

## بررسی حداکثر ظرفیت هوازی و عوامل مرتبط با آن با استفاده از آزمون تردمیل در آتش نشانان شهر زاهدان

راحله هاشمی حبیب آبادی<sup>۱</sup>، نگار قادری<sup>۲</sup>، رامین رحمانی<sup>۳</sup>، مهدی محمدی<sup>۴\*</sup>

<sup>۱</sup> مربی، گروه بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات ارتقای سلامت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

<sup>۳</sup> کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

<sup>۴</sup> دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار ریستی، مرکز تحقیقات ارتقای سلامت، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

\* نویسنده مسئول: مهدی محمدی، دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار ریستی، مرکز تحقیقات ارتقای سلامت، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران. ایمیل: memohammadi@yahoo.com

DOI: 10.29252/nkjmd-010011

### چکیده

**مقدمه:** آتش نشانی جزء خطرناک ترین مشاغل است که در آن آتش نشانان بایستی برای انجام فعالیت‌های پر زحمت مانند امداد و نجات و اطفای حریق، از انرژی و ظرفیت هوازی بالایی برخوردار باشند. این پژوهش با هدف تعیین حداکثر ظرفیت هوازی و عوامل مرتبط با آن با استفاده از آزمون تردمیل در آتش نشانان شهر زاهدان انجام شده است.

**روش کار:** در این مطالعه از نوع مقطعی توصیفی - تحلیلی، ۴۰ نفر از آتش نشانان زاهدان به طور تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند. از پرسشنامه رضایت شغلی و آزمون تردمیل جهت تعیین ظرفیت هوازی و از آزمونهای ضرب همبستگی اسپیرمن، من-ویتنی و کروسکال-والیس برای تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

**یافته‌ها:** میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی در آتش نشانان مورد بررسی  $0.8/38 \pm 0.2/14$  ml/kg/min به دست آمد. بین سن با حداکثر ظرفیت هوازی ارتباط معناداری وجود نداشت اما بین سابقه کاری ( $P = 0.014$ ,  $r = -0.386$ )، حداکثر ضربان قلب ( $P = 0.001$ ,  $r = -0.846$ )، شاخص توده بدن ( $P = 0.001$ ,  $r = -0.623$ ) و رضایت شغلی ( $P = 0.001$ ,  $r = -0.322$ ) با میزان اکسیژن مصرفی ارتباط معنادار معکوس به دست آمد.

**نتیجه گیری:** حداکثر ظرفیت هوازی آتش نشانان از مقادیر گزارش شده در بسیاری از گروه‌های شغلی دیگر بالاتر بوده، ولی در مقایسه با مقدار توصیه شده توسط انجمن بین المللی مأموران آتش نشانی کمتر است. بنابراین افزایش حداکثر توان هوازی با برنامه منظم ورزشی و استخدام افرادی با آمادگی جسمانی بالاتر توصیه می‌گردد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰

### واژگان کلیدی:

حداکثر ظرفیت هوازی

آتش نشانان

آزمون تردمیل

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه

علوم پزشکی خراسان شمالی

محفوظ است.

### مقدمه

در واقع آتش نشانی جزء خطرناک ترین و طاقت فرساترین مشاغل است که در آن افراد برای انجام فعالیت‌های پر زحمت مانند حمل تجهیزات به طبقه فوقانی ساختمان، فعالیت کردن در محیط‌های دودآلود با دستگاه حفاظت تنفسی (SCBA: Self-Contained Breathing Apparatus) و لباس‌های کار حجیم و نجات قربانی‌ها نیاز دارند. انرژی زیادی مصرف کنند [۳، ۴] و با خطرات متعددی از جمله تنش‌های گرمایی و صدمات فیزیکی ناشی از ضربه و شوک به بدن، بیماری‌های قلبی عروقی و استرس‌های روانی روبه رو هستند [۵]. سازمان (NFPA: National Fire Protection)، در سال ۲۰۰۷ گزارش داد که ۴۳/۷ درصد از مرگ و میرهای مرتبط با فعالیت آتش نشانی در طول ۱۰ سال (۲۰۰۴-۱۹۹۵) مربوط به حمله ناگهانی قلبی بوده و بر اساس گزارش سازمان (NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health)

ارزیابی صحیح توانایی جسمانی کارکنان از دیدگاه اقتصادی برای کارفرمایان اهمیت زیادی داشته و یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری منابع انسانی در سازمان‌ها و صنایع می‌باشد. از طرف دیگر اگر توانایی جسمانی و روانی کارکنان متناسب با نیازمندی‌های شغلی نباشد باعث به وجود آمدن مسائل بهداشتی، نقص در ایمنی کارگران و کاهش تولید و افزایش هزینه‌های مرتبط با ترک شغل خواهد شد [۱]. فعالیت آتش نشانی شامل طیف وسیعی از فعالیت‌های مرتبط با کار از قبیل اطفاء حریق و امداد و نجات بوده که با فرکانس و شدت‌های مختلفی انجام می‌شود [۲]. آتش نشانان در بخش اطفاء حریق به خاموش کردن انواع آتش‌ها در مناطق مختلف پرداخته و در بخش عملیات امداد و نجات، افرادی که در چاه یا معدن سقوط کرده، در آسانسور یا ارتفاعات گیر کرده، دچار مسمومیت و خفگی شده، زیر آوار مانده و ... را نجات می‌دهند.

بطور دقیق سنجیده نشده است، لذا این مطالعه با هدف تعیین ظرفیت ظرفیت هوازی و عوامل مرتبط با آن با استفاده از آزمون تردمیل در آتش‌نشانان شهر زاهدان در سال ۱۳۹۴ انجام گرفته است.

