

# برآورد میزان ظرفیت هوازی به روش تست پله در کارگران یکی از کارخانجات کاشی شهر یزد در سال ۱۳۹۶

معصومه بهرامی<sup>۱</sup>، فاطمه قنایی<sup>۲</sup>، سید جلیل میرمحمدی<sup>۳</sup>، محسن عسکری شاهی<sup>۴</sup>  
ابوالفضل برخوردار<sup>۵</sup>، مائده حبیبی<sup>۶</sup>، امیر هوشنگ مهرپرور<sup>۷\*</sup>

## چکیده

مقدمه: اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی، اهمیت زیادی در ایجاد تناسب و تطابق فیزیولوژیک بین کارگر و کار دارد. این مطالعه باهدف برآورد ظرفیت هوازی و ظرفیت کار فیزیکی کارگران کاشی و سرامیک انجام شده است.

روش بررسی: در این مطالعه تحلیلی مقطعی ۹۰ نفر از کارگران مرد کارخانه کاشی و سرامیک در شهر یزد، به‌صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. از پرسشنامه متشکل از دو بخش به‌عنوان ابزار گردآوری داده‌ها استفاده شد. بخش اول مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک بود که به روش مصاحبه تکمیل می‌شد. در بخش دوم پرسشنامه پارامترهای قد، وزن، BMI و تعداد ضربان قلب درج می‌گردید. از روش تست پله کوبین برای اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده پس از ورود به نرم‌افزار SPSS به کمک آزمون‌های من ویتنی و کروسکال والیس و ضریب همبستگی تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: بیشترین ظرفیت هوازی در کارگران کاشی و سرامیک  $36.0 \pm 0.36$  لیتر در دقیقه برآورد شد. نتایج نشان داد ظرفیت هوازی با وزن و شاخص توده بدنی دارای ارتباط معنادار است. همچنین آزمون آماری نشان داد که بین ظرفیت هوازی و استعمال دخانیات و ورزش کردن و میزان تحصیلات ارتباط معنادار وجود ندارد ولی بین نوع شغل و میزان توان هوازی ارتباط معناداری وجود دارد.

نتیجه‌گیری: وزن و BMI و نوع شغل از عوامل تأثیرگذار بر ظرفیت هوازی کارگران می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حداکثر ظرفیت هوازی، ظرفیت انجام کار فیزیکی، تست پله کوبین

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد، ایران

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد، ایران

<sup>۳</sup> عضو هیئت علمی گروه طب کار و مرکز تحقیقات بیماری‌های ناشی از صنعت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد، ایران

<sup>۴</sup> استادیار گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد، ایران

<sup>۵</sup> استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد، ایران

<sup>۶</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران

<sup>۷</sup> استاد گروه طب کار، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی یزد، ایران

\* نویسنده مسئول: شماره تماس ۰۳۵۳۷۲۶۳۷۳۳، پست الکترونیکی: ah.mehrparvar@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۲

## مقدمه

با وجود پیشرفت‌های چشمگیری که امروزه در زمینه‌ی خودکارسازی کارها در صنایع حاصل شده اما بازهم نقش عامل انسانی کم‌رنگ نگشته و بسیاری از کارها به‌وسیله نیروی فیزیکی انسانی انجام می‌گیرد که این نوع کارها در کشورهای درحال توسعه و کمتر توسعه‌یافته بیشتر است (۱). یکی از مشکلات جهان صنعتی کنونی خروج زودرس کارگران از محیط کار است. علی‌رغم افزایش امید به زندگی، بهبود شرایط زندگی و وضعیت بهتر سلامتی در جوامع اما در دهه اخیر در بیشتر کشورهای اروپایی متوسط زمان شاغل بودن افراد کاهش یافته است (۲) دو علت عمده این خروج زودرس از محیط کار عبارت‌اند از ۱- تأخیر ورود نیروی جوان به بازار کار به دلیل تحصیلات طولانی مدت و ۲- خروج زودتر از موعد افراد مسن از محیط‌های کاری که علت مهم‌تری می‌باشد (۳) برای حفظ سلامت کارگران و جلوگیری از خستگی‌های مفرط و مداوم و فرسودگی زودرس نیروی کار، باید تناسبی میان انرژی موردنیاز برای انجام کار و توان جسمی کارگران برقرار شود (۴).

