brothers M, Keller D, and Wingo J. “Heat-stress-induced changes in central venous pressure do not explain inter-individual differences in orthostatic tolerance during heat stress.” *J Appl Physiol* 110 (2011):1283-1289.
  17. Fogleman M, Fakhrazadeh L, Bernard TE (2005) The relationship between outdoor thermal conditions and acute injury in an aluminum smelter. *Int J Ind Ergon* 35, 47–55.
  18. Petitti DB, Harlan SL, Chowell – Puente G, et al. Occupation and environmental heat associated deaths in Maricopa County, Arizona: a case – control study. *PLOS One.* 2013;8(5):e62596.
  19. Nunneley SA. Physiological responses of women to thermal stress: a review. *Med Sci Sport Exerc.* 1978; 10(4):250-5.
  20. Kenney WL. A review of comparative responses of men and women to heat stress. *Environ Res.* 1985; 37(1):1-11.
  21. Mathee A, Oba J, Rose A. Climate change impacts on working people (the HOTHAPS initiative): finding of the South African pilot study. *Glob Health Action.* 2010;3.
  22. Dellinger AM, Kachur PS, Sternberg E, et al. Risk of heat- related injury to disaster relief workers in a slow- onset flood disaster. *J Occup Environ Med.* 1996; 38(7):689-92.
  23. Canoui –Poitrine F, Cadot E, Spira A. Excess death during the August 2003 heat wave in Paris, France. *Rev Epidemio Sante Publique.* 2006;54(2):127- 35.
  24. Borrell C, Marí-Dell’Olmo M, Rodríguez-Sans M, Garcia-Olalla P, Caylà JA, et al. 2006. Socio-economic position and excess mortality during the heat wave of 2003 in Barcelona. *Eur. J. Epidemiol.* 21:633–40.
  25. Kaiser R, Le Tertre A, Schwartz J, Gotway C, Daley R, Rubin CH. 2007. The effect of the 1995 heatwave in Chicago on all-cause and cause-specific mortality. *Am. J. Public Health* 97:S158– 62.
  26. US CDC. Heat – related deaths among crop workers, United States, 1992- 2006. *Morb Mortal Wkly Rep.* 2008;57 (24):649-80.
  27. Michenot F, Sommet A, Bagheri H, et al. Advers drug reactions in patients older than 70 years during the heat wave occurred in France in summer 2003: a study from the French Pharmacovigilance Database. *Pharmacoepidemiol Drug Saf.* 2006; 15(10):735-40.
  28. Cuddy ML. The effects of drugs on thermoregulation. *AACN Clin Issues.* 2004; 15(2):238- 53.
  29. Elliott F., (2004). Quenching the summer heat. *Occupational safety and health,* 73(5): 122-125.
  30. Platt, M. & Vicario, S. (2010). Heat Illness. In *Rosen’s Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice,* 7th Ed. p1882-3.
  31. Centers for Disease Control and Prevention.

