

## بررسی تأثیر جلیقه خنک کننده ایرانی نوع تبخیری بر روی شاخص‌های فیزیولوژی در شرایط آب و هوایی گرم و خشک در اتاقک شرایط جوی

سمیه قره‌بائی<sup>۱</sup>، حبیب‌الله دهقان<sup>۲</sup>، بهزاد مهکی<sup>۳</sup>، سمیه رحیمی مقدم<sup>۴</sup>

### چکیده

**مقدمه:** استرس‌های حرارتی تهدیدی برای سلامتی و ایمنی افراد در محیط کار است. هدف از این مطالعه بررسی قابلیت خنک‌کنندگی جلیقه ایرانی نوع تبخیری در شرایط گرم و خشک، در اتاقک شرایط جوی بود.

**روش‌ها:** این مطالعه مداخله‌ای بر روی ۱۲ نفر دانشجوی مرد در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. شاخص نمره استرین گرمایی، دمای پوست، دمای دهانی و ضربان قلب، در دو حالت با و بدون استفاده از جلیقه خنک‌کننده در اتاقک شرایط جوی با میانگین دمای  $31.8^{\circ}\text{C}$ ، رطوبت  $32.9\%$  و میانگین  $29.9^{\circ}\text{C WBGT}$  در دو شدت فعالیت بر روی تردمیل اندازه‌گیری شد و داده‌ها با استفاده از آزمون اندازه‌های مکرر و  $t$  مستقل مورد تحلیل قرار گرفتند.

**نتایج:** در حالت با و بدون استفاده از جلیقه خنک‌کننده نوع تبخیری، اختلاف میانگین دمای پوست در هر دو فعالیت معنی‌دار بود، ولی اختلاف میانگین ضربان قلب، دمای دهانی و نمره استرین گرمایی معنی‌دار نبودند.

**بحث و نتیجه‌گیری:** یافته‌های تحقیق نشان داد که استفاده از جلیقه خنک‌کننده نوع تبخیری ایرانی در آب و هوای گرم و خشک در فعالیت کاری سطح سبک و متوسط بر میزان کاهش دمای پوست مؤثر بود. اما تأثیر کمی بر روی دمای دهانی، ضربان قلب و شاخص نمره استرین حرارتی داشت.

**واژگان کلیدی:** جلیقه خنک‌کننده تبخیری، استرین حرارتی، شاخص نمره استرین گرمایی، دمای تر گویسان

### مقدمه

آسیب‌های ناشی از گرما، با وجود برنامه‌های پیشگیری از این آسیب‌ها، یک ریسک قابل توجهی بر روی سلامتی انسان به حساب می‌آید. افزایش دمای مرکزی بدن، در افرادی که تحت شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب مشغول به فعالیت هستند یک پدیده کاملاً طبیعی است که با وجود پوشیدن لباس مناسب نیز می‌تواند منجر به استرین حرارتی گردد. عوارض ناشی از گرمای بیش از حد که شامل خستگی ناشی

از گرمایی، شوک گرمایی، نارسایی حاد کلیه، ناتوانی و در نهایت مرگ است، در مطالعات گذشته گزارش شده است. سرعت خنک‌کنندگی در موارد شوک گرمایی در میزان کاهش مرگ و میر بسیار مهم می‌باشد (۱). گرمای متابولیکی تولید شده در طی انجام دادن فعالیت‌ها باعث افزایش دمای بدن می‌شود (۲). توانایی کار در محیط با دمای بالا، نسبت به توانایی کار در محیط خنک، به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. خستگی ناشی از کار در محیط گرم،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

Email: ha\_dehghan@hlth.mui.ac.ir

نویسنده‌ی مسئول: حبیب‌الله دهقان

آدرس: اصفهان، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، خیابان هزار جریب، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای | تلفن: ۰۳۱-۳۷۹۲۳۲۶۴ | فکس: ۰۳۱-۳۶۶۸۲۵۰۹

به دلیل ترکیبی از فاکتورهای مهم همانند افزایش فشار گردش خون و افزایش سرعت استفاده عضلات از گلیکوژن است که در نتیجه باعث کاهش سطح فعالیت می‌شوند (۳).