## روش کار

این مطالعه مقطعی توصیفی-تحلیلی دردی ماه سال ۱۳۹۴ بر روی تعداد ۴۰ نفر از کادر عملیاتی آتش‌نشانی شهر زاهدان که بطور تصادفی انتخاب شدند در شرایط دمایی ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۹ درصد انجام گردید. حجم نمونه بر اساس مطالعه تیرنی و همکاران و با استفاده از رابطه  $n = \frac{z^2 s^2}{d^2}$  در سطح اطمینان ۹۵٪ برابر ۴۰ نفر به دست آمد [۱۴]. پس از انجام هماهنگی‌های لازم با سازمان آتش نشانی ابتدا اهداف مطالعه برای شرکت کنندگان شرح داده شده و رضایت نامه کتبی از آنان دریافت شد؛ سپس پرسشنامه‌های مربوط به سابقه پزشکی، آمادگی برای شروع فعالیت بدنی و اطلاعات دموگرافیک بین آن‌ها توزیع گردید. چنانچه هر یک از افراد مشکل خاصی از قبیل بیماری قلبی-عروقی-ریوی، سابقه مصرف دخانیات، مشکلات اسکلتی عضلانی و مصرف دارو داشتند از مطالعه حذف گردیدند. در نهایت ۴۰ آتش‌نشان انتخاب گردیده و پس از هماهنگی با دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، افراد به باشگاه ورزشی دانشگاه مراجعه نموده و ویژگی‌های دموگرافیک مانند، سن، سابقه کار، شغل یا وظیفه محوله، وضعیت تأهل، شغل دوم و فعالیت ورزشی با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری گردید. متغیرهای قد، وزن، شاخص توده بدن و تعداد ضربان نبض توسط محققین اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای سنجش میزان رضایت شغلی از پرسشنامه رضایت شغلی (JDI: Job Descriptive Index) استفاده شد. روایی صوری و محتوی این پرسشنامه به ترتیب ۸۲٪ و ۷۴٪ و پایایی آن با استفاده از آزمون آلفا کرونباخ ۰/۸۵ به دست آمده است [۱۵]. حداکثر اکسیژن مصرفی توسط روش طیاری برآورد گردید. روش طیاری یکی از روش‌های زیربیشینه است که در آن از دستگاه تردمیل استفاده می‌شود. استفاده از این آزمون نیاز به آموزش پیچیده‌ای ندارد، به تجهیزات آزمایشگاهی پیشرفته‌ای نیاز ندارد، ارزان است و ضربان قلب را می‌توان با آن کنترل کرد و استفاده از آن برای افرادی که ریسک بالایی از عوارض قلبی دارند خطرات کمتری دارد [۱۶]. این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی زاهدان مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. برای انجام آنالیز آماری از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار و درصد برای توصیف داده‌ها و از آزمونهای ضریب همبستگی اسپیرمن، من-ویتنی و کروسکال-والیس برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است. برای توصیف و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شده است.

## روش انجام آزمایش

ابتدا فرد بر روی دستگاه تردمیل با سرعت ۱۰-۷ کیلومتر بر ساعت (ایده آل آن ۸ کیلومتر بر ساعت است) به مدت ۸ دقیقه حرکت نموده و معمولاً از دقیقه پنجم به بعد، تعداد ضربان قلب در دقیقه ثابت می‌شود که با داشتن وزن فرد بر حسب kg، سرعت خطی تسمه نقاله ۷ بر حسب m/s و حداکثر ضربان قلب (MHR: Maximum Heart Rate)

