

## تأثیر لباس محافظتی شیمیایی بر میزان شاخص تنش فیزیولوژیک

سهیل نجفی مهری<sup>\* MSc</sup>، مجید نجفی کلانی<sup>۱ MSc</sup>، عباس عبادی<sup>۲ PhD</sup>، محمدعلی خوشنویس<sup>۳ MSc</sup>، حسنعلی محبی<sup>۳ MD</sup>

\*دانشکده پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، تهران، ایران

<sup>۱</sup>گروه پرستاری داخلی جراحی، دانشکده پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران

<sup>۲</sup>دانشکده پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، تهران، ایران

<sup>۳</sup>مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، تهران، ایران

### چکیده

**اهداف:** این مطالعه با هدف بررسی تأثیر فعالیت بدنی با پوشش ضدشیمیایی و پوشش کار نظامی بر شاخص تنش فیزیولوژیک انجام شد. **روش‌ها:** در این پژوهش نیمه تجربی متقاطع، ۳۰ داوطلب مرد دانشجو با سرباز سالم در محدوده سنی ۱۸-۲۵ سال انتخاب شدند و از نظر وضعیت سلامت عمومی مورد بررسی قرار گرفته و فرم رضایت آگاهانه را تکمیل نمودند. این افراد با تخصیص تصادفی در اولویت استفاده از پوشش‌ها، فعالیت فیزیکی را طبق پروتکل بروس روی تردمیل انجام دادند. متغیرهای همودینامیک، قبل، بعد و پنج دقیقه بعد از فعالیت بدنی در این افراد اندازه‌گیری و ثبت شد. بعد از پایان فعالیت بدنی با استفاده از تعداد ضربان قلب و میزان درجه حرارت مرکزی بدن، شاخص تنش فیزیولوژیک محاسبه شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 11.5 و آزمون‌های اندازه‌های تکراری ANOVA و T زوجی استفاده شد.

**یافته‌ها:** شاخص تنش فیزیولوژیک در داوطلبان با پوشش ضدشیمیایی  $5/3 \pm 1/4$  و با پوشش کار نظامی  $2/32 \pm 0/42$  بود ( $p < 0/001$ ). پارامترهای همودینامیک بعد از انجام فعالیت بدنی در دو نوع پوشش اختلاف آماری معنی‌داری نشان دادند ( $p < 0/001$ ). مدت زمان انجام فعالیت بدنی و مسافت طی‌شده، برای پوشش کار نظامی بهتر از پوشش ضدشیمیایی بود ( $p < 0/001$ ).

**نتیجه‌گیری:** پوشش ضدشیمیایی در مقایسه با پوشش کار نظامی باعث تنش فیزیولوژیک بیشتر، محدودیت بیشتر در عملکرد و بروز سریع‌تر خستگی می‌شود. در استفاده از پوشش ضدشیمیایی، افزایش درجه حرارت مرکزی بدن، کاهش زمان تحمل فرد و تنش گرمایی رخ می‌دهد.

**کلیدواژه‌ها:** پوشش ضدشیمیایی، شاخص تنش فیزیولوژیک، تنش گرمایی، پارامترهای همودینامیک

## Effect of protective chemical clothing on physiological strain index

Najafi Mehri S.\* MSc, Najafi Kalyani M.<sup>1</sup> MSc, Ebadi A.<sup>2</sup> PhD, Khoshnevis M. A.<sup>2</sup> MSc, Mohebbi H. A.<sup>3</sup> MD

\*Faculty of Nursing, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>1</sup>Department of Medical-Surgical Nursing, Faculty of Nursing, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran

<sup>2</sup>Faculty of Nursing, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Trauma Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### Abstract

**Aims:** The aim of this study was to examine the effect of physical activity with NBC protective clothing and military work clothes on physiological strain index (PSI).

**Methods:** The sample of this semi experimental study was consisted of thirty healthy male students or soldiers who were 18-25 years old. Their general health status had been assessed and they completed the informed consent form. They did physical activity according to Bruce protocol on treadmill with the use of random allocation for the priority of the use of coatings.

Hemodynamic variables were measured and recorded before, after and five minutes after physical activity. After the end of physical activity, physiological stress index was calculated using heart rate and body core temperature rate. Data were analyzed using SPSS 11.5 software and repeated measure ANOVA and paired T tests.