یک بررسی ذهنی (روانی) که توسط وزارت امور اجتماعی فرانسه انجام شده بود نشان داد که ۱۶/۶٪ (۳ میلیون) از کارگران فرانسوی، از مواجهه با گرمای روزانه یا مکرر در محیط کار شکایت داشته‌اند (۴). در سال ۲۰۰۲، تعداد مرگ‌های ناشی از استرس‌های گرمایی در محیط کار در آمریکا و کانادا، سالیانه ۲۲۰ مورد گزارش شد. اداره بهداشت تورنتوی کانادا پیش بینی کرده است که مرگ و میرهای ناشی از گرما در محیط‌های کار در این ایالت از ۲۰ مورد در سال ۲۰۰۱ به حدود ۳۰۰ مورد در سال ۲۰۲۰ خواهد رسید (۵). طبق آمار مرکز سلامت و محیط کار ایران، در سال ۱۳۸۹ تعداد کل کارگاه‌های صنعتی کشور ۶۲۵۰۰۰ کارگاه با ۲۵۰۰۰۰۰ نفر کارگر می‌باشد که ۱۰٪ از کل کارگاه‌ها و ۹٪ از کارگران، در معرض عامل زیان‌آور گرما و رطوبت می‌باشند (۶). بدن انسان از استرین‌های فیزیولوژیکی ناشی از مواجهه با شرایط گرم که به همراه فعالیت‌های فیزیکی است و باعث کاهش استقامت کار، عملکرد و افزایش ریسک بیماری‌های ناشی از گرما می‌شود، رنج می‌برد. بار فیزیکی که منجر به تولید گرمای بیشتر در بدن می‌شود، می‌تواند خطر هیپرترمی و استرس‌های حرارتی را افزایش دهد و از طرفی پوشیدن لباس‌های حفاظتی نیز می‌تواند این وضعیت را بدتر کند. در شرایط بسیار گرم یا سرد به وسیله سیستم لباس‌های طبیعی نمی‌توان تعادل حرارتی را حفظ کرد. واضح است که استرس‌های حرارتی یا سرمایی باعث کاهش توانایی‌های ذهنی یا فیزیکی

می‌شود و با استفاده از لباس‌های گرم یا خنک کننده‌های مصنوعی می‌توان از این موارد جلوگیری کرد (۶).

استرس‌های حرارتی را می‌توان از طریق استفاده وسایل خنک کننده فردی کاهش داد. وسایل خنک کننده فردی دو دسته خنک کننده‌های فعال شامل (لباس‌های خنک کننده هوا یا مایع) و غیر فعال شامل (لباس‌های یخ، لباس‌های به صورت ژل-یخ و مواد تغییر فاز) هستند که جهت استفاده از خنک کننده‌های فعال نیازمند به یک منبع مولد انرژی هستیم. در حالی که جهت استفاده از خنک کننده‌های غیر فعال به موادی مثل آب سرد، یخ و ... نیاز است. اگر چه مطالعات فیزیولوژیکی زیادی نشان داده‌اند که استفاده از جلیقه‌های خنک کننده فردی باعث کاهش استرس حرارتی شده است اما، استفاده از این جلیقه‌ها در فعالیت‌ها همچنان محدودیت‌هایی نیز دارد که از جمله محدودیت‌های آن نیز تأمین منبع انرژی، یخ، آب سرد و ... است و همچنین بار اضافی که (چندین کیلوگرم) به استفاده کننده تحمیل می‌کند (۷). در خنک کننده‌های نوع تبخیری از مواد کریستالی استفاده می‌شود که این نوع مواد به هنگام تماس با آب، آب را جذب کرده و به شکل ژل مانند در می‌آیند، که این شکل ژل مانند باعث ایجاد خنک کنندگی شده و به طور کاملاً آهسته، آب جذب شده را به صورت بخار آب، آزاد می‌کند. متوسط زمان مورد نیاز جهت شارژ کردن این نوع جلیقه‌ها بین ۵ دقیقه تا ۲ ساعت می‌باشد (۸).

تحقیقات قبلی نشان داده‌اند، که خنک کردن بدن قبل از ورزش، در جهت کاهش دمای مرکزی بدن، به طور قابل توجهی می‌تواند دمای مرکزی بدن را در طی ورزش کاهش دهد و باعث افزایش عملکرد

شخص گردد (۱۰). در شرایط آسیب‌های حرارتی، کاهش دمای مرکزی بدن از اهمیت بالایی برخوردار است. روش‌های مختلف خنک‌کنندگی بر اساس امکانات موجود از جمله: غوطه‌ور شدن در آب یخ، استفاده از حوله سرد، استفاده از بسته‌های یخ، استفاده از فن‌ها و سیستم‌های تبخیری اجرا شده است (۱). تحقیقات در مورد استفاده از لباس‌های خنک‌کننده در طی مواجهه با استرس‌های حرارتی هم در ورزشکاران و هم در مشاغل مختلف انجام شده است (۳).