(Occupational Safety and Health)، فعالیت آتش نشانی جزء فعالیت‌های تنش‌زایی است که نیاز دارد آتش‌نشان‌ها در حین انجام کار نزدیک به حداکثر ضربان قلب برای یک دوره طولانی کار کنند [۲]. براساس مطالعه مورلی جولیا، فعالیت‌های مربوط به آتش نشانی از قبیل جلوگیری از گسترش آتش و عملیات نجات قربانی‌ها منجر به بیماری‌های قلبی عروقی و هیپرترمی می‌شود [۴]. در بیماران قلبی ایسکمیک قدرت عضلانی و متعاقب آن ظرفیت عملکردی یا حداکثر اکسیژن، کاهش می‌یابد و بر اساس مطالعات انجام شده، تعیین ظرفیت هوازی قویترین پیشگویی کننده بیماری‌های قلبی و عروقی به حساب می‌آید [۶]. از جمله عوامل مؤثر بر روی ظرفیت هوازی می‌توان به فاکتورهایی از قبیل سن، شاخص توده بدن، سیگار کشیدن، عادت به ورزش کردن، رضایت شغلی، و حداکثر ضربان قلب اشاره نمود [۱]. نتایج مطالعات گذشته حاکی از آن است که افرادی با ظرفیت هوازی پایین، ۹۰٪ بیش‌تر نسبت به کسانی که از ظرفیت بالاتری برخوردارند به حملات قلبی مبتلا هستند. هولمر و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش دادند که فعالیت‌های آتش‌نشانان مانند راه رفتن یا دویدن روی سطح زمین، بالا رفتن از پله‌ها به صورت پرشی از سه پله و پایین آمدن به صورت پرشی از چهار پله به میزان اکسیژن دریافتی ۳۳/۹ ml/kg/min نیازمند است که بیش‌ترین میزان اکسیژن دریافتی مربوط به بالا رفتن از پله‌ها و برابر ۴۳/۸ ml/kg/min بوده است [۷]. موسسه (FSJLMW/FI: Fire Service Joint Labor Management Wellness/Fitness Initiative) حداقل میزان ظرفیت هوازی (Vo<sub>2</sub>max) را برای رسیدن به مقدار کافی از سطح توان هوازی، برابر ۴۲ ml/kg/min توصیه نموده است [۶]. همچنین انجمن بین‌المللی مأموران آتش‌نشانی، مقدار ظرفیت هوازی مورد نیاز برای آتش‌نشانان را ۴۲ ml/kg/min توصیه نموده است [۸]. مطالعاتی که در تهران و همدان در خصوص ارزیابی ظرفیت هوازی آتش‌نشان انجام شده است [۸-۱۰] نتایج متفاوتی در خصوص مقدار ظرفیت هوازی آتش‌نشانان ارائه نموده‌اند که با توجه به اهمیت بیماری‌های قلبی-تنفسی در میان کارکنان آتش‌نشانی و تأثیر آن روی عملکرد آتش‌نشان‌ها، انجام تحقیقات بیشتری در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. روش‌های مختلفی جهت تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی و ظرفیت هوازی وجود دارند که رایج‌ترین آنها عبارتند از تست پله، دوچرخه ارگومتر و تست تردمیل، اما توجه به اینکه تعیین ظرفیت هوازی با استفاده از روش‌های دوچرخه ارگومتر و تست پله دارای معایبی از قبیل تأثیر وزن بر ظرفیت هوازی در تست پله و تأثیر فرکانس رکاب زدن، کاهش انگیزه فرد مورد آزمایش و اعمال فشار زیاد بر روی زانو و رانها در روش دوچرخه ارگومتر می‌باشند و از طرفی تست تردمیل مقادیر بالاتری از ظرفیت هوازی را سنجیده، نیاز به آموزش خاصی نداشته [۱۱] و در بررسی ظرفیت هوازی آتش‌نشانان ایرانی کمتر مورد استفاده قرار گرفته است، در این مطالعه آزمون تردمیل انتخاب گردیده است در این روش، ۸۵٪ حداکثر ضربان قلب معیاری برای پایان دادن تست می‌باشد [۱۲]. از آنجا که علاوه بر پارامترهای جسمی، پارامترهای ذهنی از قبیل رضایت شغلی با ظرفیت هوازی آتش‌نشانان مرتبط می‌باشد [۱۳] و تاکنون در آتش‌نشانان ایرانی

تمامی افراد مورد بررسی مرد و میانگین سنی آنها  $(30/82 \pm 5/22)$  در محدوده سنی (۲۵-۴۷) سال بود. شاخص توده بدنی در نمونه مورد مطالعه  $23/35 \pm 3/54$  بوده و هیچ کدام از افراد نمونه حاضر سابقه استعمال دخانیات نداشتند. بر اساس نتایج جدول ۱، میانگین حداکثر ظرفیت هوازی در آتش نشانان شهر زاهدان برابر  $2/76 \pm 0/80$  l/min و  $38/07 \pm 14/02$  ml/kg/min بوده، حداکثر ظرفیت کار فیزیکی برابر  $13/80 \pm 3/98$  kcal/min و ظرفیت کار فیزیکی  $4/55 \pm 1/31$  به دست آمد.

جدول ۲ میانگین و انحراف معیار حداکثر ظرفیت هوازی را برحسب سن، سابقه کار، وضعیت تأهل و شغل نشان می‌دهد. با توجه به نتایج، میانگین حداکثر ظرفیت هوازی (ml/kg/min) در گروه‌های سنی مختلف و همچنین در شغل‌های متفاوت با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشت. اما بین سابقه کار، وضعیت تأهل و حداکثر ظرفیت هوازی ارتباط وجود داشت و بیشترین ظرفیت هوازی مربوط به افراد مجرد ( $16/97 \pm 4/9$ ) و در افراد با سابقه کار کمتر از ۵ سال ( $14/42 \pm 4/78$ ) بود.

جدول ۳ ضرایب همبستگی اسپیرمن را بین هر کدام از عوامل سن، شاخص توده بدن، حداکثر ضربان قلب، سابقه کار، و حیطه‌های رضایت شغلی با ظرفیت هوازی را نشان می‌دهد.

بر حسب beat/min توان هوازی فرد ( $Vo_2max$ ) با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید [۱۷].

$$vo2max = \frac{0.263(Bw+10)v+13.5}{MHR+G-72}$$

G = فاکتور جنسیت بوده و مقدار آن برای مردان ۱۰ و برای زنان صفر است.

برای افرادی که بیش از ۳۰ سال سن دارند فاکتور تصحیح سن AG از فرمول زیر به دست آمده و در  $Vo_2max$  ضرب می‌شود تا مقدار تصحیح شده توان هوازی به دست آید [۱۴].

$$AG = 1.12 - 0.0073(AGE)$$

پس از برآورد  $Vo_2max$  با استفاده از فرمول زیر حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (PWCmax: Maximum Physical Work Capacity) بر حسب Kcal/min و سپس از طریق آن ظرفیت انجام کار فیزیکی (PWC) محاسبه گردید.