از طرفی توان انسان در تأمین و مصرف انرژی جهت انجام کارهای جسمی محدود بوده و از فردی به فرد دیگر متفاوت است؛ برای رسیدن به این هدف بایستی توان جسمی انسان اندازه‌گیری شود (۵) غالباً توانایی فرد در انجام دادن کار، ظرفیت انجام کار فیزیکی (Physical work capacity) استنباط می‌شود (۶)؛ که ظرفیت انجام کار، حداکثر مقدار انرژی که شخص می‌تواند برای ۸ ساعت یک نوبت کاری مصرف کند، بدون آنکه به سلامت او لطمه‌ای وارد شود و یا دچار خستگی گردد می‌گویند (۷-۹). در حدود ۵۰ سال پیش «برادی» عنوان کرد که انسان می‌تواند تا ۵۰ درصد بیشترین توانایی خود را در فعالیت‌های روزانه به مصرف رساند. مدتی بعد «آستراند» درصدهای کمتر از ۵۰ درصد را پیشنهاد کرد (۱۰)؛ اما به‌طورکلی اکثر ارگونومیست‌ها مقدار ۳۳ درصد حداکثر ظرفیت هوازی را به‌عنوان حد قابل قبول مصرف انرژی برای انجام کار روزانه تعیین نموده‌اند (۱۱،۱۰). حداکثر ظرفیت هوازی (aerobic capacity) عبارت است از بیشترین مقدار اکسیژنی (برحسب لیتر) که می‌تواند در یک دقیقه

به‌وسیله دستگاه تنفسی جذب‌شده و از طریق خون در اختیار ماهیچه‌های عمل‌کننده قرار گیرد (۱۲-۱۵). حداکثر ظرفیت هوازی با توجه به دقت موردنیاز و سطح ریسک موجود به روش‌های مختلفی اندازه‌گیری خواهد شد. زمانی که دقت بالایی موردنیاز باشد، از آزمون‌های مستقیم برای تعیین حداکثر ظرفیت هوازی استفاده می‌شود اما در جمعیت‌های کارگری به دلیل سطح ریسک بالا، از آزمون‌های غیرمستقیم استفاده می‌شود (۱۶). در برخی روش‌های اندازه‌گیری مقدار  $VO_{2max}$  را از اندازه‌گیری تعداد ضربان قلب و نبض به دست می‌آورند (۱۷-۱۹). دوچرخه‌ی ارگومتر، نوار نقاله و پلکان (step test) نیز از جمله وسایلی هستند که به‌منظور اندازه‌گیری  $VO_{2max}$  مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۰)؛ بنابراین با ارزیابی مقدار نیروی لازم برای انجام کار و سنجش ویژگی‌های فیزیولوژی انسان می‌توان او را به کاری درخور و در حد تحمل فیزیولوژیک وی منصوب کرد که علاوه بر حفظ سلامتی و توانایی جسمی، میزان تولید و بهره‌دهی نیز افزایش می‌یابد (۱۰). مطالعات مشابهی در این باره انجام گرفته است به‌طور مثال مطالعه‌ی Bugajsk و همکاران در سال ۲۰۰۵ بر روی جامعه لهستانی می‌باشد که در این مطالعه میانگین حداکثر ظرفیت هوازی برای زنان  $2/6$  لیتر در دقیقه و برای مردان  $3/9$  لیتر در دقیقه محاسبه شد و ظرفیت کار فیزیکی افراد مورد مطالعه  $0/65 \pm$  (کیلوکالری بر دقیقه) برای زنان و  $6/23 \pm 0/67$  برای مردان به دست آمد (۲۱). در مطالعه‌ی دیگر که Vandermisse و همکارانش بر روی جامعه‌ای از مردان آتش‌نشان بلژیکی با استفاده از تست‌های ورزش و دوچرخه ارگومتر انجام گرفت میزان  $VO_{2max}$ ، Malek و همکاران بر روی مردان آمریکایی در سال ۲۰۰۵ انجام دادند میانگین  $VO_{2max}$  برابر  $4/154 \pm 0/62$  به دست آمد (۲۲). در مطالعه‌ای که حیدری و همکاران بر روی دانشجویان مرد و زن به دو روش تست پله (ACSM) و تست تردمیل (Gerkin) انجام دادند میانگین ظرفیت هوازی برای مردان به ترتیب  $(3/19 \pm 0/55)$  و  $(1/97 \pm 0/29)$  و برای زنان به

ترتیب (۲۴/۱۳±۲) و (۱۸/۵۹±۱) به دست آمد (۲۳).

