

## تأثیر لباس محافظتی آتش‌نشانی و لباس کار معمولی بر ظرفیت هوازی

مجید نجفی کلیانی<sup>\*</sup> MSc، عباس عبادی<sup>۱</sup> PhD، سهیل نجفی مهری<sup>۱</sup> MSc، ناهید جمشیدی<sup>۲</sup> BSc

\* آدرس مکاتبه: دانشکده پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران  
majidnajafi5@yahoo.com

تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۱۳۸۷/۹/۲۴

تاریخ دریافت مقاله اصلاح شده: ۱۳۸۷/۹/۱۶

تاریخ اعلام وصول: ۱۳۸۶/۶/۲۴

### چکیده

**اهداف.** در بسیاری از مشاغل به منظور جلوگیری از آسیب‌های فیزیکی، شیمیایی و محیطی افراد مجبور به استفاده از لباس‌های محافظتی هستند. این لباس‌ها علاوه بر عملکرد محافظتی باید حداقل محدودیت‌های فیزیولوژیک، روانی و ارگونومیک را بر بدن اعمال کنند. هدف از این مطالعه مقایسه لباس محافظتی آتش‌نشانی و لباس کار معمولی به هنگام انجام فعالیت بدنی از نظر تأثیر بر ظرفیت هوازی است.

**روش‌ها.** این مطالعه پژوهشی تجربی است که در آن ۳۰ داوطلب مرد سالم بر اساس معیارهای ورودی انتخاب گردیدند. فعالیت بدنی یک‌بار با پوشش محافظتی آتش‌نشانی و یک‌بار با پوشش کار معمولی طبق پروتکل بروس ارزیابی شد. پس از فعالیت بدنی، متغیرهایی چون مدت زمان انجام فعالیت بدنی و مسافت طی شده اندازه‌گیری شد. ظرفیت هوازی نیز با قرار دادن مدت زمان انجام فعالیت بدنی در فرمول مربوطه پیش‌بینی شد.

**یافته‌ها.** ظرفیت هوازی در داوطلبان با پوشش محافظتی آتش‌نشانی  $44/25 \pm 6/42$  ml/kg/min و در پوشش کار معمولی  $57/43 \pm 5/34$  ml/kg/min بود که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار است ( $p < 0/001$ ). این دو نوع لباس از نظر اثر بر متغیرهای مدت زمان انجام فعالیت بدنی، مسافت طی شده و حداکثر میزان اکسیژن مصرفی متفاوت عمل کردند. مقادیر به‌دست‌آمده برای لباس کار معمولی بهتر از لباس آتش‌نشانی بود.

**نتیجه‌گیری.** در لباس آتش‌نشانی فرد زودتر به آستانه خستگی می‌رسد، زیرا ظرفیت هوازی برای این نوع لباس کمتر از لباس کار معمولی است.