$PWCmax = Vo_2max \times 5$  و با استفاده از فرمول زیر ظرفیت انجام کار فیزیکی محاسبه می‌گردد.

$$PWC = 33\% \times PWCmax$$

### یافته‌ها

جدول ۱: میانگین، انحراف معیار و دامنه تغییرات ظرفیت هوازی، ظرفیت کار فیزیکی حداکثر و ظرفیت کار فیزیکی در افراد مورد مطالعه

متغیر	دامنه تغییرات	انحراف معیار $\pm$ میانگین
ظرفیت هوازی ( $lit/min$ ) $vo_2max$	۱/۵۴-۴/۷۰	$2/76 \pm 0/8$
ظرفیت هوازی ( $ml/kg/min$ ) $vo_2max$	۱۸/۱۴-۷۹/۰۵	$38/08 \pm 14/02$
حداکثر ظرفیت کار فیزیکی ( $kcal/min$ ) $(pwcmax)$	۷/۷۱-۲۳/۵۲	$13/80 \pm 3/98$
ظرفیت کار فیزیکی ( $kcal/min$ ) $(pwc)$	۲/۵۴-۷/۷۶	$4/55 \pm 1/31$

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار حداکثر ظرفیت هوازی ( $Vo_2max$ ) بر حسب عوامل دموگرافیک

متغیر	تعداد (درصد)	انحراف معیار $\pm$ میانگین $Vo_2max$ (ml/kg/min)	P-value
گروه سنی			*0/59
۲۵-۳۵	(۸۰)۳۲	$38/65 \pm 13/95$	
>۳۵	(۲۰)۸	$35/79 \pm 14/99$	
سابقه کار			*0/24
$\leq 5$	(۷۷/۵)۳۱	$40/78 \pm 14/42$	
>۵	(۲۲/۵)۹	$28/72 \pm 7/23$	
وضعیت تأهل			*0/11
متأهل	(۷۷/۵)۳۱	$34/71 \pm 11/25$	
مجرد	(۲۲/۵)۹	$49/67 \pm 16/97$	
شغل			**0/951
عملیات اطفای حریق	(۵۷/۵)۲۳	$38/76 \pm 15/06$	
امداد و نجات	(۲۷/۵)۱۱	$35/58 \pm 9/88$	
هر دو مورد	(۱۵)۶	$40/04 \pm 17/85$	

\*: آزمون Mann-Whitney

\*\* : آزمون Kruskal-Wallis

جدول ۳: ضرایب همبستگی بین ظرفیت هوازی (Vo2max) و عوامل مرتبط با آن

متغیرها	ضریب همبستگی اسپیرمن	Pvalue
سن	-۰/۲۴۰	۰/۱۳۵
شاخص توده بدن	-۰/۶۲۳	۰/۰۰۱
حداکثر ضربان قلب	-۰/۸۴۶	۰/۰۰۱
سابقه کار	-۰/۳۸۶	۰/۰۱۴
حیطه شغل در رضایت شغلی	-۰/۳۲۲	۰/۰۴۳
حیطه مسؤولیت مستقیم در رضایت شغلی	-۰/۳۷۳	۰/۰۱۸
حیطه همکاری در رضایت شغلی	-۰/۴۴۷	۰/۰۰۴
حیطه ارتقا در رضایت شغلی	-۰/۳۱۰	۰/۰۵۲
حیطه حقوق و مزایا در رضایت شغلی	-۰/۲۴۱	۰/۱۳۴
حیطه شرایط کار در محیط فعلی در رضایت شغلی	-۰/۱۰۲	۰/۵۳۱

جدول ۴: درصد افرادی با ظرفیت هوازی برابر یا بیشتر از مقادیر پیشنهاد شده در مطالعات گذشته در متغیرهای مورد بررسی

متغیر	بزرگ‌تر یا مساوی ۳۳/۹	بزرگ‌تر یا مساوی ۳۹	بزرگ‌تر یا مساوی ۴۲
گروه سنی (سال)			
۲۵-۳۵	٪۵۸/۱	٪۴۰/۶	٪۳۱/۳
بیشتر از ۳۵	٪۶۲/۵	٪۱۲/۵	٪۱۲/۵
سابقه کار (سال)			
کوچک‌تر یا مساوی ۵	٪۶۶/۷	٪۴۵/۲	٪۳۵/۵
بیشتر از ۵	٪۳۳/۳	۰	۰
وضعیت تأهل			
مجرد	٪۸۸/۹	٪۶۶/۷	٪۶۶/۷
متأهل	٪۵۰	٪۲۵/۸	٪۱۶/۱
شغل			
عملیات اطفای حریق	٪۶۰/۹	٪۳۴/۸	٪۳۰/۴
امداد و نجات	٪۶۰	٪۲۷/۳	٪۱۸/۲
هر دو مورد	٪۵۰	٪۵۰	٪۳۳/۳

متأهل داری حداکثر ظرفیت هوازی مساوی یا بیشتر از ۳۳/۹ میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه بوده و بیش از ۵۰ درصد افراد در شغل‌های عملیات اطفای حریق، امداد و نجات و یا هر دو شغل، داری ظرفیت حداکثر هوازی بالاتر از ۳۳/۹ میلی لیتر بر کیلوگرم بوده و نسبت به مقادیر ۳۹ و ۴۲ میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه غالب افراد ظرفیت هوازی کمتری داشتند.