**Results:** PSI (Physiologic Strain Index) for volunteers who were used chemical protective clothing and military work clothing was  $5.3 \pm 1.4$  and  $2.32 \pm 0.42$ , respectively ( $p < 0.001$ ). Homodynamic parameters demonstrated statistically significant difference after physical activity in two types of coverage ( $p < 0.001$ ). Amounts of physical activity time and distance were better in subjects who were used military work clothes than protective clothing ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** NBC protective clothing can cause more physiologic strain, more limitation in performance and early exhaustion than the military work clothes. Using NBC protective clothing causes the increase of body core temperature, decrease of individual's tolerance time and heat strain.

**Keywords:** NBC Protective Clothing, Physiologic Strain Index (PSI), Heat Strain, Hemodynamic Parameters

## مقدمه

در دوران جنگ تحمیلی، به مدت پنج سال (۱۳۶۷-۱۳۶۲)، تهاجم شیمیایی عراق علیه نیروهای رزمنده ایران و حتی اتباع عراقی، نظیر حمله در هورالهویزه (۱۳۶۲)، بمباران شیمیایی سردشت (۱۳۶۶) [۱] و بالاخره فاجعه بمباران شیمیایی مردم عادی حلبچه (۱۳۶۷)، با بیش از ۵ هزار شهید و ۷ هزار مصدوم [۲، ۳]، از فجایع سهمگین در تاریخ بشریت بوده است.

جنگ‌افزارهای شیمیایی، نظیر گاز خردل و اعصاب، با تاثیر مستقیم پوستی، مخاطی یا استنشاقی اثرات مخرب بر کلیه بافت‌های بدن برجای می‌گذارند که برخی از آنها کشنده و برخی دیگر موجب بروز عوارض ماندگار و مزمن در فرد می‌شوند. بنابراین لازم است در پیش‌بینی مواجهه با حملات شیمیایی یا حوادث شیمیایی صنعتی، ابزارهای لازم دفاعی یا محافظتی طراحی و تولید شوند. از طرف دیگر، در بسیاری از مشاغل یا شرایط نظامی به‌منظور جلوگیری از آسیب‌های فیزیکی، شیمیایی و محیطی، افراد مجبور به استفاده از لباس‌های محافظتی هستند. از آنجایی که این لباس‌ها باید در شرایط عملیاتی و فعالیت‌هایی نظیر رزم یا امداد و نجات به‌کار گرفته شوند. علاوه بر عملکرد محافظتی، باید حداقل محدودیت‌های فیزیولوژیک، روانی و ارگونومیک را بر بدن اعمال کنند. برای مثال، خصوصیت انتخابی این پوشش در فراهم کردن جریان یک‌طرفه هوا و حرارت از داخل به خارج یا تصفیه مواد سمی از بیرون به داخل پوشش، حایز اهمیت است. به‌هنگام استفاده از پوشش‌های غیرمعمول، شرایط آب و هوایی نظیر هوای گرم و مرطوب یا فعالیت فیزیکی و بدنی، با تداخل در تبادل و تنظیم گرمای متابولیک داخل بدن با محیط بیرونی، میزان تحمل فرد را نسبت به فعالیت تغییر می‌دهند [۴].

هنگام استفاده از لباس‌های محافظتی، خصوصیت عایق‌بودن بدن افزایش و تبخیر عرق کاهش می‌یابد، در نتیجه فرد با از دست‌دادن توانایی دفع حرارت بدن دچار رنج می‌شود. خصوصاً استفاده از لباس‌های غیرقابل نفوذ، این ناتوانی را افزایش می‌دهد. در این حالت، احتمال بروز شوک کشنده گرمایی در عرض یک ساعت وجود دارد [۱]. به‌هنگام پوشیدن لباس‌های محافظتی در محیط‌های گرم، از دست دادن آب و الکترولیت از طریق تعریق، سبب ایجاد مشکلات سلامتی و ارگونومیک می‌شود [۵]. از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۷۹، مرکز کنترل بیماری‌ها در ایالات متحده، تعداد ۶۸۶۴ مرگ ناشی از تحمیل گرما در موقعیت شغلی را گزارش کرده است. افراد شاغل در نیروهای نظامی، آتش‌نشانی و افراد امدادرسان، ملزم به استفاده از وسایل و پوشش‌های ضد حریق و دود و مواد شیمیایی هستند. این افراد به‌عنوان قربانیان تنش گرمایی و اثر آن بر فعالیت‌های فیزیولوژیک محسوب می‌شوند. شروع آسیب‌های ناشی از گرما، تدریجی بوده و به ناگهان، قربانی در دام آن گرفتار می‌شود [۶].

