Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

# تأثیر جلیقه‌های خنک‌کننده بر زمان واکنش و استرین حرارتی افراد در هنگام پوشیدن لباس‌های حفاظت شیمیایی–میکروبی–هسته‌ای در شرایط گرم و خشک آزمایشگاهی

حبیب اله دهقان شهرضا[۱]، فیروز ولی پور[۲]، حسین خلیلی گرجی[۳*]، بهزاد مهکی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶ /۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۵

## چکیده

**مقدمه:** هدف از این مطالعه بررسی تأثیر جلیقه‌های خنک‌کننده در حین پوشیدن لباس‌های محافظتی شیمیایی- میکروبی-هسته‌ای بر استرین حرارتی و زمان واکنش افراد بوده است.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه بر روی ۱۲ دانشجوی مرد با میانگین سنی ۲±۲۵ و شاخص توده بدنی ۱/۵±۲۳ انجام گرفت. هر یک از دانشجویان به مدت ۲۰ دقیقه در آزمایشگاه شرایط جوی با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰ درصد بر روی تردمیل با سرعت ۲/۴ km/h فعالیت نمودند. نمره شاخص استرین فیزیولوژیکی، دمای دهانی، تعداد خطا و زمان پاسخ (Reaction time) در پایان هر دو مرحله اندازه‌گیری شدند و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نتایج مورد تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** آزمون Wilcoxon نشان داد که میانگین تفاوت نمره شاخص استرین گرمایی (p=0.002)، دمای دهانی (p=0.002)، زمان پاسخ (p=0.002)، ضربان قلب (p=0.002) و خطا (p=0.003) در دو حالت با و بدون جلیقه خنک‌کننده معنی‌دار بوده است. میانگین شاخص استرین فیزیولوژیکی PSI در حالت بدون جلیقه خنک‌کننده ۰/۸۸۲±۴/۰۳۸ و با جلیقه خنک‌کننده ۰/۴۳۵±۱/۴۲ بود. همچنین میانگین زمان واکنش در حالت بدون جلیقه ۰/۰۹۷۲±۰/۷۶۹ و با جلیقه ۰/۰۹۷۷±۰/۵۳۹ بود.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های مطالعه نشان داد که جلیقه‌های خنک‌کننده باعث کاهش استرین فیزیولوژیکی، زمان واکنش و میزان خطای افراد می‌شود.

**کلمات کلیدی:** استرین حرارتی، زمان واکنش، شاخص استرین فیزیولوژیکی، لباس‌های محافظتی شیمیایی-میکروبی-هسته‌ای

۱. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران.
۳. ***(نویسنده مسئول)** گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران. پست الکترونیکی: hossein_khalili@hlth.mui.ac.ir
۴. گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

## مقدمه

یکی از عوامل زیان‌آور محیط کار که باعث آسیب‌های فیزیولوژیکی و همچنین کاهش عملکرد افراد در محیط کار می‌شود گرما می‌باشد (۱). این تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از گرما استرین حرارتی نامیده می‌شود. مواجهه طولانی‌مدت با گرما علاوه بر ایجاد اختلالات فیزیولوژیکی از قبیل کرامپ عضلانی، سنکوپ گرمایی، گرمازدگی و... باعث ایجاد اختلالات ذهنی نیز می‌گردد (۱). طبیعتاً این اختلالات باعث کاهش راندمان کاری و افزایش حوادث شغلی و نظامی می‌شود (۲). خطای انسانی در بسیاری از مشاغل حساس و نیاز به‌دقت بالا می‌تواند نتایج زیان‌بار و غیرقابل جبرانی به بار آورد.

در موارد نظامی و بعضی مشاغل با توجه به شرایط آب و هوایی، جغرافیایی و مأموریت‌های نظامی از لباس‌های متفاوتی استفاده می‌شود که در یک گروه‌بندی ساده این نوع لباس‌ها به دو نوع، لباس‌های رزم و لباس‌های محافظ تقسیم می‌شوند. به‌منظور جلوگیری از آسیب‌های شیمیایی، میکروبی، هسته‌ای و آسیب‌ها و صدمات فیزیکی در شرایط خاص افراد مجبور به استفاده از لباس‌های محافظتی هستند. این لباس‌ها علاوه بر محافظت در برابر مخاطرات محیطی، باید حداقل محدودیت‌های فیزیولوژیکی، جسمانی و روانی را بر بدن اعمال کنند. در حملات شیمیایی، میکروبی و هسته‌ای و همچنین در شرایط اضطراری نیز این لباس‌ها بسیار کاربرد دارند. در این شرایط استفاده از این لباس‌ها تنش حرارتی افراد را بالا برده و منجر به این می‌شود که عملکرد افراد کاهش یابد (۳).