### بحث

با توجه به نتایج به دست آمده میانگین حداکثر میزان اکسیژن مصرفی در آتش‌نشانان مطالعه حاضر (۳۸/۰۸±۱۴/۰۱۹) میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه می‌باشد که این مقدار از استاندارد توصیه شده توسط انجمن بین‌المللی مأموران آتش‌نشانی (۴۲ ml/kg/min) کمتر است [۸]. مطالعات گذشته به مقادیر متفاوتی از حداقل ظرفیت هوازی لازم برای انجام فعالیتهای آتش‌نشانی اشاره داشته‌اند [۷، ۱۸] مقدار ظرفیت هوازی به دست آمده در مطالعه حاضر، جهت انجام فعالیتهای آتش‌نشانی مانند بالا و پایین رفتن از پله و راه رفتن و دویدن روی سطح زمین (۳۳/۹ ml/kg/min) مناسب است [۷] اما باید توجه داشت که بر اساس مطالعه ولی پور و همکاران، در شرایط جوی خیلی گرم نسبت

بین سن با حداکثر ظرفیت هوازی ارتباط معنا داری وجود نداشت اما بین سابقه کاری (P = ۰/۰۱۴، r = -۰/۳۸۶)، حداکثر ضربان قلب (P < ۰/۰۰۱، r = -۰/۸۴۶)، شاخص توده (P < ۰/۰۰۱، r = -۰/۶۲۳) و میزان اکسیژن مصرفی (P، رضایت شغلی (P = ۰/۰۴۳، r = -۰/۳۲۲) و میزان اکسیژن مصرفی ارتباط معنادار معکوس وجود دارد. در بین حیطه‌های رضایت شغلی، شغل و مسؤولیت مستقیم با ظرفیت هوازی ارتباط معنادار معکوس داشته و سایر حیطه‌ها ارتباط معناداری با ظرفیت هوازی نداشتند. بین نمره کل رضایت و ظرفیت هوازی ارتباط معنادار معکوس وجود داشت (P = ۰/۰۱۶، r = -۰/۳۷۸). در جدول ۴، درصد افراد دارای ظرفیت هوازی بیشتر یا مساوی با مقادیر اشاره شده در مطالعات گذشته (۳۳/۹/۳۳ و ۴۲ میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه) [۷، ۱۸] بر حسب گروه سنی، سابقه کار، وضعیت تأهل و شغل ارائه شده است. بیش از ۵۰٪ افراد در گروه‌های سنی ۲۵-۳۰ و بالای ۳۵ سال و همچنین افراد با سابقه کمتر یا مساوی ۵ سال، دارای ظرفیت هوازی بالاتر از ۳۳/۹ ml/kg/min بوده و در مقایسه با مقادیر ۳۹ و ۴۲ میلی گرم بر کیلوگرم بر دقیقه، در همه گروه‌های سنی و سابقه کاری، بیش از ۵۰٪ افراد، ظرفیت هوازی کمتری داشتند. بیش از ۶۰٪ افراد مجرد، دارای حداکثر ظرفیت هوازی بالاتر از مقادیر مطالعات گذشته بوده، ۵۰٪ افراد

دلیل وجود بافت چربی بیشتر اطراف قلب، ظرفیت قلبی کاهش یافته، خون‌رسانی و در نهایت تأمین اکسیژن به بافت‌ها کم شده و ظرفیت هوایی کاهش می‌یابد [۸].

در مطالعه حاضر بین حداکثر میزان اکسیژن مصرفی و حداکثر ضربان قلب ارتباط معنادار معکوس وجود دارد به طوری که با افزایش ضربان قلب، ظرفیت هوایی کاهش می‌یابد؛ در واقع با افزایش ظرفیت ریوی، افراد با آمادگی جسمانی پایین، سریع‌تر ضربان قلبشان افزایش می‌یابد در حالی که بالعکس، در افراد با آمادگی جسمانی بالا، ضربان قلب، پایدارتر است [۲۶]. نتیجه این مطالعه با مطالعه انجام شده توسط میر و همکاران در سال ۲۰۰۴ مطابقت دارد [۱۲] از دیگر نتایج این مطالعه وجود ارتباط معکوس بین سابقه کاری و حداکثر میزان اکسیژن مصرفی می‌باشد که با نتایج مطالعه فیروزه و همکاران مطابقت دارد [۹]. با توجه به عدم ارتباط سن و ظرفیت هوایی می‌توان گفت عوامل دیگری مانند مواجهه آتش نشانان با عوامل زیان آور شیمیایی و خطرات بهداشتی ناشی از کار، در ارتباط معکوس ظرفیت هوایی و سابقه کار نقش داشتند که در این مطالعه اندازه گیری نشده است. در تأیید این موضوع دانشمندی و همکاران در مطالعه‌ای بر روی کارگران مرد یک صنعت در شیراز به این نتیجه رسیدند که با افزایش سابقه کار سلامت عمومی کارگران تضعیف می‌گردد [۲۷]. در مطالعه حاضر، بین حداکثر میزان اکسیژن مصرفی با وضعیت تأهل ارتباط معناداری وجود دارد بدین ترتیب که حداکثر میزان اکسیژن مصرفی در افراد مجرد با میانگین  $(49/67 \pm 16/97 \text{ ml/kg/min})$  از میانگین حداکثر میزان اکسیژن مصرفی در افراد متأهل با میانگین  $(34/71 \pm 16/97 \text{ ml/kg/min})$  بالاتر بود. این ارتباط می‌تواند به دلیل سابقه کار کمتر و یا شاخص توده بدنی کمتر در افراد مجرد نسبت به افراد متأهل در این مطالعه باشد. در مطالعه‌ای بر روی آتش‌نشانان شهر تهران افراد مجرد ظرفیت هوایی اندکی بالاتر از افراد متأهل بوده و لی این ارتباط معنی دار نبود [۹]. در مطالعه حاضر بین رضایت شغلی و حداکثر میزان اکسیژن مصرفی ارتباط معنادار معکوس وجود دارد به عبارت دیگر با افزایش رضایت شغلی، ظرفیت هوایی کاهش یافته است. بر خلاف نتایج این مطالعه، چوبینه و همکاران [۲۲] و حسین آبادی و همکاران [۱] گزارش نمودند که ظرفیت هوایی افراد با پارامترهای ذهنی ارتباطی ندارد و بیشتر تحت تأثیر متغیرهای جسمانی مخصوصاً شاخص توده بدن افراد می‌باشد. دلیل اختلاف نتایج این مطالعه با مطالعات مذکور شاید این موضوع باشد که در مطالعه حاضر از پرسشنامه رضایت شغلی استفاده شده و بطور دقیق‌تری از مطالعات مذکور وضعیت رضایت شغلی، مورد سنجش قرار گرفته است. در بین حیطه‌های رضایت شغلی ارتباط حیطه‌های مربوط به شغل و مسئولیت مستقیم با ظرفیت هوایی معنی دار به دست آمده است با تجزیه و تحلیل نتایج (نتایج آن ارائه نشده است) مشخص گردید که نمره رضایت شغلی در افراد مجرد و جوان کمتر از ۳۵ سال با سابقه کار کمتر از ۵ سال، پایین‌تر از بقیه بوده در حالی که این افراد ظرفیت هوایی بالاتری نسبت به افراد متأهل و سابقه کار بالای ۵ سال و سنین بالای ۳۵ سال داشتند (جدول ۲). شاید بتوان دلیل این امر را چنین توجیه نمود که افراد جوان کم سابقه ایده آل‌گرا بوده و شرایط کاری برای آنها چندان رضایت بخش نیست و شرایطی مانند نداشتن زمان کافی بعد از کار، نشاط آور نبودن کار، انعطاف نا پذیر بودن مسئول مستقیم آنها و غیره موجب نارضایتی آنها گردد چه