در طول دهه‌های اخیر، تعداد زیادی از محققان در جهت ارزیابی این لباس‌ها و یافتن استانداردهای لازم در این زمینه تلاش نموده‌اند [۷].

۸]. به‌نظر می‌رسد که برای محافظت نیروهای نظامی در برابر عوامل شیمیایی، موثرترین وسیله استفاده از لباس مخصوص شیمیایی، بیولوژیکی و هسته‌ای همراه با ماسک باشد [۹]. تنوع تولیدات لباس‌های محافظتی و به‌ویژه پوشش‌های ضدشیمیایی (NBC) زیاد است. کشورهایی نظیر ایالات متحده، آلمان، انگلستان و ایران قادر به تولید این نوع پوشش‌ها هستند؛ لذا، ارزیابی عملکردی و تاثیر این پوشش‌ها بر بدن حایز اهمیت است. شناخت و آگاهی از این تاثیر موجب اتخاذ تصمیم‌های مناسب در استفاده عملیاتی از این نوع پوشش خواهد شد.

این پژوهش، با هدف تعیین تاثیر پوشش لباس ضدشیمیایی تولیدی میلاد در مقایسه با پوشش لباس رزم معمول بر میزان شاخص تنش فیزیولوژیک انجام شد.

## روش‌ها

این پژوهش، مطالعه نیمه‌تجربی متقاطع است. تعداد نمونه مورد نیاز با فرمول برآورد حجم نمونه کوکران محاسبه ( $\alpha=5\%$ ;  $\beta=20\%$ ) و حداقل ۲۶ نفر برآورد شد. بر این اساس، ۳۰ داوطلب دانشجوی یا سرباز حایز معیارهای ورودی مطالعه (عدم سابقه و ابتلا به بیماری‌های تنفسی، مشکلات حرکتی و مشکلات کلیوی، برخوردار از سلامت عمومی براساس معاینات فیزیکی، شاخص توده بدنی ۱۸ تا ۳۰، عدم انجام ورزش حرفه‌ای مستمر یا عدم سابقه ورزشکاری به‌صورت حرفه‌ای و عدم استعمال دخانیات) با توضیح اهداف و روش اجرایی فعالیت فیزیکی و کسب رضایت آگاهانه از ایشان انتخاب و به مطالعه وارد شدند. تقدم و تاخر استفاده از هر یک از پوشش‌ها (لباس کارنظامی و پوشش ضدشیمیایی) برای هر یک از داوطلبان به روش تصادفی مشخص شد.

به‌منظور انجام پژوهش و براساس امکانات موجود آزمایشگاه، فعالیت‌های فیزیکی طراحی و آماده شد. محیط آزمایشگاه از دو اتاق حایز شرایط ثابت در رطوبت و درجه حرارت تشکیل شده بود. از یک اتاق به‌عنوان آماده‌سازی و استراحت داوطلب و از اتاق دیگر با نصب یک دستگاه تردمیل (Titan, TF 9950؛ تایوان) به‌عنوان محل انجام فعالیت فیزیکی و آزمایشگاه استفاده شد.

به هنگام آزمایش، داوطلب فقط در مراقبت پژوهشگر قرار داشت و از هرگونه تحریکات محیطی که موجب کاهش یا افزایش انگیزه در فعالیت شود، جلوگیری شد. علاوه بر آن، برای مقابله با هرگونه حوادث غیرمترقبه و همچنین ثبت دقیق داده‌ها وسایل مورد نیاز احیای پایه قلبی مانند مانی‌تورینگ قلبی (W&S, TEMP 8050؛ ایالات متحده)، دستگاه اندازه‌گیری اشباع اکسیژن خون شریانی (Oxypleth؛ ایالات متحده)، دستگاه کنترل دمای مرکزی بدن از راه گوش (Microlife؛ ایالات متحده)، دستگاه فشارسنج دیجیتالی (Microlife؛ ایالات متحده)، کروномتر (Kenko؛ ایالات متحده)، لباس کار نظامی و لباس NBC (میلاد؛ ایران)، ماسک‌های

تاثیر لباس محافظتی شیمیایی بر میزان شاخص تنش فیزیولوژیک ۱۱۳

۶۷/۷۲±۵/۹۳ کیلوگرم بود. میانگین شاخص توده بدنی داوطلبان ۲۲/۴۴±۲/۲۴ (دامنه ۱۹/۲-۲۹/۲) بود.