سه عامل استرس گرمایی، کاهش عملکرد و کاهش دامنه حرکتی در مطالعات قبلی همچون نانسی گروگل و همکاران به اثبات رسیده است (۴). همچنین در تعدادی دیگر از مطالعات نشان داده شده است که میزان انرژی مصرفی و میزان اختلالات شناختی در حین استفاده از این لباس‌ها افزایش چشمگیری داشته است (۵، ۶، ۷). در سال ۱۹۹۳ تیلور و همکاران نشان دادند که میزان عملکرد افراد در حین استفاده از لباس‌های محافظتی شیمیایی کاهش یافته و استرس ناشی از آن حتی در محیط غیر گرم نیز افزایش داشته است (۸). همچنین در سال ۱۹۸۶ مایکل راوچ در موسسه تحقیقاتی ارتش ایالات متحده نشان دادند که لباس‌های حفاظتی شیمیایی باعث ایجاد اختلالات شناختی و روانشناسی در استفاده‌کنندگان می‌شود (۵). همچنین در سال ۱۹۸۷ مایکل راوچ بررسی بر روی لباس‌های حفاظتی شیمیایی انجام داده‌اند. این مطالعه که در ارتش آمریکا صورت گرفته نشان داد که پوشیدن توأم ماسک و دستکش حفاظت شیمیایی باعث افزایش میزان مشکلات حل مسئله شده است (۹). کروگر در سال ۲۰۰۱ ثابت کردند که عملکرد افراد هنگام پوشیدن لباس‌های حفاظتی شیمیایی-میکروبی ۳۰ درصد کاهش داشته است (۱۰).

تکنیک‌های زیادی جهت کاهش دمای عمقی بدن مطالعه شده است، از جمله غوطه‌وری کل بدن در آب خنک، اگر چه این روش‌ها موجود و عملی می‌باشند اما محدودیت‌هایی هم دارند (۱۱). یک روش کاربردی برای کنترل استرس و استرین حرارتی در محیط گرم این است که برای افراد شاغل در این محیط‌های گرم یک دست لباس خنک‌کننده یا جلیقه خنک‌کننده تهیه شود. در طول سال‌ها، روش‌های بسیار زیادی در جهت خنک کردن بدن برای کسانی که بیماری داشتند و همچنین افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس که تحمل گرما را نداشتند، وجود داشته است.

طرح‌ها و سبک‌های متفاوت و همچنین تکنولوژی‌های متفاوتی جهت خنک‌کنندگی وجود دارد. لباس‌های خنک‌کننده در اواخر سال ۱۹۵۰ تولید شده‌اند تا افرادی که از این لباس‌ها استفاده می‌کنند را از محیط‌های گرم حفاظت کند، در درجه اول این لباس‌ها برای نظامیان و اکتشافات فضایی در نظر گرفته شده بود، اما امروزه استفاده از این نوع لباس‌ها برای انواع فعالیت‌های نظامی و غیرنظامی گسترش پیدا کرده است (۱۲). با توجه به اینکه در کشور ما مطالعه‌ای بر روی لباس‌های شیمیایی-میکروبی-هسته‌ای صورت نگرفته است، بر آن شدیم تا در این پژوهش یک نوع جلیقه خنک‌کننده ساخت دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان جهت کاهش استرین‌های فیزیولوژیکی و ذهنی را مورد بررسی قرار دهیم.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۱۲ دانشجوی پسر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان شرکت داده شده‌اند. انتخاب تعداد افراد مورد مطالعه بر اساس مطالعات مشابه صورت گرفته است (۱۳، ۱۴، ۱۵). معیارهای ورود افراد به مطالعه شامل داشتن شاخص توده بدنی ((BMI نرمال (۱۸/۵-۲۵)، عدم سوابق بیماری‌های قلبی -عروقی، ریوی، عصبی،

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

اسکلتی -عضلانی، صرع، تشنج، دیابت، عدم مصرف داروهای فشارخون و داروهای تأثیرگذار بر ضربان قلب، عدم مصرف قهوه، کافئین و الکل از ۱۲ ساعت قبل از انجام تست بوده است. تمام این موارد با تائید پزشک مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین اطلاعاتی از قبیل سن و نداشتن بیماری‌های ذکر شده در بالا از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شده و رضایت‌نامه کتبی از افراد جهت انجام آزمایش‌ها گرفته شده است. مشخصات افراد مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است.

**جدول ۱: مشخصات فیزیکی و سن افراد مورد مطالعه (n=12)**

| مشخصات | SD±میانگین | گستره متغیر |
|---|---|---|
| **سن (سال)** | ۲۵±۲ | ۲۳-۲۹ |
| **قد (متر)** | ۱/۷۲±۰/۰۷ | ۱/۷۲-۱/۸ |
| **وزن (کیلوگرم)** | ۶۱/۸±۸/۱ | ۶۰-۸۰ |
| **BMI** | ۲۳±۱/۵ | ۲۱-۲۴/۹ |

### لباس

در این پژوهش لباس‌های حفاظتی شیمیایی-میکروبی-هسته‌ای ساخت وزارت دفاع مورد استفاده قرار گرفتند. این لباس‌ها جدیدترین نمونه مورد استفاده نیروهای مسلح تا انجام این طرح تحقیقاتی بوده است. مشخصات لباس به تشخیص سازمان‌های مربوطه محرمانه می‌باشد. همچنین جلیقه خنک‌کننده مورد استفاده در این مطالعه توسط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان ساخته شده و مورد آزمایش قرار گرفت. محتوای این جلیقه خنک‌کننده شامل پارافین و آب می‌باشد.