**کلیدواژه‌ها:** لباس محافظتی آتش‌نشانی، لباس کار معمولی، ظرفیت هوازی، پروتکل بروس

## مقدمه

در بسیاری از مشاغل به منظور جلوگیری از آسیب‌های فیزیکی، شیمیایی و محیطی، افراد مجبور به استفاده از لباس‌های محافظتی هستند. با وجود نیاز به محافظت، این لباس‌ها باید حداقل محدودیت‌های فیزیولوژیک، روانی و ارگونومیک را بر بدن اعمال کنند [۱، ۲]. از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۷۹، مرکز کنترل بیماری‌ها، ۶۸۶۴ مرگ ناشی از تحمیل گرما در موقعیت شغلی را گزارش کرده است [۳]. افزایش روزافزون استفاده از پوشش‌های سنگین و غیرقابل نفوذ به‌هنگام کار و فعالیت، اثرات مضر استرس گرما بر بدن را بیشتر نمایان می‌سازد. در سال ۱۹۹۴، نیروی هوایی ارتش آمریکا اعلام کرد که ۱۹ نفر از نیروهای آن به‌هنگام فعالیت در بیمارستان به دلیل مجاورت با گرما بستری شده‌اند. ارتش در همان سال، تعداد ۱۹۶ نفر را به علت استرس گرما و بیماری‌های ناشی از آن در بیمارستان بستری نمود [۴]. افراد شاغل در آتش‌نشانی و افراد امدادرسان ملزم به استفاده از وسایل و پوشش‌های ضدحریق، دود و مواد شیمیایی هستند. این افراد به‌عنوان قربانیان استرس گرما در فعالیت‌های فیزیولوژیک محسوب می‌شوند. شروع آسیب‌های ناشی از گرما تدریجی است و قربانی ناگهان در دام آن گرفتار می‌شود [۵]. هنگامی که فرد از پوشش‌های محافظتی استفاده می‌کند به همراه آن فعالیت بدنی نیز انجام می‌دهد. در شرایط بحرانی که فرد از این نوع پوشش‌ها استفاده می‌کند، مجبور به انجام فعالیت بدنی سنگین و سخت است و بایستی این نوع پوشش را تحمل کند تا در مقابل خطرات فیزیکی و شیمیایی محافظت شود [۶]. اخیر، محققان زیادی در تلاش جهت ارزیابی این لباس‌ها و یافتن استانداردهای لازم در این زمینه بوده‌اند [۳، ۵]. با وجود تحقیقات زیاد صورت‌گرفته روی این لباس‌ها، به دلیل پیچیده بودن تحقیقات براساس انواع متفاوت لباس‌های محافظتی، متفاوت بودن افراد شرکت‌کننده در مطالعه و پروتکل‌های متفاوت فیزیکی، ارایه راهنمایی کلی برای استفاده از این لباس‌ها مشکل است [۶].

عملکرد فیزیکی فرد، تابع میزان توانایی فعالیت هوازی است. در موقعیت‌های بحرانی مانند آتش‌سوزی، فرد مجبور به استفاده از پوشش محافظتی است و باید هم‌زمان با آن، فعالیت بدنی نیز انجام دهد. لذا لازم است به‌منظور بهره حداکثری از نیرو و توان خود، عوامل مداخله‌گر در اتلاف انرژی را به حداقل برساند. آیا لباس محافظتی آتش‌نشانی در مقایسه با لباس کار معمولی می‌تواند به‌عنوان یکی از این عوامل مداخله‌گر محسوب شود؟ تعیین تغییرات "ظرفیت هوازی" (حداکثر اکسیژن قابل مصرف) افراد در پوشش‌ها و شرایط محیطی مختلف، به‌عنوان شاخص تعیین و پیش‌بینی وضعیت سلامت و کارایی اهمیت دارد. جامعه مورد مطالعه، افراد مشابه با پرسنل شاغل در آتش‌نشانی بودند که بر اساس معیارهای ورودی و خروجی متناسب با استخدام افراد در آتش‌نشانی انتخاب شدند. از این رو نمونه مورد مطالعه با جامعه مصرف‌کنندگان این لباس‌ها هم‌خوانی داشت.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع تجربی متقاطع است. روش نمونه‌گیری مبتنی بر هدف و بر اساس معیارهای انتخاب نمونه از جامعه پژوهش بود. طبق مطالعات قبلی [۱، ۶] و قراردادن پارامترهای تعیین‌شده در فرمول، حجم نمونه مورد نیاز ۳۰ نفر تعیین شد. نمونه‌های داوطلب این پژوهش (۳۰ نفر) بر اساس رضایت کتبی و دارا بودن معیارهای انتخاب نمونه، مشتمل بر سلامت عمومی مطابق چک لیست بررسی وضعیت سلامت، عدم وجود سابقه بیماری‌های قلبی، تنفسی، کلیوی، کم‌خونی، دیابت، عدم سابقه انجام ورزش‌های حرفه‌ای یا مستمر غیرحرفه‌ای، عدم سابقه مجروحیت، عدم استعمال دخانیات، دامنه سنی ۲۵-۱۸ سال و شاخص توده‌ی بدنی ۲۹/۹-۱۸/۹ انتخاب شدند. زمان انجام مطالعه تیر و مرداد ۱۳۸۵ بود. هر داوطلب به‌صورت تصادفی در دو مرحله، یک بار با پوشش محافظتی آتش‌نشانی و بار دیگر با لباس کار معمولی با فاصله زمانی حداقل ۴۸ ساعت [۲] پروتکل پژوهشی را بر روی تردمیل مدل TF9990، مارک Titan تایوان انجام داد. در انتخاب لباس‌ها، تفاوت ظاهری آنها نیز لحاظ شد. به این منظور از لباس کاری استفاده شد که از نظر رنگ و طرح پارچه مشابه پوشش محافظتی آتش‌نشانی باشد تا تاثیر روانی آن حذف شود. مکان مطالعه شامل دو اتاق بود که با وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز تجهیز شده بودند. با حضور داوطلب در اتاق ۱، پس از ۵ دقیقه استراحت متغیرهای اولیه مشتمل بر قد و وزن (دستگاه Seca)، سن، شاخص توده‌ی بدنی (وزن فرد تقسیم بر مجذور قد به متر) و متغیرهای همودینامیک و فیزیولوژیک، مشتمل بر فشارخون (دستگاه Microlife)، ضربان قلب (دستگاه S&W مدل Temp8680) و تعداد تنفس در دقیقه اندازه‌گیری شد. درجه حرارت و رطوبت محیط آزمایشگاه با استفاده از ترمومتر و رطوبت‌سنج (جدول ۱) اندازه‌گیری و ثبت گردید. نور محیط آزمایش برای تمامی آزمودنی‌ها یکسان بود. پس از اندازه‌گیری و ثبت متغیرهای مورد نیاز (پس از پوشیدن لباس) داوطلب با حضور در اتاق ۲ و قرار گرفتن بر روی تردمیل ابتدا به مدت ۳ دقیقه با سرعت آهسته ۲/۷۴ کیلومتر در ساعت و شیب ۱۰ درجه به منظور گرم کردن حرکت کرد. سپس هر ۳ دقیقه، سرعت و شیب دستگاه مطابق جدول ۲ افزایش یافت [۷، ۸]. مطالعه به‌طور تصادفی در ساعات مختلفی از روز انجام شد. معیار توقف آزمایش، اعلام ناتوانی از سوی فرد داوطلب یا گذر کردن ضربان قلب او از میزان حداکثر پیش‌بینی شده براساس سن بود [۸].