- (2012). Health, United States. Hyattsville (MD): Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics. Available at: [http://www.cdc.gov/nchs/data/health\\_statistics/hs12\\_InBrief.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/health_statistics/hs12_InBrief.pdf).
32. Kannegaard, P.N., Kreiner, S., Gregersen, P. and Goldstein, H. (2005). Smoking habits and attitudes to smoking 2001 among hospital staff at a Danish hospital-comparison with a similar study 1999. *Preventive Medicine*, 41(1), 321-327.
33. Saini J, Boisvert P, Spiegel K, et al. Influence of alcohol on the hydromineral hormone responses to exercise in warm environment. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995; 72(1):32-6.
34. Inaba R, Mirbod SM (2007) Comparison of subjective symptoms and hot prevention measures in summer between traffic control workers and construction workers in Japan. *Ind Health* 45, 91-9.
35. Tawatsupa B, Yiengprugsawan V, Kjellstrom T, Berecki-Gisolf J, Seubsman SA, Sleight A. Association between heat stress and occupational injury among ai workers: Findings of the ai Cohort Study. *Ind Health* 2013; 51:34-46.
36. Berry JG, Pidd K, Roche AM, et al. Prevalence and patterns of alcohol use in the Australian workforce: finding from the 2001 National Drug Strategy Household Survey. *Addiction*. 2007; 102 (9): 1399-410.
37. US Department of Labor. OSHA Technical Manual (OTM) on heat stress Selection III: Chapter4. Available from: [https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iii/otm\\_iii\\_4.html](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html).
38. Peter J, Wyndham CH. Activity of the human eccrine sweat gland during exercise in a hot humid environment before and after acclimatization. *J Physiol*.1966;187(3):583-94.
39. Bates GP, Gazey C, Cena K. Factors affecting heat illness when working in conditions of thermal stress. *Journal of Human Ergology*. 1996; 25(1):13.
40. Maher HK. Preventing heat-related illness. *AAOHN J*.2007; 55(9):388.
41. NIOSH "Occupational Exposure to Hot Environments." Revised Criteria, 1986. US Department of Health and Human Services/CDC/NIOSH. Print.
42. Balakrishnan K, Ramalingam A, Dasu V, Stephen JC, Sivaperumal MR, Kumarasamy D, Mukhopadhyay K, Ghosh S, Sambandam S (2010) Case studies on heat stress related perceptions in different industrial sectors in southern India. *Glob Health Action* 3.
43. Corleto RD, Firth I, Mate J. A guide to managing heat stress: developed for use in the Australia environment.2nd edition. Tullamarine Victoria: The Australian Institute of Occupational Hygienists Inc (AIOH); 2013.110 p.
44. Corleto RD, Coles G, Firth I. Heat stress standard and documentation developed for use in the Australia environment. Tullamarine Victoria: The Australian Institute of Occupational Hygienists Inc (AIOH); 2003.47 p.
45. Bray P, Sokas R, Ahluwalia J. Heat – related illnesses: opportunities for prevention. *J Occup Environ Med*.2010; 52(8):844-5.
46. Joubert D, Bates G, Dhahi A, Occupational heat exposure. *Occupational Health*.2008;16.
47. Prudhomme J, Neidhardt A. 2006. Cal/OSHA investigations of heat-related illnesses 2005. State of California Memorandum.
48. Vandentorren S, Bretin P, Zeghnoun A, Mandereau-Bruno L, Croisier A, et al. 2006. August 2003 heat wave in France: risk factors for death of elderly people living at home. *Eur. J. Public Health* 16:583-91.



49. Kenefick RW, Sawaka MN. Hydration at the work site. *J Am Coll Nutr.*2007; 26(Supplement5):597-603.
50. Bates GP, Schneider J (2008) Hydration status and physiological workload of UAE construction workers: a prospective longitudinal observational study. *J Occup Med Toxicol* 3, 21–30.
51. Miller VS, Bates GP (2007) Hydration of outdoor workers in north-west Australia. *J Occup Health Saf Aust N Z* 23, 79–88.
52. Brake DJ, Bates GP (2003) Fluid losses and hydration status of industrial workers under thermal stress working extended shifts. *Occup Environ Med* 60, 90–6.
53. Bates GP, Miller VS, Joubert DM (2010) Hydration status of expatriate manual workers during summer in the Middle East. *Ann Occup Hyg* 54, 137–43.
54. Brake DJ. Fluid consumption, sweat rates and hydration status of thermally stressed underground miners and the implication for heat illness and shortened shifts. 2001Qld Mining industry Occupational Health and Safety Conference, Townsville, 2011. Queensland Mining Council, Brisbane, 2001.
55. Montazer S, Farshad AA, Monazzam M.R, et al. Assessment of construction workers hydration status using urine specific gravity. *Int Occup Med Environ Health.*2013; 26(5):762-9.
56. Delgado Cortez O. 2009. Heat stress assessment among workers in a Nicaraguan sugarcane farm. *Global Health Action* 2:1–6. doi: 10.3402/ gha.v2i0.2069.
57. Crowe J, van Wendel, de Joode B, Wesseling C (2009) A pilot field evaluation on heat stress in sugarcane workers in Costa Rica: what to do next? *Global Health Action* 2.
58. Crowe J, Moya-Bonilla JM, Roman-Solano B, Robles Ramirez A (2010) Heat exposure in sugarcane workers in Costa Rica during the non-harvest season. *Glob Health Action* 3.
59. US National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Workplace safety and health topics. Heat stress. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/heatstress/>.
60. Department of industrial relations. Heat illness prevention etool, [http://www.dir.ca.gov/dosh/etools/08-006/EWP\\_training.htm](http://www.dir.ca.gov/dosh/etools/08-006/EWP_training.htm) ,2012.
61. Miller VS, Bates GP. Hydration, Hydration, Hydration. *Ann Occup Hyg.*2009; 54(2):134- 6.
62. Gardner, J. W., Kark, J. A., Karnei, K., Sanborn, J. S., Gastaldo, E., Burr, P., & Wenger, C. B. (1996). Risk factors predicting exertional heat illness in male Marine Corps recruits. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 939-944.
63. Armstrong, L. E., De Luca, J. P., & Hubbard, R. W. (1990). Time course of recovery and heat acclimation ability of prior exertional heatstroke patients. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 36- 48.
64. Donoghue AM, Bates GP. The risk of heat exhaustion at a deep underground metalliferous mine in relation to body-mass index and predicted VO<sub>2</sub>max. *Occup Med (Lond)* 2000; 50(4): 259-63.
65. Chung NK, Pin CH. Obesity and the occurrence of heat disorders. *Mil Med* 1996; 161(12): 739-42.
66. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Comparision betwen cardiac strain of normal weight and overweight workers in hot and humid weather of the south of Iran. *Health System Research* 2012; 8(5): 866-75.
67. 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. *Occupational Medicine Quarterly Journal* 2016; 8(3): 1-10.