### دستگاه زمان‌سنج واکنش

برای اندازه‌گیری زمان واکنش افراد از دستگاه زمان‌سنج واکنش مدل PM-RT16881 ساخت شرکت پارس مدار استفاده شده است. این دستگاه زمان واکنش فرد را با دقت یک‌هزارم ثانیه نشان می‌دهد. دستگاه زمان‌سنج واکنش برای بررسی وضعیت ذهنی فرد در پاسخ به محرک استفاده می‌شود (۱۵). این دستگاه طوری تهیه شده که وقتی آزماینده محرک را به کار می‌اندازد زمان‌سنج دستگاه شروع به حرکت می‌کند و با واکنش آزمودنی متوقف می‌شود. در این آزمایش دو علامت نوری به رنگ‌های مختلف و دو کلید واکنشی که در دو دست فرد قرار می‌گیرد استفاده شده است. محرک‌های نوری در قسمت عقب دستگاه در سمت فرد مورد آزمایش ظاهر می‌شود. فرد آزمون گیرنده در سمت جلوی دستگاه قرار می‌گیرد و زمان واکنش و خطای فرد را که بر روی نمایشگر نشان داده می‌شود، ثبت می‌کند. این آزمون در مطالعات روان‌شناختی کاربرد فراوان دارد و در مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است (۱۶، ۱۷).

### پروتکل آزمایش

ابتدا روش کار با دستگاه زمان‌سنج واکنش به همه داوطلبین آموزش داده شد و بعد از چند بار تمرین برای آزمایش آماده شدند. آزمایش‌ها بر روی افراد تحت شرایط آب و هوایی گرم و خشک ۳۵°c، رطوبت نسبی ۳۰٪ (متناسب با دمای عمومی کشور ایران) و شدت فعالیت با استفاده از دستگاه تردمیل (مدل Ketler) به‌طوری که در فعالیت سبک سرعت ۲/۴ km/h و شیب ۰٪ تنظیم شد. افراد در این اتاقک شرایط جوی که دما و رطوبت قابل تنظیم می‌باشد، در دو مرحله مورد آزمایش قرار گرفتند. در مرحله اول لباس حفاظتی شیمیایی-میکروبی- هسته‌ای و در مرحله دوم هم لباس حفاظتی و هم جلیقه خنک‌کننده به‌صورت توأم پوشانده شدند. قبل از ورود افراد به اتاقک و پوشیدن لباس‌ها ضربان قلب (با استفاده از دستگاه اسپرت تستر مدل Polar)، دمای دهانی (با استفاده از دماسنج دهانی Brauer ساخت کشور چین)، زمان واکنش و خطای آن‌ها در حالت استراحت اندازه گرفته شد. در انتهای هر مرحله نیز ضربان قلب دمای دهانی زمان واکنش و خطای افراد مورد سنجش قرار گرفته شد. زمان فعالیت افراد در هر مرحله ۲۰ دقیقه بوده است. این زمان با توجه به پری تست‌هایی که قبل از شروع مطالعه از افراد انجام گرفت، انتخاب شده است. به‌گونه‌ای که ضربان قلب آن‌ها از حاشیه ایمن بالاتر نرود. دستگاه زمان‌سنج واکنش طوری تنظیم شد که برای هر فرد در هر مرحله ۲۵ تست انجام گیرد. هر تست شامل دو رنگ بود. دو شستی در دو دست فرد قرار می‌گرفت که می‌بایست متناسب به نوع رنگ ظاهر شده در هر تست به آن پاسخ داده می‌شد. به‌عنوان مثال رنگ قرمز شستی دست راست و رنگ سبز شستی دست چپ. افراد به‌محض ظاهر شدن رنگ‌ها با استفاده از شستی‌ها به آن پاسخ می‌دادند. در هر دو مرحله نیز نوع رنگ‌ها تغییر داده شد (نه تعویض).

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

زمان واکنش افراد در هر ۲۵ تست ثبت شد و درنهایت میانگین آن‌ها برای انجام آنالیز مورد استفاده قرار گرفت. همچنین برای اندازه‌گیری استرین فیزیولوژیکی از شاخص (Physiological Strain Index) استفاده شد. این شاخص مقدار استرین فیزیولوژیکی را بر اساس ضربان قلب و دمای عمقی اندازه‌گیری می‌کند و دارای یک مقیاس ۱۰ نمره‌ای می‌باشد که اعداد صفر و ۱۰ به ترتیب نشانه عدم وجود استرین و بالاترین مقدار استرین می‌باشند. این شاخص از طریق فرمول زیر به دست آمد (۱۸):

$$PSI = 5(Tret - Tre0).(39.5 - Tre0)^{-1} + 5(HRt - HR0).(180 - HR0)^{-1}$$

در این فرمول Tret و HRt به ترتیب برابر اندازه‌گیری هم‌زمان دمای عمقی و ضربان قلب در حین فعالیت می‌باشد. Tre0 وHR0 برابر اندازه‌گیری هم‌زمان دمای عمقی و ضربان قلب در حالت استراحت است (۱۸).