به شرایط معمولی ظرفیت هوایی کمتر خواهد شد [۱۹]. از طرفی بر اساس مطالعه‌ای توسط نجفی و همکاران، [۲۰] ظرفیت هوایی آتش‌نشانان با پوششی از لباس محافظتی به طور معنی داری کاهش می‌یابد. همچنین ظرفیت هوایی به دست آمده در مطالعه حاضر، نسبت به مقدار پیشنهادی در مطالعه فالی و همکاران  $(39 \text{ ml/kg/min})$  پایین‌تر است [۱۸]. تیرنی و همکاران در سال ۲۰۱۰ در مطالعه‌ای بر روی ۵۴ آتش نشان از ایالات متحده، حداکثر میزان اکسیژن مصرفی را با استفاده از آزمون تردمیل  $6/31 \pm 6/1 \text{ ml/kg/min}$  به دست آوردند که از نتیجه مطالعه حاضر بالاتر است [۱۴]. در مطالعه دیگری که توسط گونکالوس در سال ۲۰۰۱ روی آتش نشانان برزیل انجام گرفت متوسط حداکثر میزان اکسیژن مصرفی در دو گروه با رنج سنی ۲۴-۲۰ سال برابر  $6/5 \pm 4/4$  و در گروه سنی ۳۴-۳۰ سال برابر با  $5/3 \pm 4/2$  و در گروه‌های سنی ۴۴-۴۰ سال برابر با  $7/6 \pm 4/9$  میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه به دست آمد [۲۱] که از حداکثر میزان اکسیژن آتش نشانان مطالعه حاضر در تمام رده‌های سنی بالاتر است. این تفاوت‌ها در ظرفیت هوایی آتش نشانان ایرانی با آتش نشانان خارجی می‌تواند ناشی از قوانین متفاوت این کشورها در استخدام افراد و آزمون‌های قبل از استخدام و همچنین تفاوت‌های نژادی افراد باشد و ظرفیت هوایی به دست آمده در مطالعه حاضر در مقایسه با ظرفیت هوایی برابر  $47/4 \text{ ml/kg/min}$  در آتش نشانان شهر همدان [۸] در سال ۲۰۱۶ کمتر است اما مقادیر ظرفیت هوایی به دست آمده در این مطالعه نسبت به مطالعه انجام شده بر روی آتش نشانان تهرانی در سال ۲۰۱۵ [۹] در محدوده سنی ۲۵ تا ۴۷ سال اندکی بالاتر است. دلیل این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت‌های فردی مانند جثه، آمادگی جسمانی، وجود برنامه ورزشی منظم در سازمان و نوع آزمون تعیین ظرفیت هوایی افراد مورد بررسی باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که ارتباط معناداری بین  $\text{Vo}_2\text{max}$  و سن کارگران وجود ندارد. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه چوبینه و همکاران در سال ۲۰۱۱ در کارگران صنعتی [۲۲] و همچنین مطالعه چاترجی و همکاران در سال ۱۹۹۴ در هند [۲۳] در دو گروه سنی ۲۹-۲۰ و ۳۹-۲۰ مطابقت دارد. در مطالعه‌ای که توسط ساپ و همکاران در سال ۱۹۹۱ که بر روی ۱۵۰ آتش‌نشان با ۵ گروه سنی مختلف انجام گرفت مشخص شد که  $\text{Vo}_2\text{max}$  به طور معناداری در گروه‌های سنی جوان‌تر بالاتر از افراد مسن می‌باشد [۲۴]. همچنین در مطالعه‌ای که توسط کلیبم در سال ۱۹۸۰ بر روی آتش‌نشانان انجام گرفت مشخص گردید که حداکثر ظرفیت هوایی با افزایش سن کاهش می‌یابد [۲۵]. در توجیه عدم یافتن ارتباط معنی دار بین سن و حداکثر اکسیژن مصرفی می‌توان گفت که افراد مورد مطالعه جوان بوده (بالاترین سن برابر با ۴۷ سال) و بدین ترتیب افراد از گستره وسیع سنی برخوردار نبودند و همانند مطالعه فیروزه و همکاران [۹] نمی‌توان رابطه حداکثر اکسیژن مصرفی را با افزایش سن بررسی نمود. بر اساس نتایج این مطالعه، شاخص توده بدن با ظرفیت هوایی ارتباط معنی دار معکوس دارد در حالی که چوبینه و همکاران [۲۲] و حسین آبادی و همکاران [۱] به این نتیجه رسیدند که با افزایش شاخص توده بدن، ظرفیت هوایی افزایش می‌یابد؛ اما مشابه با نتایج این پژوهش بابایی و همکاران در مطالعه‌ای بر روی آتش نشانان، نتیجه گرفتند که با افزایش وزن و شاخص توده بدن حداکثر اکسیژن مصرفی کاهش می‌یابد و بیان نمودند که با افزایش وزن و چاقی به