میانگین دما و رطوبت محیط آزمایش در هنگام انجام آزمایش با پوشش معمولی به ترتیب ۲۵/۸۷±۰/۵۰ سانتی‌گراد و ۶۸/۱۰±۶/۵۴٪ و در هنگام انجام آزمایش با پوشش شیمیایی ۲۶/۰±۰/۲۶ سانتی‌گراد و ۶۷/۶۷±۵/۷۳٪ بود. از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین دما و رطوبت محیط آزمایش به هنگام انجام فعالیت بدنی در دو نوع پوشش وجود نداشت.

تفاوت میزان شاخص تنش فیزیولوژیک بین گروه‌ها و در مراحل مختلف بررسی معنی‌دار بود ( $p < 0.001$ ; جدول ۱).

جدول ۱) مقایسه شاخص تنش فیزیولوژیک بعد از فعالیت بدنی با دو نوع پوشش (آزمون T)

نوع پوشش ← ↓ متغیر	لباس کار نظامی	لباس شیمیایی	سطح معنی‌داری
بلافاصله پس از فعالیت	۴/۶۹±۰/۸۱	۷/۲±۱/۱۰	<۰/۰۰۱
۵ دقیقه پس از فعالیت	۲/۴۶±۰/۵۲	۵/۵۴±۱/۲	<۰/۰۰۱
سطح معنی‌داری	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	

جدول ۲) مقایسه پارامترهای همودینامیک قبل از انجام فعالیت بدنی با دو نوع پوشش (آزمون T)

نوع پوشش ← ↓ متغیر	لباس کار نظامی	لباس شیمیایی	سطح معنی‌داری
درجه حرارت مرکزی	۳۶/۹±۰/۳۴	۳۶/۸۴±۰/۳۵	۰/۳۹۵
ضربان قلب	۷۴/۹۳±۰/۹	۷۳/۳±۱۰/۶۸	۰/۵۷۸
تعداد تنفس	۱۴/۷۷±۱/۱۶	۱۵/۲±۱/۱۵	۰/۴۵۹
اشباع هموگلوبین	۹۷/۲۷±۰/۷۸	۹۷/۳±۰/۹۸	۰/۵۴۱
فشارخون سیستولی	۱۱۷/۷±۹/۹۰	۱۱۸/۸±۸/۲۰	۰/۳۴۲
فشارخون دیاستولی	۷۹/۶±۶/۱۵	۷۵/۶۳±۸/۰۶	۰/۵۴۲

جدول ۳) مقایسه پارامترهای همودینامیک بلافاصله بعد از انجام فعالیت بدنی با دو نوع پوشش (آزمون T)

نوع پوشش ← ↓ متغیر	لباس کار نظامی	لباس شیمیایی	سطح معنی‌داری
درجه حرارت مرکزی	۳۷/۹۹±۰/۳۹	۳۸/۸۹±۰/۳۳	<۰/۰۰۱
ضربان قلب	۱۲۸/۱۳±۱۰/۶۳	۱۳۵/۶±۱۵/۲۶	۰/۰۶۰
تعداد تنفس	۲۸/۶۷±۲/۴۸	۳۱/۱۰±۳/۶۳	<۰/۰۰۱
اشباع هموگلوبین	۹۶/۸۷±۰/۷۷	۹۴/۷۷±۲/۲۶	<۰/۰۰۱
فشارخون سیستولی	۱۴۵/۱۳±۸/۱۷	۱۴۶/۳۷±۱۱/۰۶	۰/۸۷۷
فشارخون دیاستولی	۶۸/۲۰±۷/۲۸	۸۸/۶±۱۲/۸۶	۰/۳۹۰

مقایسه میانگین پارامترهای همودینامیک قبل از شروع فعالیت بدنی در دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲)، اما پارامترهای درجه حرارت مرکزی و تنفس به صورت افزایش و میزان اشباع هموگلوبین از اکسیژن خون شریانی کاهش معنی‌داری ( $p < 0.001$ ) در گروه پوشش ضدشیمیایی نشان داد (جدول ۳).

ضدشیمیایی (MSA-11-1؛ ایالات متحده) و دستگاه اندازه‌گیری قد و وزن (Seca؛ ایالات متحده) مورد استفاده قرار گرفت.