از آنجایی که هنوز تعیین این که در صنایع تولیدی تطبیق کار با شرایط جسمی کارگر چگونه باشد تا سلامت جسمانی و امنیت شغلی وی و تأمین گردد خود مسئله بزرگی است و علاوه بر حفظ سلامتی و توانایی جسمی، میزان تولید و بهره‌دهی نیز افزایش یابد؛ بنابراین این مطالعه با هدف برآورد ظرفیت هوازی و تعیین فاکتورهای دموگرافیک مؤثر بر آن در کارگران مرد کارخانه کاشی و سرامیک میبد یزد انجام گرفت.

### روش بررسی

این مطالعه به صورت مقطعی روی ۹۰ نفر انجام شد که معیار ورود تمامی مردانی که فاقد هر نوع بیماری‌های علامت‌دار ریوی (دارای اسپیرومتری غیرطبیعی)، افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی و اسکلتی - عضلانی، افرادی که بیماری آنمی (کم‌خونی) و عدم رضایت از شرکت در مطالعه انتخاب شدند.

### ابزار گردآوری داده‌ها

پرسشنامه دموگرافیک را تهیه نموده و اطلاعات بر اساس پرسشنامه و به روش مصاحبه حضوری جمع‌آوری گردید. پرسشنامه دموگرافیک شامل دو قسمت بود، قسمت اول سؤالاتی در مورد سن، سابقه کار، وضعیت تأهل، میزان تحصیلات، مصرف هرگونه دخانیات و ورزش کردن اختصاص یافت و در قسمت دوم پرسشنامه متغیرهای قد، وزن، شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شد.

### اندازه‌گیری قد، وزن و محاسبه BMI

قد و وزن واکاوگر بدون کفش، کلاه اندازه‌گیری شد. قد با استفاده از متر نواری و وزن توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری و در پرسشنامه درج گردید. به‌منظور محاسبه شاخص توده بدنی (BMI) از رابطه زیر استفاده شد (۲۴).

$BMI = W/h^2$  (در این فرمول W وزن فرد و برحسب کیلوگرم و h قد فرد و برحسب متر است.)

### اندازه‌گیری بیشترین ظرفیت هوازی (VO<sub>2max</sub>)

بیشترین ظرفیت هوازی با استفاده از روش کوئین به این صورت بود که واکاوگر در حضور پزشک به مدت ۳ دقیقه از یک پله ۴۰ سانتی‌متری با نرخ ۲۴ پله در

دقیقه بالا و پایین رفته برای مشخص بودن سرعت گام برداشتن واکاوگر از برنامه مترونوم استفاده شد. مترونوم نرم‌افزاری بود که ریتم ضربه‌ای خاصی را تولید می‌کرد بنابراین با تنظیم ریتم ۹۶ ضربه در دقیقه فرد در هر دقیقه ۲۴ مرتبه از پله بالا و پایین می‌شد به این صورت که با ضربه اول مترونوم واکاوگر یک پای خود را روی پله قرار می‌داد و با ضربه دیگر روی پله می‌ایستاد با ضربه سوم یک پا را روی زمین قرار می‌داد و در ضربه آخر فرد کاملاً روی زمین می‌ایستاد و سپس نشسته و بعد از ۲۰ ثانیه به‌طور هم‌زمان نبض وی توسط پالس اکسی‌متر (Himmel) مدل HP-10 که به انگشت اشاره واکاوگر متصل شده بود و به صورت دستی توسط محقق در ناحیه مچ دست به مدت ۲۰ ثانیه شمارش شده سپس عدد به دست آمده در شمارش دستی در ۳ ضرب می‌شد تا ضربان فرد در یک دقیقه به دست می‌آمد. (در ۲۰ ثانیه ۴ عدد به صورت تصادفی از پالس اکسی‌متر خوانده می‌شد. هر یک از این اعداد به صورت آنی ضربان را در یک دقیقه نشان می‌داد درنهایت میانگینی از این اعداد به دست می‌آمد و با حاصل ضربان اندازه‌گیری دستی مقایسه می‌شد تا درنهایت عددی با دقت بیشتر به دست آید) سپس از طریق معادله ذیل Vo<sub>2max</sub> محاسبه می‌شد (۲۴).

$$VO_{2max} = 111.33 - (HR \times 0.42)$$

$$(\text{ml} \times \text{min}/\text{kg})$$

در این معادله Vo<sub>2max</sub> برحسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه به دست می‌آید و برای تبدیل آن به لیتر در دقیقه از فرمول زیر استفاده می‌شد.

$$VO_{2max} = \frac{VO_{2max} \times \text{body weight}(\text{kg})}{1000}$$

سپس حداکثر ظرفیت انجام کار (PWC<sub>max</sub>) برحسب ((Kcal/min) سپس از آن طریق PWC محاسبه شد.

$$PWC_{max} = (VO_{2max} \times 5)$$

$$PWC = 0.33 \times PWC_{max}$$

در این فرمول عدد ۵ ارزش حرارتی تقریبی مصرف یک لیتر اکسیژن در بدن است و گویای آن است که از سوختن یک لیتر اکسیژن در بدن ۵ کیلوکالری انرژی تولید می‌شود (۱). کد اخلاق مطالعه (IR.SSU.SPH.REC.1396.47) می‌باشد.