جدول ۱) مقایسه دما و رطوبت محیط هنگام انجام آزمایش در دو نوع پوشش

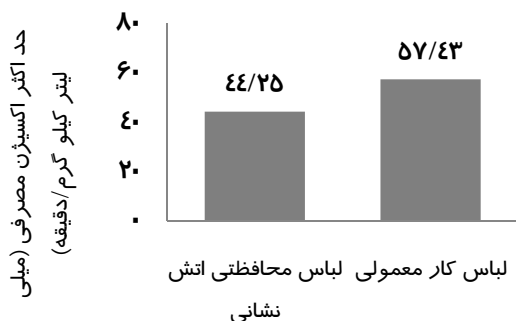
منبر	درجه حرارت محیط	
	Mean±SD	Mean±SD
لباس کار معمولی	۲۵/۱۸۷±۰/۵۰	۶۸/۱۰±۶/۵۴
لباس محافظتی آتش‌نشانی	۲۶/۰۰±۰/۴۵	۶۷/۴۷±۷/۰۴

تفاوت آماری بین درجه حرارت و رطوبت محیط آزمایش دیده نشد ( $p>0/05$ )

جدول ۳) مشخصات افراد شرکت کننده در مطالعه (تعداد افراد = ۳۰ نفر)

متغیر	Mean ± SD	حداقل	حداکثر
سن	۲۱/۶±۱/۴	۲۰	۲۵
قد	۱۶۷/۷۲±۴/۴۸	۱۶۶	۱۸۷
وزن	۶۷/۷۲±۵/۹۳	۵۸	۸۶
BMI	۲۲/۲۴±۲/۲۴	۱۹/۲	۲۹/۲