## یافته‌ها

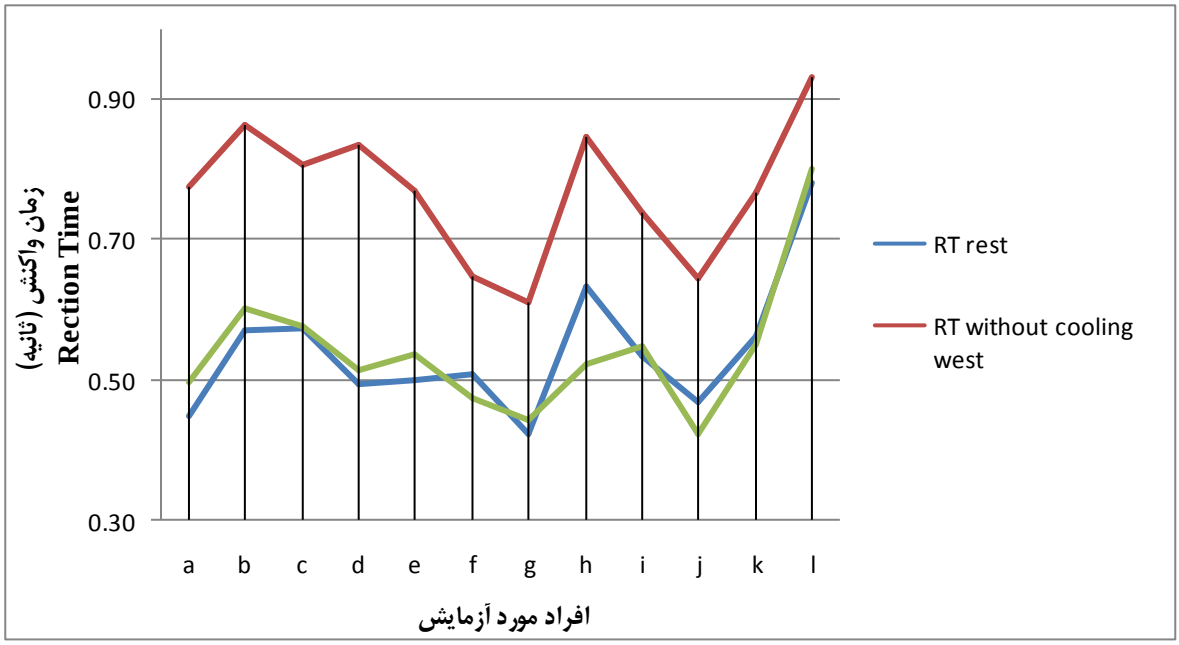
آزمون Friedman نشان داد که زمان واکنش، ضربان قلب، دمای دهانی و تعداد خطا در سه حالت استراحت، با و بدون جلیقه خنک‌کننده با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($p<0.001$).

آزمون Wilcoxon نشان داد شاخص PSI در دو حالت با و بدون جلیقه خنک‌کننده تفاوت معنادار دارد ($p=0.002$). همچنین تفاوت زمان واکنش در دو حالت با و بدون جلیقه خنک‌کننده معنادار بوده است ($p=0.002$). این آزمون نشان داد که ضربان قلب ($p=0.002$) و دمای دهانی ($p=0.002$) در دو حالت با و بدون جلیقه خنک‌کننده تفاوت معناداری وجود داشته است. میانگین تعداد خطا در حالت بدون جلیقه خنک‌کننده ۲/۲۵ و در حالت با جلیقه خنک‌کننده ۰/۵ در هر ۲۵ تست بوده است که تفاوت آن‌ها نیز با استفاده از آزمون Wilcoxon معنادار بوده است ($p=0.003$). نتایج اندازه‌گیری متغیرها در سه حالت استراحت، با و بدون جلیقه خنک‌کننده در جدول ۲ آمده است. نمودارهای ۱ تا ۵ نیز میزان تفاوت متغیرها را در حالت‌های مختلف نشان می‌دهد.

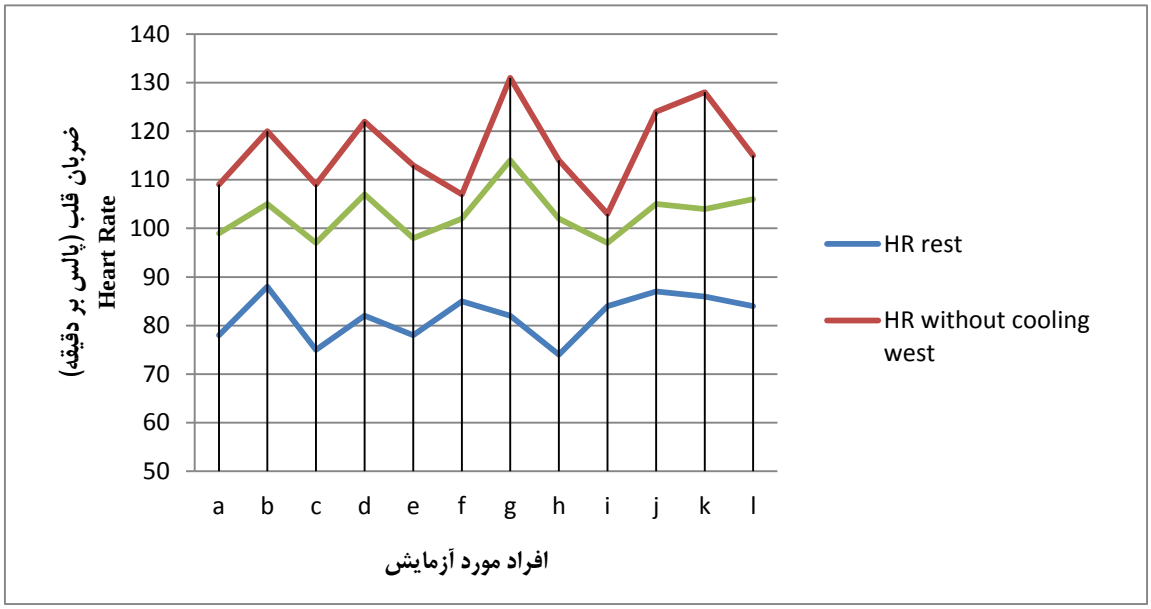
**جدول ۲: نتایج اندازه‌گیری متغیرها و آزمون Wilcoxon**