## نتایج

افراد مورد مطالعه در این پژوهش مرد بودند. بررسی نرمال بودن متغیرهای وابسته: آزمون کلموگروف اسمیرنوو نشان داد متغیرهای ظرفیت کاری و توان هوازی از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند. لذا برای بررسی متغیرهایی که از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند از آزمون‌های ناپارامتری (من ویتنی و کروسکال والیس) استفاده کردیم. همه‌ی تحلیل‌های انجام‌شده در سطح

معناداری  $\alpha=0/05$  انجام‌شده است. میانگین و انحراف معیار سن  $34/88 \pm 5/98$  در محدوده (۲۱-۵۸) و میانگین سابقه کار  $4/64 \pm 9/80$  در محدوده (۲-۱۷) و میانگین و انحراف معیار قد  $174/68 \pm 5/93$  در محدوده (۱۵۹-۱۸۷) و وزن  $76/84 \pm 12/69$  در محدوده (۴۹-۱۰۷) و شاخص توده بدنی  $25/13 \pm 3/65$  در محدوده (۱۷/۹۹-۳۳/۸۵) بود.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای توان هوازی ( $VO_{2max}$ ) و ظرفیت فیزیکی کار

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
$VO_{2max}$ لیتر در دقیقه	۳/۶۰	۰/۳۴۷	۲/۵۷	۵/۱۴
PWC کیلوکالری بر دقیقه	۵/۹۴	۰/۵۷	۴/۱۵	۸/۴۸
$PWC_{max}$ کیلوکالری بر دقیقه	۱۸/۰۲	۱/۷۳	۱۲/۶۰	۲۵/۷۰

جدول ۱ میانگین، انحراف استاندارد، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی و همچنین ظرفیت انجام کار فیزیکی در جامعه مورد مطالعه را ارائه می‌کند. در جدول ۲، میانگین و انحراف استاندارد بیشترین ظرفیت هوازی در کارگران مورد مطالعه برحسب استعمال

دخانیات، عادت به ورزش کردن، نوبت‌کاری و میزان تحصیلات هنگام کار ارائه‌شده است. آزمون‌های آماری نشان داد هیچ‌کدام از متغیرهای استعمال دخانیات و ورزش کردن و نوبت‌کاری و میزان تحصیلات ارتباط معناداری با توان هوازی ندارد.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیر توان هوازی ( $VO_{2max}$ )

متغیر	تعداد	میانگین و انحراف معیار	p-value
عادت به ورزش کردن	بلی	$3/62 \pm 0/300$	۰/۳۰۶
	خیر	$3/56 \pm 0/373$	
استعمال دخانیات	بلی	$3/47 \pm 0/402$	۰/۱۵۷
	خیر	$3/63 \pm 0/325$	
نوبت‌کاری	بلی	$3/58 \pm 0/356$	۰/۱۴۵
	خیر	$3/77 \pm 0/088$	

طبق جدول ۳ مقادیر p-value نشان می‌دهد تنها شاخص توده بدنی و وزن بر روی توان هوازی تأثیر می‌گذارد و سایر عوامل تأثیر معناداری بر روی  $VO_{2max}$  ندارد. نتایج نشان داد که رابطه معنی‌داری بین ظرفیت هوازی در کارگران مورد مطالعه و سن و قد و سابقه کار وجود ندارد.

در جدول ۴ نتایج p-value به‌دست‌آمده از طریق آزمون کروسکال والیس نشان می‌دهد نوع شغل اثر معناداری بر روی توان هوازی دارد ( $p\text{-value}=0/049$ ).