از آنجا که در کشور ما تاکنون مطالعه مشابهی در این خصوص صورت نگرفته است و اطلاعات کمی درباره جلیقه خنک‌کننده موجود می‌باشد، هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر جلیقه خنک‌کننده نوع ماده تبخیری بر روی شاخص‌های استرین حرارتی بود. نتایج این مطالعه می‌تواند در محیط‌های کاری که فرآیندهای گرمازا دارند جهت جلوگیری از بیماری‌های ناشی از گرما، مناسب و کاربردی باشد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش، مداخله‌ای از نوع تجربی است، جامعه هدف در این طرح، دانشجویان پسر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بودند. به دلیل این که آزمایش‌ها بایستی در اتاقک شرایط جوی انجام می‌شد، امکان انتخاب کارگران به عنوان جامعه هدف وجود نداشت. در طول انجام آزمایش، میانگین دمای خشک °C  $32/85 \pm 2/26$ ، میانگین رطوبت  $38/83 \pm 1/29$  درصد و میانگین WBGT °C  $29/84 \pm 0/9$  بود. اتاقک شرایط جوی مجهز به وسایل تنظیم دمای داخل اتاقک، سرعت باد و تهویه بود که با توجه به هدف تحقیق برای افزایش دمای داخل اتاقک به دمای

مورد نظر طرح (۳۰ درجه سانتی‌گراد)، از بخاری‌های برقی استفاده شد که از ۲-۳ ساعت قبل از شروع تست بخاری‌ها روشن شده تا به دمای مورد نظر برسد و با استفاده از دستگاه WBGT دمای اتاقک اندازه‌گیری می‌شد و دمای اتاق با روشن یا خاموش کردن بخاری‌ها در ۳۰ درجه سانتی‌گراد کنترل می‌شد.

با توجه به این که مطالعه‌ای در مورد کارایی جلیقه‌ها در ایران انجام نشده بود برای انتخاب تعداد نمونه‌ها بر اساس مقاله‌های Hadid و همکاران (با ۱۲ نمونه)، Selkirk و همکاران (با ۱۵ نمونه) و Bennett و همکاران (با ۱۲ نمونه)، تعداد ۱۲ نمونه انتخاب شد (۱۱-۱۳).

معیارهای ورود شامل داشتن شاخص توده بدنی (BMI) نرمال (۲۰-۱۸/۵)، عدم سابقه ابتلاء به بیماری‌های قلبی-عروقی، ریوی، عصبی-عضلانی، اسکلتی-عضلانی، صرع، تشنج، دیابت، عدم مصرف داروهای فشار خون و داروهای تأثیرگذار بر ضربان قلب، عدم مصرف قهوه، کافئین و الکل از ۱۲ ساعت قبل از انجام تست بود. در هر لحظه از انجام تست که ضربان قلب فرد بالاتر از ۱۸۰ ضربه در دقیقه و دمای عمقی بالاتر از °C  $39$  قرار می‌گرفت، تست متوقف می‌شد (۵). اطلاعاتی از قبیل سن و نداشتن بیماری‌های ذکر شده در بالا از طریق پرسشنامه جمع‌آوری و رضایت‌نامه کتبی از افراد جهت انجام آزمایش‌ها گرفته شد و افراد قبل از شروع آزمایش توسط پزشک عمومی جهت اطلاع از وضعیت سلامتی معاینه شدند. در این آزمایش از جلیقه خنک‌کننده نوع تبخیری استفاده شد. جنس نوع تبخیری از آستری معمولی است که حاوی دانه‌های جاذب آب می‌باشد، نحوه استفاده از آن راحت و در عمل آسان است، نوارهای

حاوی دانه‌های جاذب آب را به مدت ۵ دقیقه در آب خنک غوطه‌ور کرده، سپس نوارهای شارژ شده را از آب خارج نموده و داخل فضاهای تعبیه شده در

جلیقه قرار داده و افراد می‌توانند از جلیقه استفاده کنند (شکل ۱ و ۲).



شکل ۲: نوارهای حاوی دانه‌های جاذب



شکل ۱: جلیقه خنک‌کننده

جهت جلوگیری از تأثیرات متفاوت مقاومت لباس های داوطلبان بر روی استرین حرارتی و یکسان‌سازی شرایط استفاده از جلیقه، همه داوطلبان از یک دست لباس کار مشابه استفاده کردند که لباس کار به صورت بلوز و شلوار جدا و از جنس ۳۰٪ پنبه و ۶۹٪ پلی‌استر بود.

آزمایش‌ها بر روی داوطلبان، هم با استفاده از جلیقه و هم بدون استفاده از جلیقه انجام شد و تأثیر جلیقه بر روی شاخص‌های فیزیولوژیکی یعنی دمای پوست، دمای دهانی، میزان ضربان قلب، احساس حرارتی و میزان راحتی جلیقه مورد بررسی قرار گرفت.

از آنجایی که تاکنون مطالعه مشابه بر روی افراد ایرانی انجام نشده بود و داوطلبان جزء دانشجویان بودند، در این مطالعه داوطلبان تست را با شدت فعالیت‌های ۲/۴ و ۴/۸ کیلومتر بر ساعت و شیب ۰٪ با استفاده از دستگاه تردمیل (مدل Ketler)، در یک اتاقک شرایط جوی که قابلیت تنظیم دما و رطوبت را داشت هم با استفاده از جلیقه و هم بدون استفاده از جلیقه انجام دادند (۳).