| متغیر | بدون جلیقه خنک‌کننده | با جلیقه خنک‌کننده | حالت استراحت |
|---|---|---|---|
| **زمان واکنش** | ۰/۷۶۹±۰/۰۹۷۲ | ۰/۵۳۹±۰/۰۹۷۷ | ۰/۵۴۱±۰/۰۹۶ |
| **PSI** | ۴/۰۳۸±۰/۸۸۲ | ۱/۴۲±۰/۴۳۵ | |
| **ضربان قلب** | ۱۱۶/۲۵±۸/۷۷ | ۱۰۳±۴/۳۵ | ۸۱/۹۱±۴/۶۶ |
| **دمای دهانی** | ۳۷/۸۴±۰/۳۶ | ۳۶/۶۵±۰/۱۷۸ | ۳۶/۴۲±۰/۲۳ |
| **تعداد خطا** | ۲/۲۵±۰/۹۶ | ۰/۵±۰/۶۴۷ | ۰/۵±۰/۵۲۲ |

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

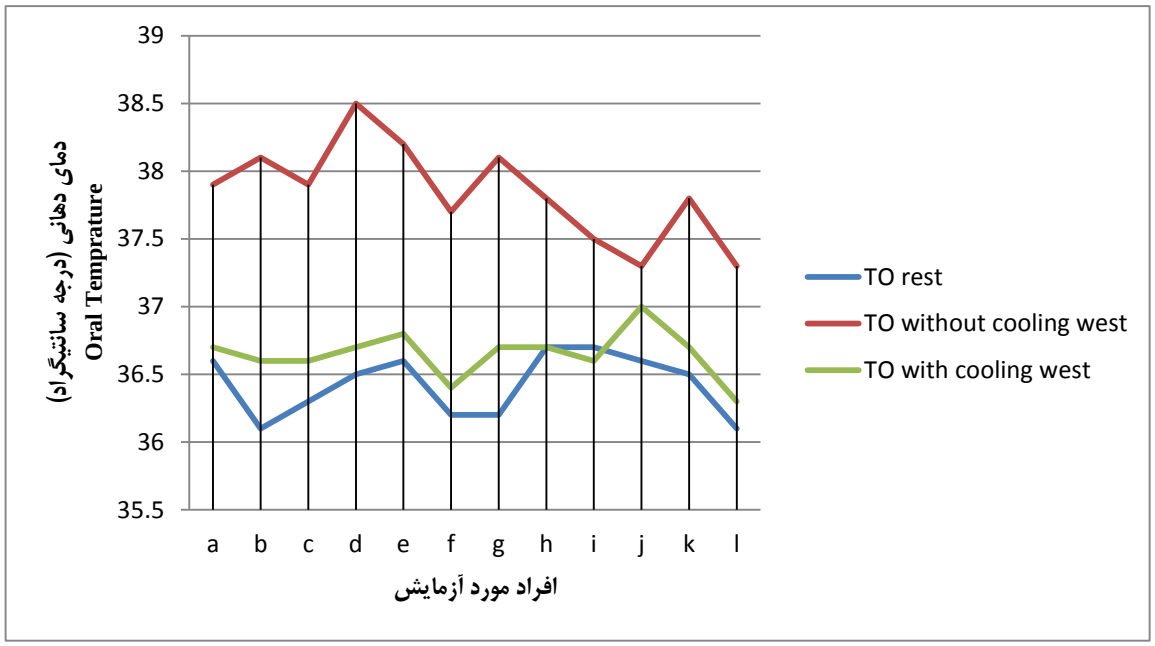



نمودار ۱: تفاوت زمان واکنش در سه حالت استراحت، با و بدون جلیقه خنک‌کننده

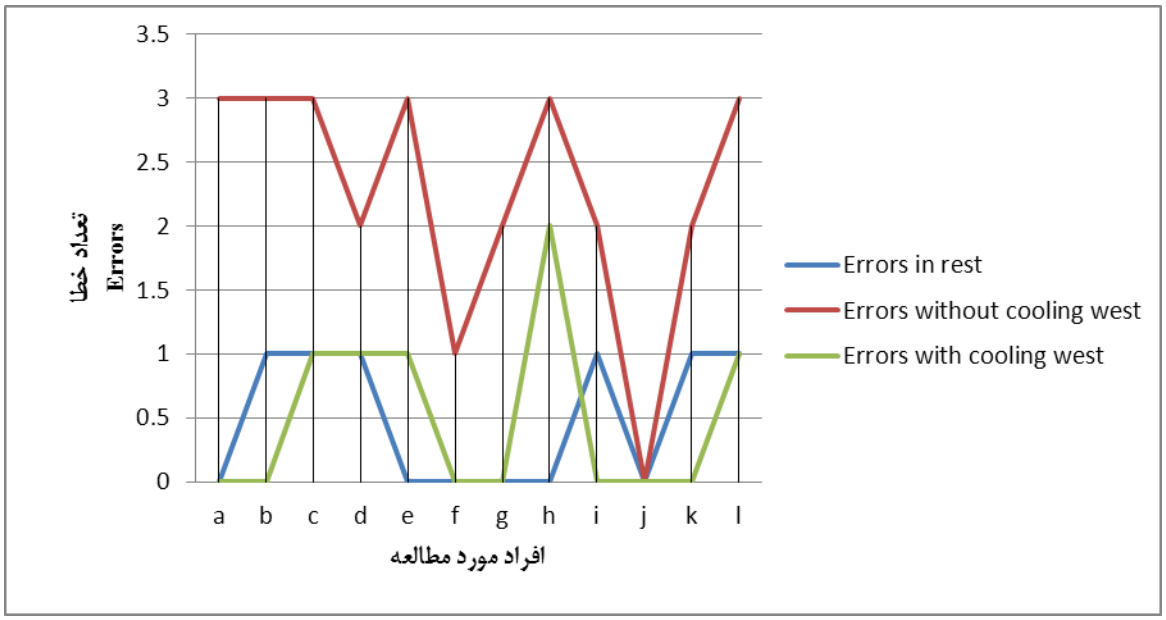



نمودار ۲: تفاوت ضربان قلب در سه حالت استراحت، با و بدون جلیقه خنک‌کننده

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

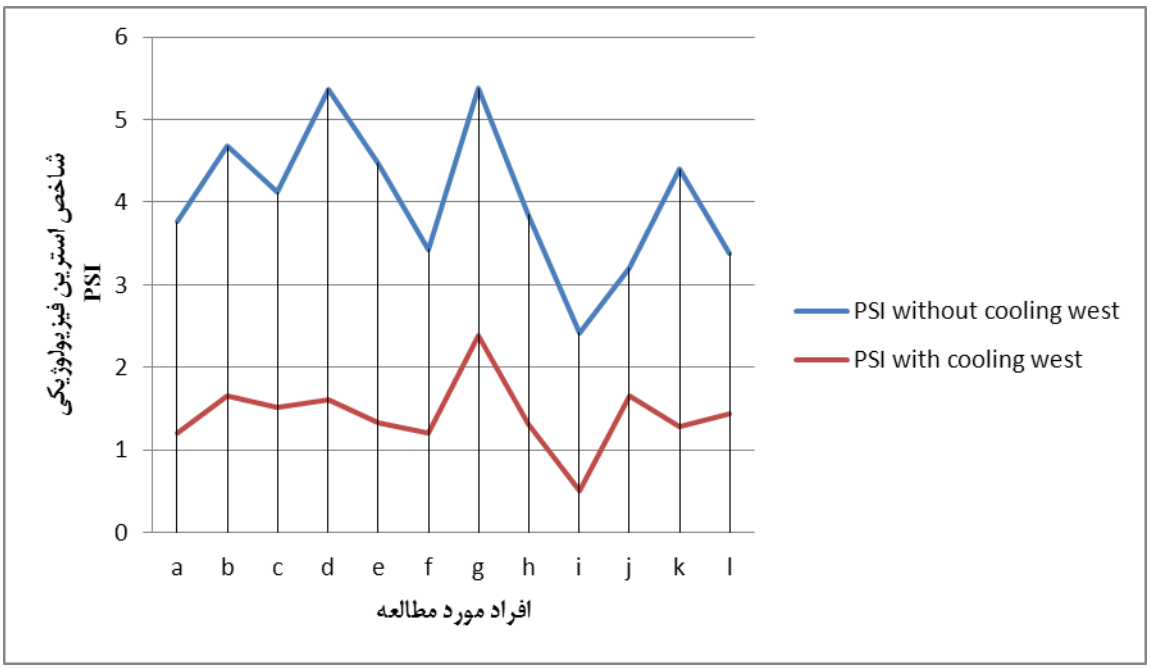



نمودار ۳: تفاوت دمای دهانی در سه حالت استراحت، با و بدون جلیقه خنک‌کننده




نمودار ۴: تفاوت تعداد خطا در سه حالت استراحت، با و بدون جلیقه خنک‌کننده

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017




**نمودار ۵: تفاوت شاخص استرین حرارتی در دو حالت با و بدون جلیقه خنک‌کننده**

## بحث

همان‌طور که یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند، پوشیدن لباس‌های حفاظتی و به‌خصوص لباس‌های شیمیایی-میکروبی-هسته‌ای می‌تواند تأثیرات فیزیولوژیکی و ذهنی منفی‌ای بر افراد داشته باشد که با استفاده از به‌کارگیری روش‌های خنک‌سازی می‌توان این اختلالات را کنترل کرد.

در این مطالعه نیز که از یک نوع جلیقه خنک‌کننده ساخت دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان استفاده شده بود به‌خوبی نشان داد که تأثیر زیادی بر کاهش استرین حرارتی و ذهنی دارد. به‌طوری که حتی در شرایط گرم و باوجود پوشیدن لباس‌های شیمیایی-میکروبی-هسته‌ای زمان واکنش، تعداد خطا و دمای دهانی تقریباً نزدیک به حالت استراحت و همچنین میزان ضربان قلب و شاخص استرین فیزیولوژیکی به میزان زیادی کاهش یافت.