جدول ۳. بررسی ارتباط ویژگی‌های دموگرافیک با حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2max}$ )

متغیر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	p-value
گروه‌های وزنی	۱۰	۳/۲۷	۰/۲۴	<۶۰
	۱۹	۳/۳۷	۰/۳۸	۶۰-۶۹/۹۹
	۲۲	۳/۶۴	۰/۲۲	۷۰-۷۹/۹۹
	۳۹	۳/۷۷	۰/۳۰	>۸۰
گروه‌های قدی	۲۳	۳/۴۷	۰/۳۹	<۱۷۰
	۵۵	۳/۶۱	۰/۲۷	۱۷۰-۱۸۰
	۱۲	۳/۸۱	۰/۴۶	>۱۸۰
شاخص توده بدنی	۴۱	۳/۴۷	۰/۴۲	<۲۵
	۳۹	۳/۷۰	۰/۲۲	۲۵-۳۰
	۱۰	۳/۷۶	۰/۱۸	>۳۰
	۸	۳/۴۷۷	۰/۲۶۸	<۲۵
گروه‌های سنی	۳۱	۳/۷۰۸	۰/۳۴۰	۲۵-۳۴
	۴۸	۳/۵۶۷	۰/۳۲۹	۳۵-۴۴
	۳	۳/۳۸۳	۰/۶۹۸	>۴۵
سابقه کار	۲۳	۳/۵۳	۰/۳۳	<۵
	۶۴	۳/۶۳	۰/۳۴	۵-۱۵
	۳	۳/۴۸	۰/۶۵	>۱۵

جدول ۴. نتایج توصیفی نوع شغل و ارتباط آن با توان هوازی

گروه‌بندی متغیر	تعداد	میانگین و انحراف معیار
لعب سازی	۳	$۰/۳۵۰ \pm ۳/۴۲۰$
خط لعب	۲۲	$۰/۳۸۰ \pm ۳/۳۹$
کوره	۱۳	$۰/۲۰۷ \pm ۳/۶۸$
بالمیل	۴	$۰/۷۶۶ \pm ۴/۰۳$
مکانیک	۷	$۰/۲۲۲ \pm ۳/۷۳۰$
بسته‌بندی	۷	$۰/۱۵۷ \pm ۳/۶۹$
راننده	۴	$۰/۱۰۷ \pm ۳/۷۹$
سنگ‌شکن	۱	*
سرپرست	۸	$۰/۰۷۶ \pm ۳/۷۱$
کنترل کیفیت	۵	$۰/۳۶۸ \pm ۳/۴۳$
پرس	۹	$۰/۱۶۲ \pm ۳/۵۹$
سیم‌پیچ	۲	$۰/۰۵۶ \pm ۳/۷۷$
برق‌کار	۲	$۰/۸۳۴ \pm ۳/۱۱$
فریت سازی	۳	$۰/۲۳۶ \pm ۳/۷۰$

\* در گروه سنگ‌شکن تنها یک نمونه یافت می‌شود لذا محاسبه انحراف معیار در این گروه امکان‌پذیر نیست.

## بحث

زمینه صورت گرفته که نشانگر وضعیت کل کشور نیست. از این رو، نتایج این مطالعه تا حدودی می‌تواند خلأ موجود در این زمینه را پر نموده و اطلاعات ارزشمندی را به دست آورد.

تناسب افراد با کار از مهم‌ترین اهداف و تعریفی از ارگونومی است تا فرد در محیط کاری متناسب با انرژی خود مشغول باشد. برآورد ظرفیت هوازی معیاری ارزشمندی در مبحث ارتقا سلامتی در ارگونومی صنعتی است، اما با این وجود در ایران مطالعات محدودی در این