میانگین دمای خشک، دمای تر، دمای گویسان و شاخص دمای ترگویسان (WBGT) هنگام انجام

آزمایش‌ها در شرایط گرم و خشک اتاقک شرایط جوی به ترتیب  $29.1 \pm 0.38$  °C،  $34.1 \pm 0.25$ ،  $39.2 \pm 0.32$  و رطوبت نسبی  $84.3 \pm 1.25$ ،  $83.3 \pm 1.25$ ،  $85.3 \pm 0.29$  درصد تنظیم شد. مدت زمان تست ۳۰ دقیقه برای هر فعالیت بود. تعداد کل فعالیت‌ها برای هر داوطلب ۴ حالت بود که در هر روز ۱ فعالیت را انجام می‌دادند، یک بار بر روی تردمیل با سرعت ۲/۴ کیلومتر بر ساعت، بدون جلیقه و یک بار هم با جلیقه به مدت ۳۰ دقیقه می‌دویدند و همچنین برای سرعت ۴/۸ کیلومتر بر ساعت نیز این روند را انجام می‌دادند که در طول فعالیت شاخص‌های فیزیولوژیکی مثل دمای دهانی (با استفاده از دماسنج دیجیتالی مدل امرون)، دمای پوست (با استفاده از دستگاه Temp Dual Biofeedback) که شامل دو سنسور جهت اندازه‌گیری دمای پوست بود که دو نقطه قفسه سینه و بالای کتف اندازه‌گیری و ثبت شد، میزان ضربان قلب (با استفاده از مانیتور سنجش ضربان قلب مدل Polar،  $VO_2max$  حداکثر اکسیژن مصرفی) با استفاده از نمودار استراند و احساس حرارتی هم برای حالت بدون استفاده از جلیقه و هم برای حالت استفاده از جلیقه اندازه‌گیری و ثبت شد. میزان ضربان

قلب و دمای پوست افراد در هر دقیقه پایش و ثبت می‌شد (۱۴).

جهت جمع‌آوری داده‌های احساس حرارتی از پرسشنامه شاخص نمره استرین حرارتی یا HSSI (Heat Strain Score Index) استفاده شد (۱۵).

این پرسشنامه شامل ۱۷ سؤال از شرایط جوی محیط می‌باشد که سؤالات شماره ۱ الی ۱۲ از طریق پرسش و سؤالات شماره ۱۳ تا ۱۷ از طریق مشاهده فرد مورد آزمایش تیک زده می‌شود و نمره هر گزینه (که داخل پرانتز در روبه‌روی هر گزینه نوشته شده است) تیک زده شده در عدد ضریب تأثیر (که در داخل پرانتز در روبه‌روی هر سؤال نوشته شده است) ضرب شده و حاصل ضرب در مربع روبه‌روی هر سؤال ثبت می‌گردد و در نهایت اعداد داخل مربع جمع می‌گردد و چنان‌چه جمع کل نمرات کمتر از ۱۳/۵ باشد، نشان دهنده این است که فرد فاقد استرین حرارتی است (سطح اول ریسک استرین حرارتی یا منطقه سبز) و جمع نمره بین ۱۳/۶ تا ۱۸ نشان دهنده این است که فرد احتمالاً دارای استرین گرمایی است و نیاز است که ارزیابی دقیق‌تری صورت پذیرد (سطح دوم ریسک استرین حرارتی یا منطقه زرد) و در صورتی که جمع نمره بزرگ‌تر از ۱۸/۱ باشد، نشان دهنده این است که فرد دارای استرین حرارتی است و لازم است اقدامات کنترلی مناسب برای کاهش استرین انجام گیرد (سطح سوم ریسک استرین حرارتی یا منطقه قرمز). در پایان آزمایش حالت استفاده از جلیقه خنک کننده، چک لیست میزان راحتی جلیقه نیز توسط داوطلبان تکمیل شد.

چک لیست میزان راحتی جلیقه (۱۶) شامل ۹ سؤال از میزان راحتی جلیقه از جمله تنگ بودن، راحتی، انعطاف‌پذیری، پوشیدن و در آوردن راحت، محدود

کردن حرکات بدن و تنظیم کردن آن متناسب با سایز بدن و طراحی جلیقه است که افراد مورد آزمایش، نظرات خود را روبه‌روی گزینه‌های کاملاً مخالفم، مخالفم، معمولی است، موافقم و کاملاً موافقم تیک زدند.