توجه به این که آتش نشانان مجبورند در شرایط گرم و طاقت فرسا با لباس‌های حفاظتی سنگین کار کنند، از این رو توصیه می‌شود که توان هوازی آنان با برنامه‌های منظم ورزشی و آمادگی جسمانی، کنترل وزن و فراهم نمودن شرایط محیط کار مناسب افزایش یابد و معاینات قبل از استخدام جهت اطمینان از آمادگی جسمانی متناسب با کار با دقت بیشتری انجام شود و پیشنهاد می‌گردد مطالعات گسترده‌تری با حجم نمونه بالاتر و با استفاده از آزمون‌های دیگر اندازه‌گیری ظرفیت هوازی با بدون لباس حفاظتی انجام شده و با نتایج این مطالعه مقایسه گردد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از سازمان آتش نشانی و آتش نشانان پر تلاش و فداکار که صمیمانه ما را در انجام این پروژه یاری رساندند و همچنین کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی زاهدان که طرح را مورد حمایت مالی قرار دادند در تصویب طرح دانشجویی با کد مصوب ۷۴۶۴ یاری رساندند کمال تشکر را دارند

### References

- Hosseinabadi S, Hamidi Bagejan P, Ebrahimi H, Barkhordari A, Raie Bandepe T. Estimation of Aerobic Capacity (VO<sub>2</sub>-max) and Physical Work Capacity in Laborers. *Knowledge Health*. 2013;8(3):131-7.
- Lindberg AS, Oksa J, Malm C. Laboratory or field tests for evaluating firefighters' work capacity? *PLoS One*. 2014; 9(3):e91215. DOI: 10.1371/journal.pone.0091215 PMID: 24614596
- Fahy RF, Association NFP. US firefighter fatalities due to sudden cardiac death, 1995-2004: National Fire Protection Association Quincy, Mass.; 2005.
- Morley J, Beauchamp G, Suyama J, Guyette FX, Reis SE, Callaway CW, et al. Cognitive function following treadmill exercise in thermal protective clothing. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(5):1733-40. DOI: 10.1007/s00421-011-2144-4 PMID: 21892644
- Luo C, Jin J. Design Feature Analysis and Pilot Ergonomic Evaluation for Protective Fire Gear. *Proc Eng*. 2012;43:374-8. DOI: 10.1016/j.proeng.2012.08.065
- Gaeini A, Sattarifard S, CafiZadeh S, Nejatian M. The comparison of eight weeks of combined and aerobic training on functional capacity, body composition and strength in post-coronary artery bypass graft cardiac patients. *Cardiovasc Nurs J*. 2013;2(1):34-41.
- Holmer I, Gavhed D. Classification of metabolic and respiratory demands in fire fighting activity with extreme workloads. *Appl Ergon*. 2007;38(1):45-52. DOI: 10.1016/j.apergo.2006.01.004 PMID: 16516136
- Babayi Mesdaraghi Y, Farhadi S, Hesam G, Abazari M, Moradpour Z. Estimating the maximum aerobic capacity of fire fighters using the step test; a case study by a height adjustable step. *J Ergon*. 2016;4(2):60-6.
- Firoozeh M, Saremi M, Maleki A, Kavousi A. Investigation of Maximal Aerobic Capacity and Associated Factors in Firefighters. *Iran Occup Health*. 2015;12(3):15-26.
- Najafi M, Ebadi A, Najafi S, Jamshidi N. Effect of fire-fighting protective clothes and usual work clothes on aerobic capacity. *J Mil Med*. 2009;10(4):263-7.
- Rodahl K. *Physiology of Work*. London, New York, Philadelphia: CRC Press; 2003.
- Mier CM, Gibson AL. Evaluation of a treadmill test for predicting the aerobic capacity of firefighters. *Occup Med (Lond)*. 2004;54(6):373-8. DOI: 10.1093/occmed/kqh008 PMID: 15347781
- Wattles MG, Harris C. The relationship between fitness levels and employee's perceived productivity, job satisfaction, and absenteeism. *J Exerc Physiol Online*. 2003;6(1).
- Tierney MT, Lenar D, Stanforth PR, Craig JN, Farrar RP. Prediction of aerobic capacity in firefighters using submaximal treadmill and stairmill protocols. *J Strength Cond Res*. 2010;24(3):757-64. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c7c282 PMID: 20145563
- Dehghani M, Hayavi Haghghi M, Kian Pory S, Shebani B. Relationships between social capitals, organizational citizenship behavior and job satisfaction among nursing staff. 2014;3(1):35-44.
- Peate W, Lundergan L, Johnson JJ. Fitness Self-Perception and V̇O<sub>2</sub>max in Firefighters. *J Occup Environ Med*. 2002;44(6):546-50.
- Barr D, Gregson W, Reilly T. The thermal ergonomics of firefighting reviewed. *Appl Ergon*. 2010;41(1):161-72. DOI: 10.1016/j.apergo.2009.07.001 PMID: 19664755
- Faley RH, Kleiman LS, Lengnick-Hall ML. Age discrimination and personnel psychology: A review and synthesis of the legal literature with implications for future research. *Pers Psychol*. 1984;37(2):327-50.
- Trevizani GA, Benchimol-Barbosa PR, Nadal J. Effects of age and aerobic fitness on heart rate recovery in adult men. *Arq Bras Cardiol*. 2012;99(3):802-10. PMID: 22836359
- Najafi M, Ebadi A, Najafi S, Jamshidi N. Effect of fire-fighting protective clothes and usual work clothes on aerobic capacity. *J Mil Med*. 2009;10(4):263-7.
- Goncalves da Silveira JL. Physical Fitness related Work Ability Index of Fire Fighters of different age groups in Florianopolis, SC-Brazil: Verfügbar unter; 2001 [cited 2010]. Available from: <http://www.ergonomieself.org/documents/36eme-Montreal-2001/PDF-ENG/V4-058-R219-DA-SILVEIRA.pdf>.
- Choobineh A, Barzideh M, Gholami T, Amiri R, Tabatabaei H, Almasi Hashyane A. Estimation of aerobic capacity (Vo<sub>2</sub>-max) and study of its associated factors among male workers of industrial factories in Sepidan/Fars province, 2009. *Jundishapur Sci Med J*. 2011.
- Chatterjee S, Mitra SK, Samanta A. Aerobic capacity of the brick-field workers in eastern India. *Ind Health*. 1994;32(2):79-84. PMID: 7806448
- Saupe K, Sothmann M, Jasenof D. Aging and the fitness of fire fighters: the complex issues involved in abolishing mandatory retirement ages. *Am J Public Health*. 1991;81(9):1192-4. PMID: 1951832
- Kilbom A. Physical work capacity of firemen. With special reference to demands during fire fighting. *Scand J Work Environ Health*. 1980;6(1):48-57. PMID: 7384767
- Sanders MS, McCormick EJ. *Human factors in engineering and design*: McGRAW-HILL book company; 1987.

