Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 8, Issue 2, Summer 2021, Pages: 1-8

Original Article

doi: 10.52547/johe.8.2.1

A Model for Estimating the Physical Work Capacity Based on Anthropometric Components and Body Composition: A Pilot Study Based on Measuring the Maximum Oxygen Consumption on Direct Method

Davood Afshari[1], Mohammad Rami[2], Kambiz Ahmadi Angali[3], Gholamabbas Shirali[1], Narges Azadi[4,*]

[1] *Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*
[2] *Assistant Professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran*
[3] *Associate Professor of Biostatistics, Environmental Technology Research Center, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*
[4] *MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*

***Corresponding Author:** Narges Azadi, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. Email: n.azadi1991@yahoo.com*

Received: 24/09/2020
Accepted: 06/04/2021

How to Cite this Article:
Afshari D, Rami M, Ahmadi Angali K, Shirali GH, Azadi N. A Model for Estimating the Physical Work Capacity Based on Anthropometric Components and Body Composition: A Pilot Study Based on Direct Method. *J Occup Hyg Eng*. 2021, 8(2): 1-8. DOI: 10.52547/johe.8.2.1

Abstract

Background and Objective: Physical work capacity is one of the significant issues in work physiology which is used to investigate compatibility between work and worker. Body composition is among the factors affecting maximal aerobic capacity. Accordingly, the present study aimed to examine the effect of anthropometric components and body composition on physical work capacity and to present a final model for estimating physical work capacity using direct and instrumental methods.

Materials and Methods: A total of 50 male students were randomly selected in this cross-sectional study. The Bruce protocol and the h/p/cosmos-treadmill (Saturn model) were used to estimate the maximal aerobic capacity. Body composition was also measured using the Body Composition Analyzer Device (Olympia 3.3 model). The relationship between the variables was investigated using Pearson correlation coefficient and regression analysis. Finally, a model was presented to estimate maximum oxygen consumption based on linear regression analysis.

Results: The mean maximal aerobic capacity (ml/kg/min) of students was estimated to be 44.01 ± 4.75. Also, the mean body mass index and body fat percentage of students were 24.03 ± 4.31 $\frac{kg}{m^2}$ and 20.77 ± 7.6%, respectively. The mean waist-to-hip ratio was 0.803. The present study indicated that there was a significant and negative relationship between maximal aerobic capacity and body composition.

Conclusion: A model is proposed in the present study since estimating the physical work capacity requires acceptable accuracy and valid relationships and equations. The variables of body mass index, body fat percentage, and waist-hip ratio which play an effective role in estimating physical work capacity and the maximum oxygen consumption can be estimated with high accuracy based on the presented model.

Keywords: Body Composition Parameters; Bruce Protocol; Physical Work Capacity

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.1]

Copyright © 2021 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.8.2.1

ارائه مدل پیش‌بینی تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی بر اساس مؤلفه‌های آنتروپومتریکی و اجزای ترکیب بدنی: یک مطالعه پایلوت برمبنای اندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی به روش مستقیم

داوود افشاری[۱]، محمد رمی[۲]، کامبیز احمدی انگالی[۳]، غلامعباس شیرالی[۱]، نرگس آزادی[۴،*]

[۱] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

[۲] استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

[۳] دانشیار، گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات فناوری زیست‌محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

* **نویسنده مسئول:** نرگس آزادی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. ایمیل: n.azadi1991@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۱۷

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: اندازه‌گیری ظرفیت انجام کار فیزیکی یکی از مباحث مهم فیزیولوژی کار است که به‌منظور بررسی برقراری تناسب بین کار و کارگر استفاده می‌شود. اجزای ترکیب بدنی ازجمله عوامل تأثیرگذار بر حداکثر ظرفیت هوازی است. ازاین‌رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر مؤلفه‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی افراد بر ظرفیت انجام کار فیزیکی و ارائه مدل نهایی با استفاده از روش‌های مستقیم و دستگاهی به‌منظور تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی ۵۰ نفر از دانشجویان مرد به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. به‌منظور برآورد حداکثر ظرفیت هوازی از پروتکل بروس و تردمیل h/p/cosmos مدل Saturn استفاده شد. اجزای ترکیب بدنی افراد هنگام تست با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیب بدن (Body Composition) مدل Olympia3.3 اندازه‌گیری شد. ارتباط بین متغیرها با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون بررسی شد. درنهایت برای پیش‌بینی حداکثر اکسیژن مصرفی مدلی بر اساس آنالیز رگرسیون خطی ارائه شد.