جامعه در مطالعه حاضر نسبتاً جوان بوده (۳۴/۸۸±۵/۹۸) و دارای قدی نسبتاً بلند (۱۷۴/۶۸±۵/۹۳) سانتی‌متر) بود که در گستره اضافه‌وزن مقدماتی (شاخص توده بدنی  $۳/۶۵ \pm ۲۵/۱۳$ ) قرار داشتن و میانگین و انحراف استاندارد  $VO_{2max}$  و PWC به ترتیب  $(۳/۶۰ \pm ۰/۳۴۷)$  لیتر بر دقیقه و  $(۵/۹۴ \pm ۰/۵۷)$  کیلوکالری بر دقیقه بود (۲۴). طبق نتایج این بررسی ظرفیت هوازی برآورد شده در کارگران کارخانجات کاشی و سرامیک شهر یزد نسبت به سایر نقاط کشور که مورد بررسی قرار گرفته‌اند بالاتر می‌باشد طوری که ظرفیت هوازی برآورد شده در این مطالعه نسبت به مطالعه ارغوانی و همکاران که در میان کارگران مرد کارخانجات صنعتی شهر سنندج استان کردستان  $(۲/۹۲ \pm ۰/۳۴)$  لیتر در دقیقه (۱) و مطالعه چوبینه و همکاران در میان کارگران مرد کارخانه سپیدان  $(۲/۶۶ \pm ۰/۳۵)$  لیتر بر دقیقه با استفاده از تست پله تاکسورت و شه‌نواز بیشتر است (۱۸). همچنین از نتایج مطالعه دانشمندی و همکاران در میان کارگران مرد شیراز  $(۲/۶۹ \pm ۰/۲۶۳)$  لیتر بر دقیقه که به روش دوچرخه ارگومتر و پروتکل آستراند انجام گرفت (۲۵) و مطالعه حیدری و همکاران که بر روی دانشجویان مرد و زن دانشگاه علوم پزشکی قزوین به دو روش آزمون پله ACSM و Gerkin توان هوازی به ترتیب  $(۲/۸۶ \pm ۰/۶۶)$  و  $(۰/۳۲ \pm ۱/۸۶)$  بیشتر است (۲۳). ظرفیت هوازی برآورد شده در این مطالعه از نتایج مطالعه مالک و همکاران  $(۰/۶۲۹ \pm ۴/۱۵)$  لیتر بر دقیقه کمتر است (۲۲). افزون بر آن توان هوازی کارگران مورد مطالعه در مقایسه مردان مطالعه Zoladz و همکاران  $(۳/۸۹ \pm ۰/۹۲)$  لیتر بر دقیقه اندکی کمتر است (۲۶) که احتمالاً این تفاوت می‌تواند به دلیل تفاوت در نژاد افراد در مطالعه حاضر (افراد با نژاد آسیایی با جثه کوچک‌تر) و دو مطالعه مالک (که نژاد آمریکایی با جثه بزرگ) و مطالعه zoladz (مردان اروپایی) باشد.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر بین متغیرهای سطح سواد و توان هوازی ارتباط معنادار وجود ندارد که با مطالعه ارغوانی و همکاران همخوانی دارد (۱). نتایج این مطالعه نشان داد بین سن و توان هوازی ارتباط معناداری وجود ندارد که با نتایج مطالعه چوبینه و همکاران (۱۸) و همچنین مطالعه فیروزه و همکاران و مطالعه حسین‌آبادی و همکاران مطالعه چاترجی و همکاران همخوانی دارد (۲۸، ۲۷، ۴). در توجیه عدم یافتن ارتباط معنادار بین توان هوازی و سن می‌توان به این مسئله اشاره داشت که اکثر افراد شرکت‌کننده در آزمون جوان بوده‌اند. نتایج نشان داد بین  $VO_{2max}$  با وزن ارتباط معنی‌دار وجود دارد که با یافته‌های مطالعات قبلی مطابقت دارد (۲۵، ۱۸، ۱). در مطالعه حاضر، بین شاخص توده بدنی با ظرفیت هوازی ارتباط معنادار وجود دارد که با مطالعات قبلی همخوانی دارد (۱۸، ۴). بر اساس نتایج مطالعه حاضر، ارتباطی بین توان هوازی و ورزش کردن افراد وجود ندارد که با مطالعات قبلی مطابقت دارد (۲۷، ۲۳، ۱۵، ۴).

بر اساس نتایج حاصل در مطالعه ارتباطی میان استعمال دخانیات و توان هوازی یافت نشد که با مطالعه‌ی حسین‌آبادی و همکاران همخوانی دارد (۴). ولی با مطالعه Betik و همکاران مطابقت ندارد (۲۹). علت این امر در مطالعه ما می‌تواند درصد اندک کسانی که سیگار می‌کشند (۲۱ درصد) افراد نسبت به کل شرکت‌کنندگان هست. در این مطالعه بین توان هوازی و گروه شغلی ارتباط معنادار مشاهده شد که با نتایج حاصل از مطالعه Debray که بر روی کارگران مرد بنگالی که شامل کارگران سنگ‌زنی و آسیاب و کشاورزی بود همخوانی دارد نتایج مطالعه دبری نشان داد میزان توان هوازی در کارگران سنگ‌زنی  $۲/۰۱$  و کارگران آسیاب  $۲/۴۳$  و کشاورز  $۲/۶۹$  بود (۳۰).