27. Daneshmandi H, Choobineh A, Rajaei Fard A. The investigation of association between psychological health and maximum aerobic capacity in male workers of industrial sector of Shiraz. *J Ergon*. 2013;1(1):14-22.
28. Asghari E, Khaleghdoust T, Asgari F, Kazemnejad E. Effective factors on nurses' job satisfaction. *Holist Nurs Midwifery*. 2010;20(64):1-7.
29. Heidaryan Nour M, Nahidi F, Turk Zahrani S, Khodakarim S. Midwives' job satisfaction and related factors at teaching and social security hospitals in tehran. *Payesh*. 2016; 15(3):313-23.



Research Article

## Estimation of Maximum Aerobic Capacity and its Related Factors Using Treadmill Test in Firefighters of Zahedan

Raheleh Hashemi Habybabady <sup>1</sup> , Negar Ghaderi <sup>2</sup> , Ramin Rahmani <sup>2</sup> , Mahdi Mohammadi <sup>3,\*</sup> 

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety, Health Promotion Research Center, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

<sup>2</sup> BSc, Department of Occupational Health and Safety, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Biostatistics, Health Promotion Research Center, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

\* **Corresponding author:** Mahdi Mohammadi, Associate Professor, Department of Biostatistics, Health Promotion Research Center, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran. E-mail: memohammadi@yahoo.com

DOI: [10.29252/nkjmd-010011](https://doi.org/10.29252/nkjmd-010011)

### How to Cite this Article:

Hashemi Habybabady R, Ghaderi N, Rahmani R, Mohammadi M. Estimation of Maximum Aerobic Capacity and its Related Factors Using Treadmill Test in Firefighters of Zahedan. JNKUMS. 2018; 10 (1) :1-8

URL: <http://journal.nkums.ac.ir/article-1-1407-fa.html>

Received: 15 Nov 2017

Accepted: 10 Jan 2018

### Keywords:

Maximum Aerobic Capacity, Firefighters, Treadmill Test

© 2018 North Khorasan Medical Sciences

### Abstract

**Introduction:** Fire fighting is one of the most dangerous jobs, in which workers with bulky clothing, require high energy and aerobic capacity to carry out intensive activities, such as firefighting and rescue. The purpose of this study was to determine the maximum aerobic capacity and its related factors using treadmill test in firefighters of Zahedan.

**Methods:** In this descriptive-analytic cross-sectional study, 40 firefighting personnel of Zahedan were randomly selected and evaluated. The job satisfaction questionnaire was used and aerobic capacity was determined in a treadmill test. Spearman correlation coefficients, Mann-Whitney, and Kruskal-Wallis were used to analyze of the data.

**Results:** The average maximum oxygen consumed in firefighters was  $38.08 \pm 14.02$  mL/kg/min. There was no significant correlation between age and maximum aerobic capacity yet there was a reversed relationship between the amount of oxygen uptake and work experience ( $r = -0.386$ ,  $P = 0.014$ ), maximum heart rate ( $r = -0.846$ ,  $P < 0.001$ ), body mass index ( $r = -0.623$ ,  $P < 0.001$ ), and job satisfaction ( $r = -0.322$ ,  $P = 0.043$ ).

**Conclusions:** The maximum aerobic capacity of the firefighters was higher than the reported values in many other occupational groups, yet it was lower compared with International Association of Fire Fighters recommendation. Therefore, increasing the maximum aerobic power of firefighters with a regular exercise program and pre-employment examinations is recommended to ensure that the physical work capacity is proportionate to the job.