به منظور بررسی متغیرهای فیزیولوژیک و همودینامیک داوطلبان، درجه حرارت مرکزی بدن، ضربان قلب، تعداد تنفس و فشارخون آنها قبل از انجام آزمایش اندازه گیری شد که در دو نوع پوشش از نظر آماری ارتباط معنی داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ).  $VO_2max$  پیش بینی شده در لباس کار معمولی دارای میانگین  $57/43 \pm 5/34$  ml/kg/min و در لباس محافظتی آتش نشانی  $44/25 \pm 6/42$  ml/kg/min بود که از نظر آماری اختلاف معنی داری داشت ( $p < 0.001$ ) (نمودار ۱). مدت زمان انجام فعالیت بدنی (زمان فرسودگی) داوطلبان در لباس کار معمولی  $17/44 \pm 0/73$  دقیقه و در لباس محافظتی آتش نشانی  $12/14 \pm 1/3$  دقیقه بود و این از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان داد ( $p < 0.001$ ) (نمودار ۲). مسافت طی شده با لباس کار معمولی  $1628/6 \pm 226/9$  متر و به طور معنی داری بیشتر از مسافت طی شده با لباس محافظتی آتش نشانی  $1041/73 \pm 152/69$  متر بود ( $p < 0.001$ ).



نمودار ۱) مقایسه ظرفیت هوازی در لباس کار و لباس محافظتی آتش نشانی



نمودار ۲) مقایسه زمان انجام فعالیت بدنی در لباس کار و لباس محافظتی آتش نشانی

جدول ۲) فعالیت داوطلبان روی تردمیل طبق پروتکل Bruce

ردیف	زمان (دقیقه)	سرعت (کیلومتر/ساعت)	شیب (درجه)
۱	۰	۲/۷۴	۱۰
۲	۳	۴/۰۲	۱۲
۳	۶	۵/۴۷	۱۴
۴	۹	۶/۷۶	۱۶
۵	۱۲	۸/۰۵	۱۸
۶	۱۵	۸/۸۵	*۲۰
۷	۱۸	۹/۶۵	۲۲
۸	۲۱	۱۰/۴۶	۲۴
۹	۲۴	۱۱/۲۶	۲۶
۱۰	۲۷	۱۲/۰۷	۲۸

\* حداکثر زمانی که داوطلبان پروتکل را ادامه داده اند.

پروتکل فعالیت بدنی این مطالعه بروس بود که روش مورد استفاده برای داوطلبان ۲۰-۲۹ سال است [۹]. این پروتکل برای سایر سنین نیز کاربرد دارد ولی نتایج به دست آمده برای سنین ۲۰-۲۹ سال از اعتبار بالایی برخوردار است [۸، ۹]. پس از قطع پروتکل فعالیت، مسافت طی شده و مدت زمان انجام پروتکل داوطلب، ثبت شد. با استفاده از فرمول زیر میزان  $VO_2max$  به عنوان شاخص ظرفیت هوازی محاسبه و استخراج گردید که  $t$  مدت زمان انجام فعالیت در پروتکل بروس است [۸].

$$VO_2max = 14/8 - (1/379 \times t_1) + (0/451 \times t_2) - (0/12 \times t_3)$$

محدودیت های مطالعه، تأثیر دما و رطوبت محیط بود که با انتخاب بازه زمانی یکسان و محیط آزمایش دارای ثبات نسبی رطوبت، درجه حرارت و نور کنترل شدند. متغیر توانمندی جسمی نیز به عنوان محدودیت از طریق مقایسه مشارکت فرد در هر دو گروه و معیار ورودی عدم سابقه ورزش حرفه ای و توده بدنی در دامنه مشخص (۱۸/۹-۲۹/۹) برای کل گروه کنترل شد. داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج به صورت میانگین و انحراف معیار ( $SD \pm Mean$ ) گزارش شدند و برای مقایسه میانگین ها بین دو نوع لباس از آزمون T زوج شده استفاده شد. برای بررسی رابطه  $VO_2max$  و مدت زمان انجام آزمایش از ضریب همبستگی پیرسون و برای تعیین نوع رابطه آنها از رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد.

## نتایج

مشخصات افراد در جدول ۳ خلاصه شده است. بر اساس این یافته ها در واحدهای پژوهش، میانگین سنی  $21/6 \pm 1/4$  سال و میانگین BMI  $22/24 \pm 2/24$  بود. هم چنین میانگین قد و میانگین وزن که در محاسبه BMI مورد استفاده قرار گرفته است به ترتیب  $173/90 \pm 4/48$  سانتیمتر و  $67/72 \pm 5/93$  کیلوگرم بود.