در این مطالعه استرین فیزیولوژیکی ناشی از حرارت با شاخص استرین فیزیولوژیکی (PSI) نشان داده شده است. این شاخص با استفاده از دو متغیر ضربان قلب و دمای عمقی محاسبه می‌شود (۱۸). همان‌طور که یافته‌های مطالعه نشان دادند با کاهش میزان شاخص استرین فیزیولوژیکی، زمان واکنش نیز کاهش می‌یابد؛ به عبارت دیگر با کاهش دمای عمقی که به دلیل پوشیدن جلیقه خنک‌کننده ایجاد می‌شود، استرین فیزیولوژیکی نیز کاهش می‌یابد.

از لحاظ فیزیولوژیکی، اختلال در مکانیسم فیزیولوژیکی بدن می‌تواند منجر به کاهش عملکرد شناختی و روانی گردد (۱۹، ۲۰). در نتیجه با کنترل استرین‌های فیزیولوژیکی می‌توان عملکرد ذهنی افراد را بهبود بخشید.

راوچ و همکاران در سال ۱۹۸۶ نشان دادند که پوشیدن لباس‌های شیمیایی-میکروبی تأثیرات منفی بر روی عملکرد ذهنی حل مسئله دارد (۵). در این مطالعه که بر روی ۹ داوطلب و در ارتش آمریکا صورت گرفته است برای ارزیابی عملکرد ذهنی از سه آزمون شامل محاسبات ریاضی (math computation)، شناسایی الگو (pattern recognition) و مقایسه اعداد (number comparison) استفاده شده بود. نتایج این آزمون‌ها کاهش عملکرد حل مسئله را نشان داده

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

بودند. همچنین این دانشمند در سال ۱۹۸۷ مطالعه دیگری را بر روی ماسک و دستکش شیمیایی انجام داده است. در این مطالعه نیز از آزمون‌های قبلی استفاده شده بود که نشان داد استفاده ماسک و دستکش حفاظت شیمیایی-میکروبی به‌تنهایی عملکرد حل مسئله را مختل می‌کنند (۹).

کارتر و همکاران در سال ۲۰۰۷ در جهت بررسی تأثیر جلیقه‌های خنک‌کننده در محیط گرم مطالعه‌ای انجام داده‌اند. این مطالعه که از جلیقه‌های خنک‌کننده نوع PCM استفاده شده بود نشان داد که استرین فیزیولوژیکی ناشی از کار با لباس آتش‌نشانی در حین استفاده از جلیقه خنک‌کننده بسیار کاهش داشته است (۲۱). مطالعه دیگری که توسط گائو و همکاران صورت گرفته نشان داده است که استفاده از جلیقه‌های خنک‌کننده فردی تأثیر بسزایی در کاهش استرین‌های حرارتی ناشی از پوشیدن لباس در محیط گرم داشته است (۲۲).

جیسون لی و همکاران در سال ۲۰۱۳ با مطالعه‌ای در آلمان با استفاده از تکنیک خنک‌سازی بدن در حین پوشیدن لباس توانستند عملکرد ذهنی افراد را افزایش دهند (۱۷). در این پژوهش که بر روی ۱۲ داوطلب مرد صورت گرفته یکی از آزمون‌های مورد بررسی آزمون زمان واکنش بوده که مشابه مطالعه نویسنده بوده است.

ناگفته نماند در این مطالعه امکان اندازه‌گیری دمای مقعدی که در اکثر مطالعات به‌عنوان شاخصی برای نشان دادن دمای عمقی بدن است وجود نداشت؛ زیرا هم دماسنج مقعدی در بازار ایران به‌ندرت یافت می‌شود و هم اجازه انجام این اندازه‌گیری توسط افراد مورد مطالعه به محقق داده نشده بود که می‌توان از این به‌عنوان یکی از معایب پژوهش نام برد.

متأسفانه در کشور ما در طراحی این‌گونه لباس‌ها به اثرات حرارتی که این لباس‌ها بر بدن وارد می‌کنند توجهی نمی‌شود. همان‌طور که در این مطالعه و سایر مطالعات مشابه به اثبات رسیده استرین حرارتی اثرات منفی‌ای بر پارامترهای فیزیولوژیکی وارد می‌کند که این تغییرات باعث کاهش عملکرد ذهنی نیز می‌شود. در نتیجه افرادی که در حین انجام فعالیت‌های نظامی هستند و یا در شرایط اضطراری که نیاز به‌دقت و هوشیاری بالا برای کنترل شرایط می‌باشند خطای فردی می‌تواند منجر به خسارات جبران ناپذیری گردد.

## نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌ها جلیقه‌ی خنک‌کننده تأثیر به سزایی در کاهش میزان استرین حرارتی، زمان واکنش و میزان خطای آن‌ها داشته است. از آنجایی که در شرایط بحرانی و حمله‌های شیمیایی-میکروبی-هسته‌ای این لباس‌های حفاظتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، کوچک‌ترین خطا و اشتباه از طرف افراد مسئول و کنترل‌کننده شرایط، ممکن است خسارات جبران ناپذیری بر جان و مال افراد وارد نماید. لذا جلیقه‌های خنک‌کننده می‌توانند به میزان زیادی در کاهش این اختلالات نقش داشته باشند.

## منابع

1. Dehghani H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Comparison between cardiac strain of normal weight and overweight workers in hot and humid weather of the south of iran. Health System Research. 2012: 867-875.