پرسشنامه احساس حرارتی هم در شرایط استفاده از جلیقه و هم بدون استفاده از آن، ولی چک لیست میزان راحتی جلیقه فقط در شرایط استفاده از جلیقه توسط افراد مورد آزمایش تکمیل شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، با توجه به امکان وجود همبستگی بین متغیرهای وابسته مورد مطالعه و لزوم لحاظ این همبستگی، بر حسب مقادیر این همبستگی‌ها از آزمون  $t$  مستقل جهت مقایسه تفاوت بین متغیرهای وابسته پیش و پس از مداخله استفاده شد. مقایسه تغییرات در گروه‌ها نیز به کمک اندازه‌های مکرر و تمام تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد، سطح معنی‌داری برای کلیه آزمون‌ها نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### نتایج

در طول انجام آزمایش هیچ‌کدام از داوطلبان علائم بیماری ناشی از گرما را نشان ندادند و در تمامی مراحل آزمایش میزان ضربان قلب افراد از ۱۸۰ ضربه در دقیقه و دمای عمقی از  $39^{\circ}\text{C}$  کمتر بود. نتایج این مطالعه نشان داد که جلیقه خنک کننده نوع ماده تبخیری، شاخص‌های فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده را در شدت فعالیت با سرعت ۲/۴ کیلومتر بر ساعت نسبت به حالت ۴/۸ کیلومتر بر ساعت، بیشتر، کاهش داده است. نتایج مقایسه تغییرات دو گروه در طول زمان مطالعه نیز که با استفاده از آزمون اندازه‌های مکرر به دست آمد، در جدول ۱ نشان داده شده

است.

دو حالت با و بدون استفاده از جلیقه خنک کننده بر روی متغیرهای دمای دهانی، ضربان قلب و نمره استرین گرمایی در هر دو سرعت معنی دار نبوده است.

نتایج نشان می دهد که تغییرات دو حالت با و بدون استفاده از جلیقه خنک کننده در طول زمان آزمایش بر روی متغیرهای دمای پوست سینه و کتف در هر دو سرعت، معنی دار بوده است، ولی تغییرات

جدول ۱: نتایج آزمون اندازه های مکرر برای مقایسه تغییرات دو حالت با و بدون استفاده از جلیقه خنک کننده در طول زمان آزمایش

P-value	شدت فعالیت	میانگین و انحراف معیار		متغیر
		با جلیقه	بدون جلیقه	
۰/۰۰۰۱	۲/۴ کیلومتر بر ساعت	۳۳/۶۵±۲/۱۶	۳۶/۰۹±۰/۷۵	دمای پوست (سینه)
۰/۰۰۰۹	۴/۸ کیلومتر بر ساعت	۳۱/۲۸±۲/۴۱	۳۵/۲۸±۱/۱۸	
۰/۰۰۰۱	۲/۴ کیلومتر بر ساعت	۳۴/۶۲±۲/۳	۳۶/۸۷±۰/۹۳	دمای پوست (کتف)
۰/۰۰۰۶	۴/۸ کیلومتر بر ساعت	۳۴/۳۷±۲/۱۶	۳۵/۴۲±۱/۲۷	
۰/۶۸۵	۲/۴ کیلومتر بر ساعت	۳۶/۶۲±۰/۴۳	۳۶/۶۹±۰/۳۴	دمای دهانی
۰/۳۲۹	۴/۸ کیلومتر بر ساعت	۳۶/۵۵±۰/۴۶	۳۶/۶۶±۰/۳۸	
۰/۷۰۱	۲/۴ کیلومتر بر ساعت	۹۳/۵۵±۸/۲۱	۹۶/۱۵±۱۱/۲۱	ضربان قلب
۰/۸۴۱	۴/۸ کیلومتر بر ساعت	۱۰۵/۹۲±۷/۰۳	۱۰۵/۸۵±۸/۳۱	
۰/۰۵۲	۲/۴ کیلومتر بر ساعت	۹/۸۹±۲/۸۸	۱۲/۳۲±۳/۲۶	نمره استرین گرمایی
۰/۲۴	۴/۸ کیلومتر بر ساعت	۱۱/۲±۳/۱۹	۱۲/۷۴±۳/۵۵	

\*ارتباط معنادار

نبوده است.

در مورد میزان راحتی و طراحی جلیقه نیز، که پرسشنامه شامل سؤال هایی مثل راحتی جلیقه در بدن، انعطاف پذیری، میزان عملکرد جلیقه، پوشیدن و در آوردن جلیقه بود، در هر دو فعالیت، بیشتر افراد نظر موافق داشته اند و آزمون Wilcoxon نشان داد که نگرش افراد در مورد میزان راحتی و طراحی جلیقه ها در هر دو فعالیت تغییری نکرده است و برای همه گزینه های چک لیست میزان راحتی  $P > 0.05$  به دست آمد.