اکسیژن مصرفی می‌شوند. با این وجود برخی از پژوهشگران، تعیین اثر پارامتر خاص فیزیولوژیک به‌هنگام فعالیت فیزیکی بر آستانه خستگی را صحیح ندانسته و عوامل چندگانه فیزیولوژیک و سایکولوژیک را در این مساله موثر می‌دانند [۱۲]. از آنجا که هنگام فعالیت بدنی، ذخیره گرما و افزایش دمای مرکزی بدن، در نتیجه عدم تبادل آن با محیط پیرامون موجب کاهش آستانه خستگی می‌گردد [۱۱، ۱۳]، به‌نظر می‌رسد این پوشش‌ها به‌دلیل ممانعت از تبادل گرمایی بدن با محیط پیرامون و افزایش درجه حرارت مرکزی بدن شرایط خستگی زود هنگام‌تر و کاهش  $VO_2max$  را فراهم می‌سازد. افزایش معنی‌دار درجه حرارت مرکزی بدن در گروهی که لباس محافظتی به تن داشتند در مقایسه با گروهی که لباس کار پوشیده بودند، در پایان فعالیت فیزیکی مبین این مطلب است. با اینکه وزن پوشش‌های محافظتی به‌دلیل خصوصیت فیزیکی این لباس‌ها و تجمع احتمالی مایع تعریق شده می‌تواند عامل بروز خستگی زود هنگام باشد [۶، ۷، ۱۴]، وزن لباس‌های محافظتی عامل مهمی در اعمال تنش قلبی-تنفسی حین کار با این لباس‌ها است [۸]. با این حال در این پژوهش وزن لباس‌ها اندازه‌گیری نشده است. از طرف دیگر با افزایش حرارت مرکزی بدن، میزان تعریق و از دست دادن آب بیشتر می‌شود، پس با کاهش حجم خون و افزایش اسمولاریته آن، چرخه اُفت گردش خون محیطی و کاهش تعریق آغاز شده و در نتیجه افزایش بیشتر درجه حرارت مرکزی سبب کاهش آستانه خستگی می‌شود [۱۱، ۱۳]. گلدمن (Goldman) و همکاران نشان دادند که با افزایش دمای محیط، زمان تحمل لباس‌های محافظتی کاهش می‌یابد [۱۵].

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که زمان فعالیت (زمان فرسودگی) در لباس کار معمولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از لباس محافظتی آتش‌نشانی است. در مطالعه‌ای که توسط قاسمی و همکاران در سال ۱۳۸۳ انجام شد نتایج مشابهی در زمان فرسودگی بین لباس کار نظامی و لباس‌های محافظتی شیمیایی به دست آمد [۶]. شدت و مدت فعالیت نیز می‌تواند در تحمل افراد اثر گذارد. به همین دلیل توصیه می‌شود افرادی که مجبور به استفاده از لباس‌های محافظتی هستند به صورت تمرینی و در حالت عادی این لباس‌ها را بپوشند تا به استفاده از این لباس‌ها عادت نمایند و تا آنجا که ممکن است فعالیت‌های خود را آهسته انجام دهند تا میزان دوام فعالیت‌شان افزایش یابد.

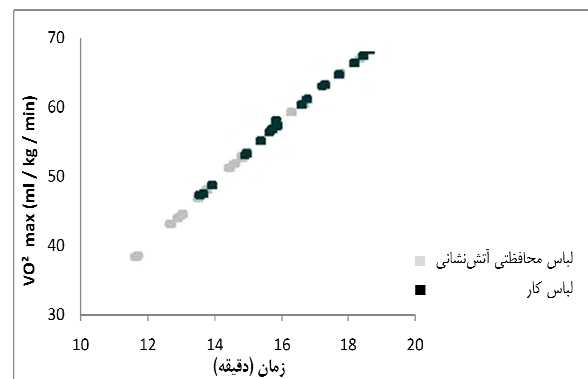
مسافت طی‌شده برای لباس کار به‌طور معنی‌داری بیشتر از لباس محافظتی آتش‌نشانی بود. ائویاگی (Aoyagi) در مطالعه خود نشان داد که مسافت طی‌شده با لباس معمولی در مقایسه با لباس محافظتی بیشتر است ( $p < 0.05$ ) و نتیجه گرفت که موقع پوشیدن لباس محافظتی در محیط گرم، تعریق زیاد حجم خون را کاهش می‌دهد و باعث افزایش ناراحتی و در نتیجه کاهش زمان تحمل می‌شود [۱۶، ۱۷]. نتایج مطالعات دیگران نشان می‌دهد که با توجه به تفاوت‌های زیاد در انواع لباس‌های محافظتی و