ابزار گردآوری اطلاعات چک‌لیست سه‌قسمتی برای ثبت متغیرهای دموگرافیک، فیزیولوژیک و همودینامیک و احساس راحتی در لباس بود. علاوه بر آن، چک‌لیست بررسی سلامت عمومی داوطلب نیز براساس معیارهای ورودی واحدهای پژوهش تنظیم و روایی محتوای آن بر اساس نظر ۱۰ نفر از صاحب‌نظران متخصص مورد تایید قرار گرفت. روایی و پایایی ابزارهای گردآوری اطلاعات فیزیولوژیک براساس استاندارد پیشنهادی کارخانه‌های سازنده تجهیزات بررسی و کالیبره شدند. داوطلب با ورود به محیط پژوهش، ابتدا به مدت ۵ دقیقه در محل اتاق شماره یک استراحت کرد. سپس متغیرهای همودینامیک و فیزیولوژیک مورد نظر ثبت شد. پس از پوشیدن لباس و کفش به منظور انجام فعالیت بدنی روی تردمیل قرار گرفت. ابتدا به مدت ۳ دقیقه و به منظور گرم کردن بدن با سرعت ۲/۷۴ km/h و شیب ۱۰ درجه راه رفت. بعد از آن هر ۳ دقیقه مطابق پروتکل فعالیت بدنی بروس شیب و سرعت دستگاه افزایش یافت. طی فعالیت بدنی ضمن کنترل مداوم ضربان قلب و مانیتورینگ قلبی، داوطلب در معرض مشاهده مستقیم پژوهشگر قرار داشت. فعالیت بدنی تا اعلام داوطلب مبنی بر عدم توانایی ادامه فعالیت یا تجاوز تعداد ضربان قلب از حد پیش‌بینی شده (۲۲۰ منهای سن فرد) ادامه یافت. بلافاصله بعد از پایان فعالیت بدنی، در حالت ریکاوری یعنی ۵ دقیقه بعد از اتمام فعالیت، متغیرهای مورد نظر اندازه‌گیری و ثبت شد. بعد از اتمام این مراحل داوطلب لباس‌های آزمایش خود را تعویض و پس از صرف نوشیدنی محیط آزمایش را ترک کرد.

شاخص تنش فیزیولوژیک طبق فرمول  $(HR0)-(180)-(HR0)$  و  $(HRi)+(HRi)-(39/5)-(Tr0)$  محاسبه و گزارش گردید. در این فرمول،  $HR0$  و  $Tr0$  به ترتیب دمای مرکزی بدن و ضربان قلب قبل از فعالیت بدنی و  $HRi$  و  $Tri$  دمای مرکزی بدن و ضربان قلب بعد از فعالیت بدنی هستند [۱۰، ۱۱، ۱۲]. در مجموع از ۳۰ داوطلب شرکت کننده در پژوهش ۶۰ بار آزمایش به عمل آمد. فاصله زمانی بین آزمایش در دو پوشش حداقل ۴۸ ساعت بود [۱۳].

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 11.5 و برای توصیف داده‌ها و مقایسه متغیرهای فیزیولوژیک و همودینامیک در دو نوع پوشش و سه نوبت اندازه‌گیری از آزمون اندازه‌های تکراری ANOVA و برای مقایسه میانگین شاخص‌ها در دو گروه از آزمون T زوجی استفاده شد. قبل از استفاده از آزمون‌های پارامتری، توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف کنترل و تایید شد.

## نتایج

میانگین سنی داوطلبان ۲۱/۶±۱/۴ سال (دامنه ۲۰-۲۵ سال) بود. میانگین قد و وزن داوطلبان به ترتیب ۱۷۳/۹۰±۴/۴۸ سانتی‌متر و

جدول ۴) مقایسه پارامترهای همودینامیک ۵ دقیقه بعد از انجام فعالیت بدنی با دو نوع لباس (آزمون T)