68. 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): e34303.
69. Lundgren, K., Kuklane, K., Gao, C., & Holmér, I. (2013). Effects of heat stress on working populations when facing climate change. *Industrial Health*, 51, 3-15.
70. Meeser GB, Kok R, Lewis MI (1982) the effect of moderate thermal stress on the potential work performance of factory workers-An interim report. *Energy Build* 4, 289-94.
71. Hattis D, Ogneva-Himmelberger Y, Ratick S (2012) the spatial variability of heat-related mortality in Massachusetts. *Appl Geogr* 33, 45-52.
72. Carter III, R., Chevront, S., Williams, J., Kolka, M., Stephenson, L., Sawka, M., Amoros, P. Epidemiology of Hospitalizations and Deaths from Heat Illness in Soldiers. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37(8):1338-1344.
73. ANSI/ASHRAE (2010). ANSI/ASHRAE 55-2010: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
74. Schiavon S. and Lee, K. H. (2013). Dynamic predictive clothing insulation models based on outdoor air and indoor operative temperatures. *Building and Environment*, 59, 250-260.
75. Lucas et al. Excessive occupational heat exposure: a significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers. *Extreme Physiology & Medicine* 2014, 3:14.
76. Xiang J, Bi P, Pisaniello D, Hansen A. Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review. *Ind Health* 2014; 52: 91-101.
77. 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. *Journal of Ergonomics.* 2016; 3 (4) :11-20.
78. Dehghan H, Habibi E, Parvari R, Pourabdian S, Maracy M. Effects of work clothing material on physiological strain index of men in hot conditions in the climatic chamber. *Journal of Health Systems Research.* (2012);7(6):891-900.
79. 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.
80. Bahramian Q. Reducing the Risk of Heat Related Illnesses to Agricultural Workers: An Analysis of Fabrics and Options for Improved Thermal Comfort [dissertation]. University of California; 2013.

## Personal risk factors during heat stress exposure in workplace

**Parvin Nassiri<sup>1</sup>, Mohammad Reza Monazzam<sup>2</sup>, Farideh Golbabaei<sup>1</sup>, Aliakbar Shamsipour<sup>3</sup>, Hossein Arabalibeik<sup>4</sup>, Marzieh Abbasinia<sup>5</sup>, Masoumeh Chavoshi<sup>6</sup>, Mehdi Asghari<sup>7,\*</sup>**

<sup>1</sup> Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Physical Geography, School of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor, Research Center for Science and Technology in Medicine (RCSTIM), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>5</sup> M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>6</sup> M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

<sup>7</sup> M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### Abstract

**Introduction:** Heat stress is caused by many factors such as individual factors, environmental factors, and management factors. Individual risk factors can decrease the heat tolerance, and play an important role in heat stress disorders incidence. The aim of this study was to review individual parameters influencing the thermal stress and review the preceding studies.

**Material and Method:** In this review study sites such as Web of Science, Scopus, Pubmed, Iran Medex, Magiran, Google Scholar and SID databases were used for search. The keywords included heat stress, personal factors and heat exposure. The period of 1995 to 2015 was investigated, and finally 75 original articles were identified.

**Result:** At the individual level, exposure with a single risk factor may reduce the workers' heat tolerance; while exposure with a combination of several risk factors probably synergistically increases the risk of heat-related disorders. Individual risk factors include age, gender, obesity, fatigue, race, and previous heat disorders and dehydration. In addition, some diseases (such as cardiovascular disease, diabetes and infectious diseases) or use of certain drugs or alcohol can reduce the heat tolerance.

**Conclusion:** It is necessary to pay attention to the mentioned items when selecting workers in the hot environments. Also, due to the lack of awareness and knowledge of workers, it is necessary to provide appropriate training programs to reduce the effects of heat stress.

**Keywords:** Heat Stress, Personal Risk Factors, Heat Tolerance, Workplace

\* Corresponding Author Email: [m.asghari2011@gmail.com](mailto:m.asghari2011@gmail.com)