با استفاده از مدت زمان انجام فعالیت بدنی در لباس کار معمولی و لباس محافظتی آتش‌نشانی و با استفاده از آزمون رگرسیون خطی چندگانه همه متغیرهای کمی در مطالعه به‌منظور بررسی تاثیر آنها بر ظرفیت هوازی وارد شدند. فرمول‌های زیر فقط با استفاده از مدت زمان انجام فعالیت بدنی،  $VO_2max$  را برای لباس کار معمولی و لباس محافظتی آتش‌نشانی پیش‌بینی کردند که ساده‌تر و کوتاه‌تر از فرمول بروس برای پیش‌بینی ظرفیت هوازی است (نمودار ۳). سایر متغیرهای کمی وارد شده به‌منظور پیش‌بینی حداکثر میزان اکسیژن مصرفی همبستگی پایینی با نتایج فرمول بروس نشان دادند و فقط زمان انجام فعالیت بدنی همبستگی بالایی با ظرفیت هوازی نشان داد.

$$VO_2max \text{ (لباس کار)} = -1/381 + (3/748 \times t) \quad (R^2 = 0.99, p < 0.001)$$

$$VO_2max \text{ (لباس آتش‌نشانی)} = -5/145 + (3/992 \times t) \quad (R^2 = 0.99, p < 0.001)$$

رگرسیون به‌دست‌آمده نشان داد که با استفاده از این رابطه و تحت شرایط یکسان، آزمایش حداکثر میزان اکسیژن مصرفی به روش ساده‌تر و کاربردی‌تر نسبت به فرمول بروس و برای هر پوششی قابل پیش‌بینی است.



نمودار ۳) ارتباط رگرسیونی بین مدت زمان فعالیت بدنی و  $VO_2max$  در لباس کار معمولی و لباس محافظتی آتش‌نشانی

## بحث

حداکثر میزان اکسیژن مصرفی به‌عنوان معیار تعیین ظرفیت هوازی و تحمل کار افراد در نظر گرفته می‌شود [۱۰]. در این پژوهش میزان  $VO_2max$  پیش‌بینی‌شده در گروه استفاده‌کننده از پوشش محافظتی آتش‌نشانی به‌طور معنی‌داری از گروه با پوشش کار معمولی کمتر بود. به‌عبارت دیگر فرد زودتر به آستانه خستگی می‌رسد. مطالعات مک‌للان (McLellan) نشان داد که در لباس محافظتی شیمیایی کانادایی، حداکثر میزان اکسیژن مصرفی به‌طور معنی‌داری کمتر از لباس معمولی است [۱۱]. نتایج این مطالعه با لباس محافظتی آتش‌نشانی ایرانی نیز این یافته را تایید کرد و نشان داد که لباس‌های محافظتی سبب کاهش تحمل کار فرد استفاده‌کننده و حداکثر میزان