جدول ۲ نشان می دهد که نتایج آزمون t مستقل، اختلاف مقادیر متغیر دمای پوست کتف، در هر دو حالت با و بدون استفاده از جلیقه خنک کننده در دقیقه ۱۵ و ۳۰ آزمایش در هر دو سرعت ۲/۴ و ۴/۸ کیلومتر بر ساعت و متغیر دمای پوست سینه در دقیقه ۱۵ و ۳۰ آزمایش در سرعت ۲/۴ و در سرعت ۴/۸ در دقیقه ۳۰ آزمایش و نمره استرین گرمایی در دقیقه ۱۵ و ۳۰ آزمایش در سرعت ۲/۴ کیلومتر بر ساعت، معنی دار بوده، در حالی که متغیرهای میزان ضربان قلب و دمای دهانی اختلاف مقادیرشان معنی دار

جدول ۲: نتایج آزمون t مستقل جهت مقایسه متغیرها در هر دو حالت با و بدون استفاده از جلیقه به فواصل زمانی ۱۵ دقیقه

متغیر	دقیقه ۱۵-سرعت ۲/۴km/hr		دقیقه ۳۰-سرعت ۲/۴km/hr		دقیقه ۱۵-سرعت ۴/۸km/hr		دقیقه ۳۰-سرعت ۴/۸km/hr	
	بدون جلیقه	با جلیقه	بدون جلیقه	با جلیقه	بدون جلیقه	با جلیقه	بدون جلیقه	با جلیقه
دمای پوست (سینه)	۳۶/۲۸±۰/۸۵	۳۳/۶۵±۲/۲۴	۳۶/۰۸±۰/۸۷	۳۴/۰۵±۱/۷۷	۳۵/۴۳±۱/۰۵	۳۱/۰۲±۲/۵۲	۳۵/۰۵±۱/۰۱	۳۲/۱۷±۱/۸
P-value	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۱۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
دمای پوست (کتف)	۳۷±۰/۷۸	۳۴/۶۸±۲/۴۲	۳۶/۷±۱/۱۴	۳۴/۷۸±۲/۰۱	۳۵/۵۹±۱/۲۱	۳۴/۱۴±۲/۵۳	۳۵/۳±۱/۰۹	۳۴/۶۷±۲/۲
P-value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۳۱	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸
دمای دهانی	۳۶/۶۲±۰/۴۲	۳۶/۶±۰/۳۹	۳۶/۷۵±۰/۲۶	۳۶/۶۵±۰/۴۸	۳۶/۶۴±۰/۳۷	۳۶/۴±۰/۴۱	۳۶/۶۹±۰/۳۹	۳۶/۵۹±۰/۵۱
P-value	۰/۸۸۲	۰/۵۳۸	۰/۵۳۸	۰/۵۳۸	۰/۱۶۲	۰/۱۶۲	۰/۶۰۱	۰/۶۰۱
نمره استرین گرمایی	۱۱/۵۳±۳/۱۱	۹/۰۴±۲/۶۴	۱۳/۱±۳/۴۱	۱۰/۷۴±۲/۹۲	۱۱/۹۱±۳/۶	۱۰/۲۶±۲/۹۹	۱۳/۵۶±۳/۵۱	۱۲/۱۴±۳/۳۹
P-value	۰/۰۴۷	۰/۰۸۳	۰/۰۸۳	۰/۰۸۳	۰/۲۳۶	۰/۲۳۶	۰/۳۲۳	۰/۳۲۳
ضربان قلب	۹۵/۸۳±۱۱/۹۷	۹۲/۷۵±۶/۹۱	۹۶/۲۵±۱۲/۳۲	۹۶/۶۶±۹	۱۰۷/۳۳±۸/۶۶	۱۰۶/۵۸±۶/۰۳	۱۰۷/۴۱±۸/۰۶	۱۰۷/۷۵±۷/۶۵
P-value	۰/۴۵	۰/۹۲۶	۰/۹۲۶	۰/۹۲۶	۰/۸۰۸	۰/۹۱۸	۰/۹۱۸	۰/۹۱۸

\*ارتباط معنادار

## بحث

یافته‌های این پژوهش نشان داد که در طول زمان آزمایش جلیقه خنک کننده نوع تبخیری در شرایط آب و هوایی گرم و خشک و در هر دو سطح فعالیت با شدت سبک و متوسط بر میزان کاهش دمای پوست، مؤثر بود، ولی تأثیر کمی بر کاهش دمای دهانی و نمره استرین گرمایی داشت.

تحقیقات در مورد استفاده از لباس‌های خنک کننده در طی مواجهه با استرس‌های حرارتی هم در ورزشکاران و هم در مشاغل مختلف انجام شده است. کاهش دمای مرکزی بدن در حدود  $0/4-1/7$  درجه سانتی‌گراد با استفاده از جلیقه خنک کننده در انواع مشاغل، از قبیل آتش‌نشان‌ها، و افرادی که از لباس‌های حفاظتی در مقابل مواد رادیواکتیو و شیمیایی استفاده می‌کنند، گزارش شده است (۳). این نتایج با مطالعه حاضر که نشان داد جلیقه نوع تبخیری باعث کاهش دمای دهانی شده است، همخوانی دارد. ولی احتمالاً به دلیل کم بودن تعداد نمونه‌ها، آنالیزهای آماری معنی‌دار نشدند و فقط دمای پوست که در تماس با جلیقه بوده است کاهش بیشتری نسبت به متغیرهای دیگر داشته و اختلاف دو حالت با و بدون جلیقه معنی‌دار بود.