نوع پوشش ← ↓متغیر	لباس کار نظامی	لباس شیمیایی	سطح معنی داری
درجه حرارت مرکزی	۳۷/۶۸±۰/۴۳	۳۸/۵۹±۰/۳۲	<۰/۰۰۱
ضربان قلب	۹۸/۳۳±۷/۹۵	۹۶/۰۳±۱۰/۱۷	۰/۲۸۹
تعداد تنفس	۱۷/۷۰±۱/۹۳	۱۸/۹۷±۱/۹۷	۰/۵۰۶
اشباع هموگلوبین	۹۶/۹۳±۰/۸۶	۹۶/۷۰±۰/۹۵	۰/۳۸۸
فشارخون سیستولی	۱۲۰/۸۳±۷/۳۵	۱۱۹/۳۷±۸/۴۷	۰/۶۵۴
فشارخون دیاستولی	۷۶/۹۳±۷/۱۶	۷۷/۲۳±۷/۶۳	۰/۹۷۰

در ۵ دقیقه پس از اتمام فعالیت بدنی، میزان درجه حرارت مرکزی در گروه پوشش ضدشیمیایی افزایش معنی داری ( $p < 0/001$ ) نسبت به گروه پوشش لباس نظامی نشان داد (جدول ۴). اختلاف درجه حرارت مرکزی در پوشش ضدشیمیایی در سه مرحله قبل، بلافاصله و ۵ دقیقه پس از اتمام فعالیت معنی دار ( $p < 0/001$ ) بود (جدول ۵). همچنین تغییرات درجه حرارت مرکزی به صورت معنی دار ( $p < 0/001$ ) در گروه با پوشش نظامی نیز وجود داشت (جدول ۶).

### بحث

در هر دو گروه مورد بررسی، در مرحله پس از فعالیت بدنی، شاخص تنش فیزیولوژیک افزایش داشت. محاسبه این شاخص براساس فرمول، تابع تغییرات درجه حرارت مرکزی و تعداد ضربان قلب بود. مراجعه به یافته‌های همودینامیک نشان‌دهنده افزایش معنی دار این دو متغیر، در کنار تغییرات سایر متغیرها است. در زمان ریکاوری (پنج دقیقه پس از اتمام فعالیت)، با کاهش دو پارامتر همودینامیک مذکور، شاخص تنش فیزیولوژیک نیز کاهش داشت، اما به سطح پایه و اولیه نمی‌رسید. از طرف دیگر، در پایان دوره ریکاوری، در پوشش ضدشیمیایی نسبت به پوشش لباس کار، تنش فیزیولوژیک با سرعت کمتری اُفت نمود. تفاوت معنی دار آماری در محیط، از نظر دما و رطوبت و واحدهای پژوهش، از نظر پارامترهای همودینامیک در هر دو نوع پوشش وجود نداشت. لذا، اثر این متغیرها بر یافته‌های مطالعه کنترل شده است.

اگرچه در مطالعات دیگران نشان داده شده که پوشیدن لباس NBC در محیط گرم، باعث کاهش زمان تحمل به فعالیت می‌شود [۱۴]؛ با این وجود، برخی از مطالعات حتی به تاثیر لباس‌های ضدشیمیایی بدون ماسک بر میزان تحمل فعالیت، در مقایسه با لباس رزم معمولی نیز اشاره کرده‌اند [۴]. با پوشیدن لباس‌های NBC و شروع فعالیت خصوصاً در هوای گرم، بدن شروع به تعریق می‌کند. این خیس شدن و اشباع شدن لباس، خصوصیات گرمایی آن را تغییر خواهد داد. بنابراین لباس‌های NBC، با توجه به افزایش میزان متابولیسم و کاهش کارایی تبخیری، باعث می‌شوند که میزان اتلاف گرما ناکارآمد بوده و سبب افزایش ذخیره گرما در بدن شوند. لذا، این لباس‌ها می‌توانند حتی در صورت فعالیت سبک تا متوسط، خصوصاً در آب و هوای گرم، فرد را به تنش حرارتی برسانند [۸]. اگرچه برخی محققان به استناد مطالعات خود معتقدند، شاید علت کاهش تحمل به فعالیت در هنگام استفاده از پوشش‌های ضدشیمیایی، عامل فیزیولوژیک چند عاملی نباشد [۱۵]؛ اما به نظر می‌رسد، با توجه به تغییرات درجه حرارت مرکزی، ضربان قلب و تعداد تنفس (افزایش کار تنفسی)، به هنگام استفاده از این نوع پوشش، عوامل مختلف فیزیولوژیک را باید مد نظر قرار داد. بدیهی است به استناد این نتایج، نمی‌توان رابطه علی و معلولی یا تقدم و تاخر بروز هر یک از این عوامل را بررسی کرد. اما