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد توان هوازی با وزن BMI و نوع شغل افراد ارتباط معنادار دارد همچنین نتایج این مطالعه نشان داد بین توان هوازی و سن سیگار کشیدن و میزان تحصیلات و ورزش کردن ارتباط معنادار وجود ندارد. پیشنهاد می‌شود توان هوازی بخشی از معاینات قبل استخدام و دوره‌ای قرار گیرد تا علاوه بر ایجاد بانک اطلاعات تغییرات ظرفیت هوازی کارگران پایش شده و تناسبی بین کارگر و کار محوله ایجاد گردد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت کارخانه کاشی و سرامیک شهر یزد و همچنین طب کار بیمارستان امام صادق شهر میبد و کلیه داوطلبان به لحاظ همکاری صمیمانه در اجرای این طرح ابراز می‌دارند.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر بین متغیرهای سطح سواد و توان هوازی ارتباط معنادار وجود ندارد که با مطالعه ارغوانی و همکاران همخوانی دارد (۱). نتایج این مطالعه نشان داد بین سن و توان هوازی ارتباط معناداری وجود ندارد که با نتایج مطالعه چوبینه و همکاران (۱۸) و همچنین مطالعه فیروزه و همکاران و مطالعه حسین‌آبادی و همکاران مطالعه چاترجی و همکاران همخوانی دارد

**References:**

1. Arghavani F, Teimouri G, Ebrahimi K, Javanmardi M, Rahmani K. *Estimation Of Maximal Aerobic Capacity (Vo2-Max) And Study Of Its Associated Factors Among Industrial Male Workers In Snandaj City/Kurdistan Province*. 2013; (1):34-41(Persian).
2. Ilmarinen JE. *Aging workers*. *Occupation Environ Med*. 2001;58(8):546.
3. Stattin M. *Retirement on grounds of ill health*. *Occupation Environ Med*. 2005;62(2):135-40.
4. Hosseinabadi S, Hamidi BP, Ebrahimi H, Barkhordari A, Raie BT. *Estimation of Aerobic Capacity (VO2-max) and Physical Work Capacity in Laborers*. 2013;8(3):131-137. [persian]
5. Valipour F, Ahmadi O, Pourtaghi GH. *Assessment of Physical Work Capacity and Aerobic Capacity in Military Forces Exposed to Favorable, Warm-Humid, and Very Warm-Humid Weather Conditions*. 2016;3(4):21-29. [persian]
6. Grandjean E, Kroemer KH. *Fitting the task to the human: a textbook of occupational ergonomics*: CRC press; 1997.
7. Åstrand P-O, Rodahl K, Dahl HA, Strømme SB. *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise: Human Kinetics*; 2003.
8. Arts F, Kuipers H, Jeukendrup A, Saris W. *A short cycle ergometer test to predict maximal workload and maximal oxygen uptake*. *International journal of sports medicine*. 1993;14(8):460-4.
9. Karwowski W. *International encyclopedia of ergonomics and human factors*: Crc Press; 2001.
10. Mououdi M, Choobineh A. *Ergonomics in practice: selected ergonomics topics*. Tehran: Nashr-e-Markaz. 1999:81-94.
11. Ingleton W. *The measurement of man at work with particular reference to arousal*. *Measurement of man at work*. 1971:17-25.
12. Akalan C, Robergs RA, Kravitz L. *Prediction of VO2max from an individualized submaximal cycle ergometer protocol*. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2008;11(2):1-17.
13. Huggett DL, Connelly DM, Overend TJ. *Maximal aerobic capacity testing of older adults: a critical review*. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2005;60(1):57-66.
14. Astorino T, Willey J, Kinnahan J, Larsson S, Welch H, Dalleck L. *Elucidating determinants of the plateau in oxygen consumption at o2max*. *British J Sports Med*. 2005;39(9):655-60.
15. Byars A, Greenwood M, Greenwood L, Simpson WK. *The effectiveness of a pre-exercise performance drink (PRX) on indices of maximal cardiorespiratory fitness*. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2006;3(1):56.
16. Vandersmissen G, Verhoogen R, Van Cauwenbergh A, Godderis L. *Determinants of maximal oxygen uptake (VO2 max) in fire fighter testing*. *Applied Ergonomics*. 2014;45(4):1063-6.
17. Vema J, Sajwan A, Debnath M. *A Study on Estimating Vo2max from Different Techniques in Field Situation*. *International Quarterly of Sport Science*. 2009;2:42-7.
18. Choobineh A, Barzideh M, Gholami T, Amiri R, Tabatabaei H, Almasi Hashyanie A. *Estimation of aerobic capacity (Vo2-max) and study of its associated factors among male workers of industrial factories in Sepidan/Fars province, 2009*. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2011. (1)1-12 (persian).
19. Costill DL. *Physiology of sport and exercise: Human kinetics*; 2004.
20. Petrella RJ, Koval JJ, Cunningham DA, Paterson DH. *A self-paced step test to predict aerobic fitness in older adults in the primary care clinic*. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2001;49(5):632-8.
21. Bugajska J, Makowiec-Dąbrowska T, Jegier A, Marszałek A, editors. *Physical work capacity (VO2 max) and work ability (WAI) of active employees (men and women) in Poland*. *International Congress Series*; 2005;1280:156-160.