- 2- Holmer I. Protective clothing and heat stress. *Ergonomics*. 1995;38(1):166-82.
- 3- Centers for disease control and prevention. Heat related illness and death-missouri, 1998 and united states 1979-1986 morbid mortal weekly rep 1999; 48:469-473
- 4- Gardner JW, Amoros PJ, Grayson JK. Hospitalization due to injury, inpatient medical records data. *Mil Med*. 1999;
- 5- Bishop P, Ray P, Reneau P. A review of the ergonomics of US military chemical protective clothing. *Inter J Indust Ergonomics*. 1995;15:271-83.
- ۶- قاسمی الف، عسکری ع، رستگار فرج‌زاده ع، روزبهانی الف. مقایسه تأثیر لباس‌های محافظتی شیمیایی ایرانی و آلمانی بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک بدن انسان. *مجله طب نظامی*. ۱۳۸۴؛ ۹(۱): ۹-۱.
- 7- Rissanen S, Rintamaki H. Thermal responses and physiological strain in men wearing impermeable and semipermeable protective clothing in the cold. *Ergonomics*. 1997;40(2):141-50.
- 8- Sport fitness advisor. Bruce treadmill test. <http://yahoo.com/Vo2max/Bruce protocol/html>; 2006
- 9- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology*. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 459-85.
- ۱۰- گایتون آرتوسی، هال جان تی. فیزیولوژی پزشکی. جلد اول و دوم. چاپ دهم. نیاورانی احمد، مترجم. انتشارات سماط؛ ۱۳۷۹. ص. ۳۲۰-۲۳۴.
- 11- Mcllellan TM, Jacobs I, Brain JB. Influence of temperature and metabolic rate on work performance with canadian force NBC clothing. *Ergonomics*. 1993;64(7):587-94.
- 12- Powers KS, Howley ET. *Exercise physiology*. 5th ed. McGraw-Hill; 2004. p. 296-302.
- 13- Smith G, Bishop P, Ray P, Smith J. Physiological factors associated with premature work termination in protective clothing users. *Inter J Indust Ergonomics*. 1994;13:147-55.
- 14- Sawka MN, Latzka WA, Montain SJ, Cadarette BS, Kolka MA, Krning KK, et al. Physiological tolerance to uncompensable heat, intermittent exercise, field versus laboratory. *Med Sci Sport Exerc*. 2001;33(3):422-30.
- 15- Goldman RF. Tolerance time for work in the heat when wearing CBR protective clothing. *Mil Med*. 1963;128(8):778-86.
- 16- Aoyagi Y, Mcllellan TM, Shephard RD. Effects of training and acclimation on heat tolerance in exercising men wearing protective clothing. *Eur J Appl Occup Physiol*. 1994;68(3):234-45.
- 17- Constable SH, Bishop PA, Nunneley SA, Chen T. Intermittent microclimate cooling during rest increases work capacity and reduces heat stress. *Ergonomics*. 1994;37(2):277-85.

تفاوت افراد شرکت‌کننده در مطالعات، به‌دست آوردن راهنمای کلی برای لباس‌های محافظتی دشوار است [۶].

ما براساس نوع پوشش و مدت زمان انجام فعالیت بدنی در این تحقیق، به دو فرمول برای محاسبه ظرفیت هوایی دست یافتیم که از فرمول بروس کوتاه‌تر و ساده‌تر است و فقط به متغیر زمان انجام فعالیت بدنی نیاز دارد. نتایج به‌دست‌آمده از این فرمول‌ها همبستگی بسیار بالایی (۹۹٪) با نتایج به‌دست‌آمده از فرمول بروس دارد و در مقایسه با فرمول بروس برای محاسبه ظرفیت هوایی، ساده‌تر و کاربردی‌تر است.

## نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که لباس محافظتی آتش‌نشانی در مواردی مانند تحمل فعالیت، مسافت طی‌شده و زمان فرسودگی ضعیف‌تر از لباس کار معمولی عمل می‌کند. در مورد ظرفیت هوایی نیز لباس محافظتی آتش‌نشانی ضعیف‌تر عمل می‌کند؛ این ممکن است به دلیل وزن زیاد و ضخامت بیشتر در مقایسه با لباس کار معمولی باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، به مسئولین و دست‌اندرکاران آتش‌نشانی و حوادث غیرمترقبه توصیه می‌شود در جهت ارتقای سطح آمادگی جسمانی افراد، پوشیدن کامل لباس‌های محافظتی آتش‌نشانی را، همانند سایر لباس‌های معمولی، برای مدتی معین اجباری نموده تا همه نیروهای امدادگر به پوشیدن و استفاده از آن عادت نمایند. علاوه بر این، توصیه می‌شود کلیه افراد امدادگر در کلیه سطوح، با محدودیت‌های این لباس کاملاً آشنا شوند تا از خستگی زودرس و پیامدهای ناگوار دیگر جلوگیری به‌عمل آید. سازگاری فرد با این نوع پوشش در آموزش‌های روزانه می‌تواند توانمندی افراد را در استفاده از این لباس‌ها افزایش دهد و آستانه خستگی را با افزایش میزان ظرفیت هوایی به حداقل برساند.

## منابع

- 1- Chenung SS, Mcllellan TM, Tenaglia S. The thermophysiology of uncompensable heat stress. *Sport Med*. 2000;2(5):329-59.