جدول ۵) مقایسه پارامترهای همودینامیک در سه مرحله مختلف در داوطلبان با لباس شیمیایی (آزمون ANOVA)

مرحله ← ↓متغیر	قبل از فعالیت	بعد از فعالیت	ریکاوری	سطح معنی داری
حرارت مرکزی	۳۶/۸۴±۰/۳۵	۳۸/۸۹±۰/۳۳	۳۸/۵۹±۰/۳۲	<۰/۰۰۱
ضربان قلب	۷۳/۳۰±۱۰/۶۸	۱۳۵/۶۰±۱۵/۲۶	۹۶/۰۳±۱۰/۱۷	<۰/۰۰۱
تعداد تنفس	۱۵/۲۰±۱/۱۵	۳۱/۱۰±۳/۶۳	۱۸/۹۷±۱/۹۷	<۰/۰۰۱
اشباع هموگلوبین	۹۷/۳۰±۰/۹۸	۹۴/۷۷±۲/۲۶	۹۶/۷۰±۰/۹۵	<۰/۰۰۱
فشارخون سیستولی	۱۱۸/۸۰±۸/۲۰	۱۴۶/۳۷±۱۱/۰۶	۱۱۹/۳۷±۸/۴۷	<۰/۰۰۱
فشارخون دیاستولی	۷۵/۶۳±۸/۰۶	۸۸/۶۰±۱۲/۸۶	۷۷/۲۳±۷/۶۳	<۰/۰۰۱

جدول ۶) مقایسه پارامترهای همودینامیک در سه مرحله مختلف در داوطلبان با لباس کار نظامی (آزمون ANOVA)

مرحله ← ↓متغیر	قبل از فعالیت	بعد از فعالیت	ریکاوری	سطح معنی داری
حرارت مرکزی	۳۶/۹±۰/۳۴	۳۷/۹۹±۰/۳۹	۳۷/۶۸±۰/۴۳	<۰/۰۰۱
ضربان قلب	۷۴/۹۳±۹/۰	۱۲۸/۱۳±۱۰/۶۳	۹۸/۳۳±۷/۹۵	<۰/۰۰۱
تعداد تنفس	۱۴/۷۷±۱/۱۶	۲۸/۶۷±۲/۴۸	۱۷/۷۰±۱/۹۳	<۰/۰۰۱
اشباع هموگلوبین	۹۷/۲۷±۰/۷۸	۹۶/۸۷±۰/۷۷	۹۶/۹۳±۰/۸۶	<۰/۰۰۱
فشارخون سیستولی	۱۱۷/۷۰±۹/۹۰	۱۴۵/۱۳±۸/۱۷	۱۲۰/۸۳±۷/۳۵	<۰/۰۰۱
فشارخون دیاستولی	۷۹/۶۰±۶/۱۵	۶۸/۲۰±۷/۲۸	۷۶/۹۳±۷/۱۶	<۰/۰۰۱

میلااد نیز تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

### منابع

- 1- Frotan A. Medical notes from the chemical war. Part 7. *Kowsar Med J.* 1998;3(1):1-68. [Persian]
- 2- Frotan A. Medical notes from the chemical war. Part 1. *Kowsar Med J.* 1996;1(1):91-7. [Persian]
- 3- Frotan A. Medical notes from the chemical war. Part 8. *Kowsar Med J.* 1998;3(2):69-144. [Persian]
- 4- Najafi Mehri S. The comparison of Milad NBC protective clothing without mask and military work clothes on maximal oxygen consumption. *Kowsar Med J.* 2007;11(4):367-72.
- 5- Bishop P, Ray P, Reneau P. A review of the ergonomics of work in the US military chemical protective clothing. *Int J Indus Ergon.* 1995;15(4):271-83.
- 6- Gotshall RW, Dahl DJ, Marcus NJ. Evaluation of a physiological strain index for use during intermittent exercise in the heat. *Evaluation.* 2001;4(3):2-9.
- 7- Cheung SS, McLellan TM, Tenaglia S. The thermophysiology of uncompensable heat stress: Physiological manipulations and individual characteristics. *Sports Med.* 2000;29(5):329-59.
- 8- Holmer I. Protective clothing and heat stress. *Ergonomics.* 1995;38(1):166-82.
- 9- Moran DS, Shitzer A, Pandolf KB. A physiological strain index to evaluate heat stress. *Am J Physiol.* 1998;275(2):129-34.
- 10- Baker SJ. Cardiorespiratory and thermoregulatory response of working in fire-fighter protective clothing in a temperate environment. *Ergonomics.* 2000;43(9):1350-8.
- 11- Moran DS. Stress evaluation by the Physiological Strain Index (PSI). *J Basic Clin Physiol Pharmacol.* 2000;11(4):403-23.
- 12- Moran DS. Assessment of heat tolerance for post exceptional heat stroke individuals. *Med Sci Monit.* 2004;10(6):252-7.
- 13- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Energy expenditure during walking, jogging, running and swimming. *Exercise physiology: Energy, nutrition and human performance.* Philadelphia: Lea and Febiger; 1986.
- 14- Aoyagi Y, McLellan TM, Shephard RJ. Effects of training and acclimation on heat tolerance in exercising men wearing protective clothing. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994;68(3):234-45.
- 15- Smith G, Bishop P, Smith J. Physiological factors associated with premature work termination in protective clothing uses. *Int J Ind Ergon.* 1994;13:147-55.
- 16- Cheung SS, McLellan TM. Influence of short-term aerobic training and hydration status on tolerance during incompressible heat stress. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998;78(1):50-8.
- 17- Ghasemi A, Asgari A, Rastegar Farajzadeh A, Rozbehani AR. Compare the effect of Iranian and German NBC clothes on some physiological parameters of human body. *Mil Med.* 2005;7(1):1-8. [Persian]