22. Malek MH, Housh TJ, Berger DE, Coburn JW, Beck TW. *A new Non-exercise-based Vo<sub>2</sub>max Prediction Equation For Aerobically Trained Menz*. J Strength Condition Res. 2005;19(3):559-65.
23. Heydari p, mohammadzadeh e, Varmazyar S, beigzadeh f. *Correlation of treadmill and step tests in estimation of maximum in estimating the Maximum Aerobic Capacity (VO<sub>2</sub>max)*. Iran Occupational Health Journal. 2016;13(2):1-9. (persian)
24. Priya DS, Johnson P, Padmavathi R, Subhashini A, Ayyappan R, Ayyappan M. *Evaluation of the relationship between workload and work capacity in petrochemical and tannery workers-A pilot study*. Life Sciences and Medicine Research. 2010;19:2-12.
25. Daneshmandi H, Fard AR, Choobineh A. *Estimation of aerobic capacity and determination of its associated factors among male workers of industrial sector of Iran*. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2013;19(4):667-73(persian).
26. Zoladz J, Duda K, Majerczak J. *VO<sub>2</sub>~ 2/power output relationship and the slow component of oxygen uptake kinetics during cycling at different pedalling rates: relationship to venous lactate accumulation and blood acid-base*. Physiological research. 1998;47:427-38.
27. Firoozeh M, Saremi M, Maleki A, Kavousi A. *Investigation of maximal aerobic capacity and associated factors in firefighters*. Iran Occupational Health. 2015;12(3):15-26(persian).
28. Chatterjee S, Mitra K, Samanta A. *Aerobic capacity of the brick-field workers in eastern India*. Industrial Health. 1994;32(2):79-84.
29. Betik AC, Hepple RT. *Determinants of V<sub>O2</sub> max decline with aging: an integrated perspective*. Appl Physiol, Nutri, Metabol. 2008;33(1):130-40.
30. Debray P, Misra J, Ghosh C. *Peak expiratory flow rate and cardio respiratory fitness of Bengali workers exposed to dust and plant source particulate matters*. Indian J Community Med. 2002;27(4):171-76.



## *Estimation of the aerobic capacity by step test in the workers of a tile factory in Yazd in 2017*

Bahrami M<sup>1</sup>, Qanai F<sup>1</sup>, Mirmohammadi J<sup>2</sup>, Askarishahi M<sup>3</sup>, Barkhordari A<sup>1</sup>, Habibi M<sup>4</sup>, Mehrparvar A<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

<sup>2</sup> Department of Occupational Medicine and Industrial Diseases Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

<sup>3</sup> Department of Biostatistics and Epidemiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

<sup>5</sup> Department of Biostatistics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

### **Abstract**

**Introduction:** Estimation of the maximum aerobic capacity to find a physiological fitness between worker and the work is of great importance. The purpose of this study was to estimate the highest aerobic capacity and physical work capacity of tile and ceramic workers.

**Materials and methods:** In this cross-sectional study, 90 workers were randomly selected from tile and ceramic workers in Yazd. A questionnaire consisting of two parts was used as data collection tool. The first part of the questionnaire included demographic characteristics completed by the interview. In the second part, parameters including height, weight, BMI and heart rate were inserted in the questionnaire. The Queen step test was used to measure the maximum aerobic capacity. The data were analyzed by SPSS software using Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests and Spearman's test.

**Results:** The maximum aerobic capacity in tile and ceramic workers was estimated to be  $3.60 \pm 0.03$  L/m. The results showed that aerobic capacity was significantly correlated with weight and body mass index. Also, there was no significant relationship between aerobic capacity, smoking and exercise, and education, but there was a significant relationship between job title and aerobic capacity.

**Conclusion:** Weight, BMI and type of occupation affect the aerobic capacity of workers.

**Keywords:** Maximum aerobic capacity, Physical work capacity, Queen step test

### ***This paper should be cited as:***

Bahrami M, Qanai F, Mirmohammadi J, Askarishahi M, Barkhordari A, Habibi M, Mehrparvar A. *Estimation of the aerobic capacity by step test in the workers of a tile factory in Yazd in 2017.* Occupational Medicine Quarterly Journal 2020;11(4): 48-56.

\*Corresponding Author

Email: ah.mehrparvar@gmail.com

Tel: +98 3537263733

Received: 23.12.2018

Accepted: 19.12.2019