در مطالعه‌ای Lauwers و Angelo با هدف طراحی و بررسی توانایی خنک‌کنندگی یک نوع جلیقه خنک کننده تبخیری برای سربازان جهت کاهش دمای تنه، نشان داده شد که این نوع جلیقه می‌تواند دمای بدن را به طور متوسط  $10$  درجه فارنهایت کاهش دهد (۹) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

مطالعه Karkalic و همکاران در مورد اثربخشی جلیقه خنک کننده تبخیری غیر فعال بر روی استرین فیزیولوژیکی کارگران مشغول در یک کارخانه

شیمیایی، در شرایط آب و هوایی گرم به این نتیجه رسید که این جلیقه خنک کننده نوع تبخیری بر کاهش میانگین دمای پوست، دمای عمقی و ضربان قلب تأثیرگذار بوده است (۱۶) که نتایج این مطالعه از نظر کاهش دمای پوست و دمای عمقی با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد، با این تفاوت که در نتایج این مطالعه جلیقه خنک کننده باعث افزایش میزان ضربان قلب شده است، ولی در مطالعه Karkalic و همکاران باعث کاهش ضربان قلب شده است که دلیل احتمالی این تفاوت را می‌توان در نوع جلیقه خنک کننده استفاده شده و افراد مورد مطالعه دانست. به طوری که در مطالعه حاضر نمونه‌ها دانشجوی بودند، ولی در مطالعه Karkalic و همکاران، نمونه‌ها کارگران تطابق یافته با شرایط آب و هوایی گرم، افراد مورد مطالعه را تشکیل می‌دادند (۱۶).

مطالعه Sarkar با هدف بررسی مزایا و معایب چند نوع جلیقه خنک کننده، بهترین مزایای جلیقه خنک کننده نوع تبخیری را سبک، انعطاف‌پذیر و قابل حمل بودن آن دانست و این که گزینه مناسبی جهت استفاده در شرایط آب و هوایی گرم و خشک است. ولی از جمله محدودیت این نوع جلیقه خنک کننده در این است که میزان خنک‌کنندگی را بیشتر به سطح بیرونی لباس انتقال می‌دهد تا به سطح درونی لباس که در تماس با پوست است (۱۷). مطالعه‌ای از Kim و همکاران که اثر بخشی یک نوع جلیقه خنک کننده مایع را بر روی آتش‌نشان‌ها بررسی کرده است نیز به این نتیجه رسیده است در زمان استراحت کوتاه، این نوع جلیقه خنک کننده را می‌توان شارژ کرد (۱۸).

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به شرایط خاص گرما و رطوبت در اتاقک تنش حرارتی اشاره کرد. به طوری که محیط گرم و خشک اتاقک فاقد

تأثیر آن نیز کوتاه می‌باشد. لذا جهت افزایش کارایی این نوع جلیقه پیشنهاد می‌گردد تا بر روی طراحی آن بیشتر کار شود و از مواد جاذب آب با کیفیت بالا در طراحی جلیقه‌ها استفاده گردد تا نتایج قابل قبول‌تری به دست آید.

### تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مصوب معاونت پژوهشی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی مذکور و همچنین از دانشجویانی که در اجرای این مطالعه مساعدت نمودند، کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

### References

1. Clapp AJ, Bishop PA, Muir I, Walker JL. Rapid cooling techniques in joggers experiencing heat strain. *J Sci Med Sport*. 2001 Jun;4(2):160-7.
2. Cotter JD, Sleivert GG, Roberts WS, Febbraio MA. Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling, on strain and endurance exercise performance in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2001 Apr;128(4):667-77.
3. Carter JM, Rayson MP, Wilkinson DM, Richmond V, Blacker S. Strategies to combat heat strain during and after firefighting. *Journal of Thermal Biology*. 2007;32(2):109-16.
4. Furtado AL, Craig BN, Chard JT, Zaloom VA, Chu HW. Cooling suits, physiological response, and task performance in hot environments for the power industry. *Int J Occup Saf Ergon*. 2007;13(3):227-39.
5. Dehghan H, Parvari R, Habibi E, Maracy MR. Effect of fabric stuff of work clothing on the physiological strain index at hot conditions in the climatic chamber. *Int J Env Health Eng* 2014; 3:14.
6. Dehghan H, Gharebaie S, Maeki B. Accessing the impact of three types of Iranian cooling vests on heat strain index in hot/ dry weather conditions.[dissertation] Isfahan: Isfahan University of Medical Sciences; 2015.
7. Xu X, Gonzalez J. Determination of the cooling capacity for body ventilation system. *Eur J Appl Physiol*. 2011 Dec;111(12):3155-60.
8. Chi YC, Chin YC, Dimoski D, Kroll R, Low ACH. Water Cooling Vest. Final Report for Team

گرمای تابشی و سرعت جریان هوا قابل ملاحظه بود، در صورتی که در محیط‌های واقعی محیط کار چه در فضای درون ساختمان یا خارج از ساختمان ممکن است درجات متفاوتی از گرمای تابشی و سرعت جریان هوا وجود داشته باشد که بر روی انتقال حرارت بین بدن انسان و محیط و بر روی عملکرد این جلیقه‌ها تأثیرگذار باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد که این مطالعه در یک محیط واقعی که دارای سرعت جریان هوا و تابش‌های حرارتی باشد نیز انجام گیرد.

### نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق نشان داد که در آب و هوای گرم و خشک، جلیقه خنک کننده نوع تبخیری تأثیر کمی بر روی کاهش استرین‌های حرارتی دارد و مدت زمان

- 14 of ME450; 2008. [cited 2012 Sep 28] Available from: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/61923/me450fall2008finalreport-team14-coolingvest.pdf?sequence=1>
9. Angelo SD, Lauwers W. The Cooling Vest-Evaporative Cooling. Worcester Polytechnic Institute; 2009. [cited 2013 Jul 28 ] Available from: [https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-043009-013901/unrestricted/Final\\_Cooling\\_Vest\[1\].pdf](https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-043009-013901/unrestricted/Final_Cooling_Vest[1].pdf)
10. Hornery DJ, Papalia S, Mujika I, Hahn A. Physiological and performance benefits of halftime cooling. *J Sci Med Sport*. 2005 Mar;8(1):15-25.
11. Hadid A, Yanovich R, Erlich T, Khomenok G, Moran DS. Effect of a personal ambient ventilation system on physiological strain during heat stress wearing a ballistic vest. *Eur J Appl Physiol*. 2008 Sep;104(2):311-9.
12. Selkirk GA, McLellan TM, Wong J. Active versus passive cooling during work in warm environments while wearing firefighting protective clothing. *J Occup Environ Hyg*. 2004 Aug;1(8):521-31.
13. Bennett BL, Hagan RD, Huey KA, Minson C, Cain D. Comparison of two cool vests on heat-strain reduction while wearing a firefighting ensemble. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;70(4):322-8.
14. Gao C, Kuklane K, Holmér I. Cooling vests with phase change materials: the effects of melting



temperature on heat strain alleviation in an extremely hot environment. *Eur J Appl Physiol.* 2011 Jun;111(6):1207-16.

15. Branson DH, Cao H, Jin B, Peksoz S, Farr C, Ashdown S. Fit analysis of liquid cooled vest prototypes using 3D body scanning technology. *Journal of Textile and Apparel.* 2005;3 (4):1-13.

16. Karkalic RM, Jovanović DB, Radakovic SS, Rajic DS, Petrovic BV, Ivankovic ND, et al. The influence of the passive evaporative cooling vest on a chemical industry workers physiological strain

level in hot conditions. *Hemijaska industrija.* 2015;69(3): 587-94.

17. Sarkar S, Kothari VK. Cooling garments—a review. *Indian Journal of Fibre & Textile Research.* 2014;39(4):450-8.

18. Kim JH, Coca A, Williams WJ, Roberge RJ. Effects of liquid cooling garments on recovery and performance time in individuals performing strenuous work wearing a firefighter ensemble. *J Occup Environ Hyg.* 2011 Jul;8(7):409-16.

## The Effect of Iranian Evaporative Cold Vest on Physiological Indices in Hot and Dry Climate in a Climatic Chamber

Somayeh Gharehbaei<sup>1</sup>, Habibollah Dehghan<sup>2</sup>, Behzad Mahaki<sup>3</sup>, Somayeh Rahimi Moghadam<sup>4</sup>

### Abstract

**Background:** Heat stress is a threat for health and safety in workplaces. The aim of this study was to examine the cooling ability of the Iranian evaporative vest in hot and dry conditions in a climatic chamber.

**Method:** This interventional study was conducted on 12 male students in 2013. Heat strain score index, skin temperature, oral temperature and heartbeat in two phases of with and without wearing cold vest were measured in two intensity different activities on a treadmill in a climatic chamber (mean temperature 38.8°C, relative humidity 32.9% and WBGT 29.9°C). Data were analyzed using t-test and repeated measures test.

**Results:** In two trials with and without wearing the evaporative cooling vest, the skin mean temperature differed significantly but heat strain score, heartbeat rate and oral temperature in both activities did not show a significant difference.

**Conclusion:** The results showed that Iranian evaporative cooling vest is effective in reducing skin temperature, in light and moderate activities, in hot and dry conditions; but it has a little effect on oral temperature, heart rate and heat strain score index.

**Keywords:** Evaporative cold vest, Heat strain, Heat strain score index, wet bulb globe temperature

1- MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran

2- Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

4- PhD Student, Health Sciences Research Centre, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

**Corresponding Author:** Habibollah Dehghan **Email:** ha\_dehghan@hlth.mui.ac.ir

**Address:** Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran

**Tel:** 031-37923264 **Fax:** 031-36682509