معتقدند که پوشیدن لباس‌های محافظتی به واسطه افزایش ذخیره گرما و افزایش دمای مرکزی و در نتیجه، افزایش میزان تعریق، دهیدراتاسیون را افزایش می‌دهد. در شرایط دهیدراتاسیون، حجم خون کاهش و اسمولاریته آن افزایش می‌یابد. کاهش حجم خون سبب کاهش میزان تعریق و در نتیجه افزایش دمای بدن می‌شود. در ضمن، برای جبران افت فشار، پُرشدگی جریان خون پوست کاهش می‌یابد؛ لذا، انتقال گرمای مرکزی به پوست کاهش یافته و سبب افزایش دمای مرکزی می‌شود [۱۶]. با این وجود، برخی از مطالعات حاکی از افزایش میزان تعریق در هنگام استفاده از لباس ضدشیمیایی است [۱۴، ۱۷].

قابل توجه است که در دوره ریکآوری، درجه حرارت مرکزی در پوشش لباس کار رزم، سریع‌تر کاهش یافته و به آستانه پایه نزدیک‌تر شده است. به نظر می‌رسد، علاوه بر تغییرات در سیستم داخلی تنظیم درجه حرارت مرکزی بدن ناشی از تغییرات احتمالی در حجم مایع بدن یا میزان تعریق، باید به توانمندی لایه‌های پوشش ضدشیمیایی در تبادل گرما نیز توجه نمود. در هیچ‌یک از تحقیقات، به تفاوت‌های احتمالی درجه حرارت ما بین پوست و لایه داخلی و خارجی پوشش ضدشیمیایی آن اشاره نداشته‌اند. بررسی این تفاوت می‌تواند تاثیر نقش تبدلی لایه‌ها را تبیین نماید. در محصولات سایر کشورها نظیر آلمان، بروز این تغییرات به صورت مشابه گزارش شده‌اند [۱۷]. پیشنهاد می‌شود با اصلاح یا تغییر در تکنولوژی پوشش ضدشیمیایی ساخت میلااد، شرایط تبادل درجه حرارت مرکزی بدن با محیط فراهم شود.

### نتیجه‌گیری

پوشش ضدشیمیایی ساخت میلااد در مقایسه با پوشش کار نظامی، باعث تنش فیزیولوژیک بیشتر، محدودیت بیشتر در عملکرد و خستگی زودتر فرد استفاده‌کننده، می‌شود. همچنین در مورد پوشش ضدشیمیایی با افزایش درجه حرارت مرکزی بدن، کاهش زمان تحمل فرد و تنش گرمایی حادث می‌شود.

### تشکر و قدردانی: این تحقیق تحت حمایت مالی مرکز تحقیقات

تروما و دانشکده پرستاری انجام شده است. ضمن تشکر از حمایت مالی این مرکز، از کلیه داوطلبان شرکت‌کننده در تحقیق و همچنین از جناب آقای دکتر اصغر قاسمی و مسئولان محترم شرکت تولیدی