2. Adam GE, Carter R, Cheuvront SN, Merullo DJ, Castellani JW, Lieberman HR, Sawka MN. Hydration effects on cognitive performance during military tasks in temperate and cold environments. Physiology & Behavior. 2008;93(4):748-756.

3. Kalyani M, Jamshidi N. Comparing the effect of firefighting protective clothes and usual work clothes during physical activity on heat strain. Pak J Med Sci. 2009; 25(3):375-379.

4. Grugle NL, Kleiner BM. Effects of chemical protective equipment on team process performance in small unit rescue operations. Applied ergonomics. 2007; 38(5): 591-600.

5. Rauch TM, Witt C, Banderet L, Tauson R, Golden M. The effects of wearing chemical protective clothing on cognitive problem solving. Army Research Inst of Environmental Medicine Natick MA; 1986.

6. Dorman LE, Havenith G. The effects of protective clothing on energy consumption during different activities. European Journal of Applied Physiology. 2009; 105(3): 463-470.

7. Faff J, Tutak T. Physiological responses to working with fire fighting equipment in the heat in relation to subjective fatigue. Ergonomics. 1989; 32(6): 629-638.

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

8. Taylor HL, Orlansky J. The effects of wearing protective chemical warfare combat clothing on human performance. Institute for Defense Analyses, Alexandria, VA (United States); 1991.

9. Rauch TM, Tharion WJ. The effects of wearing the chemical protective mask and gloves on cognitive problem solving. Army Research Inst of Environmental Medicine Natick MA; 1987.

10. Krueger GP. Psychological and performance effects of chemical-biological protective clothing and equipment. Military Medicine. 2001; 166(12): 41-43.

11. Fujii RK, Horie S, Tsutsui T, Nagano C. Effectiveness of a head wash cooling protocol using non-refrigerated water in reducing heat stress. Journal of Occupational Health. 2008; 50(3): 251-261.

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

13. Kakitsuba N. Dynamic changes in sweat rates and evaporation rates through clothing during hot exposure. Journal of Thermal Biology. 2004; 29(7): 739-742.

14. Ashley CD, Luecke CL, Schwartz SS, Islam MZ, Bernard TE. Heat strain at the critical WBGT and the effects of gender, clothing and metabolic rate. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008 Aug 31;38(7):640-644.

15. Schouten J, Bekker J. Reaction time and accuracy. Acta Psychologica. 1967; 27:143-153.

16. Weiss AD. The locus of reaction time change with set, motivation, and age. Journal of Gerontology. 1965; 1(20):60-64.

17. Lee JK, Koh AC, Koh SX, Liu GJ, Nio AQ, Fan PW. Neck cooling and cognitive performance following exercise-induced hyperthermia. European Journal of Applied Physiology. 2014;114(2):375-384.

18. Moran DS, Shitzer A, Pandolf KB. A physiological strain index to evaluate heat stress. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 1998 Jul 1;275(1):R129-134.

19. Hocking C, Silberstein RB, Lau WM, Stough C, Roberts W. Evaluation of cognitive performance in the heat by functional brain imaging and psychometric testing. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. 2001;128(4):719-734.

20. Hancock PA, Vasmatzidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. International Journal of Hyperthermia. 2003 Jan 1;19(3):355-372

21. 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.

22. Gao C, Kuklane K, Holmér I. Cooling effect of a PCM vest on a thermal manikin and on humans exposed to heat. In12th International Conference on Environmental Ergonomics 2007 (Vol. 12, pp. 146-149). Biomed doo, Ljubljana, Slovenia.

# 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

Habibollah Dehghan[1], Firooz Valipour[2], Hosein Khalili Gorji [3]*, Behzad Mahaki [4]

Received: 25/08/2015 Accepted: 26/11/2015

Downloaded from journal.iehfs.ir at 22:08 +0430 on Tuesday May 2nd 2017

**Abstract**

**Introduction:** This study aimed to investigate the effects of cooling vests on heat strain and reaction time while wearing protective clothing against chemical, biological, and radioactive contamination.

**Materials and Methods:** Twelve male students with the mean age of 25 ± 2 years and mean body mass index (BMI) of 23.0 ± 1.5 kg/m2 were recruited in this experiment. Each student was asked to run on a treadmill at a speed of 2.4 km/h for 20 minutes. The experiments were performed at 35 °C and 30% relative humidity. Physiological strain index score, oral temperature, heart rate, reaction time, and number of errors were measured at the end of the two phases. The findings were analyzed by SPSS.

**Results:** According to Wilcoxon test, exercising with and without the cooling vest resulted in significantly different physiological strain index scores (P = 0.02), oral temperature (P = 0.02), reaction time (P = 0.02), heart rate (P = 0.02), and errors (P = 0.03). The mean physiological strain index score was 4.038 ± 0.882 without the cooling vest and 1.42 ± 0.435 with the cooling vest. The mean reaction times with and without the cooling vest were 0.539 ± 0.977 and 0.769 ± 0.0972, respectively.

**Conclusion:** The results of this study showed that using a cooling vest reduced the physiological strain, reaction time, and error rates in workers.

**Key Words:** Heat strain, Reaction time, Physiological strain index, Protective clothing

1. Department of Occupational Health Engineering, School of health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2. Department of Occupational Health Engineering, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3.***(Corresponding Author)** Department of Occupational Health Engineering, School of health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. E-mail: Hossein_khalili@hlth.mui.ac.ir
4. Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.