یافته‌ها: میانگین حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان ۴۴/۰۱±۴/۷۵ (میلی‌گرم/ کیلوگرم/ دقیقه) برآورد شد. همچنین میانگین شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن دانشجویان به ترتیب ۴/۳۱± ۲۴/۰۳ کیلوگرم بر مترمربع و ۷/۶± ۲۰/۷۷ درصد و میانگین نسبت دور کمر به دور لگن افراد ۰/۸۰۳ تعیین شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد بین حداکثر ظرفیت هوازی و اجزای ترکیب بدنی ارتباط معنادار و منفی وجود دارد.

نتیجه‌گیری: ازآنجاکه تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی به روابط و معادلاتی نیاز دارد که دقت و اعتبار قابل قبولی داشته باشد، لذا بر اساس نتایج مطالعه حاضر و مدل ارائه‌شده متغیرهای شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و نسبت دور کمر به لگن نقش مؤثری در تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی دارند و می‌توان بر اساس مدل ارائه‌شده، حداکثر اکسیژن مصرفی را با دقت زیادی تخمین زد.

واژگان کلیدی: اجزای ترکیب بدنی؛ پروتکل بروس؛ ظرفیت انجام کار فیزیکی

مقدمه

یکی از کاربردهای مهم علم ارگونومی، تطابق نوع کار با توانایی و محدودیت‌های انسان است [۱]. با وجود تغییر شرایط کار نسبت به گذشته در صنایع گوناگون، تعیین اینکه تطبیق کار با شرایط جسمی کارگر چگونه باشد تا سلامت جسمانی و امنیت شغلی او تأمین شود، اهمیت زیادی دارد [۲]. در این راستا یکی از اقدامات مؤثر اندازه‌گیری ظرفیت انجام کار فیزیکی (PWC: Physical Work Capacity) است [۳]. ظرفیت انجام کار فیزیکی بیشترین مقدار انرژی است که شخص می‌تواند در یک نوبت ۸ ساعته بر حسب کیلوکالری بر دقیقه مصرف کند، بدون اینکه دچار استرس فیزیولوژیک و خستگی جسمانی شود [۴]. امروزه دانشمندان بر این باور هستند که برای تعیین توانایی انجام کار فیزیکی باید از حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) استفاده

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.1]

شود [۵]. حداکثر ظرفیت هوازی، حداکثر نرخ اکسیژن انتقالی ماهیچه‌ها را نشان می‌دهد که در بسیاری از موارد برای سنجیدن تناسب بین فرد با کار مدنظر، مورد قبول است [۶]. واحد اصلی اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی به صورت لیتر یا میلی‌لیتر در دقیقه بیان می‌شود. با این وجود به دلیل اینکه مقدار مطلق این متغیر به‌شدت تحت تأثیر وزن بدن قرار دارد، اغلب با واحد میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه بیان می‌شود [۷].

عوامل مختلفی بر میزان حداکثر ظرفیت هوازی تأثیرگذارند که از آن میان می‌توان به ویژگی‌های محیطی، روحی و روانی، جسمانی و ویژگی‌های فیزیولوژیک افراد اشاره کرد [۲،۸]. هر قدر توان هوازی یعنی ظرفیت جذب اکسیژن بیشتر باشد، توان جسمی نیز بیشتر خواهد بود. این به معنی آن است که شخص می‌تواند فعالیت‌های سنگین را بهتر و راحت‌تر انجام دهد. لذا توان هوازی معیار خوبی برای بیان توانایی جسمی افراد برای انجام کار یا تناسب فرد با کار است [۹]. تناسب فیزیکی شامل پنج جزء ظرفیت هوازی، قدرت عضلانی، استقامت عضلانی، انعطاف‌پذیری و ترکیب بدن است [۱۰]. مطالعات نشان داده است ترکیب بدنی افراد به عنوان عامل دیگر تناسب فیزیکی ارتباط بسیار نزدیکی با آمادگی هوازی دارد. در این راستا مطالعات نشان داده است حداکثر ظرفیت هوازی با فاکتورهای تشکیل‌دهنده ترکیب بدن مانند درصد چربی بدن (BFP: Body Fat Percentage)، شاخص توده بدنی (BMI: Body Mass Index) و توده ماهیچه بدن ارتباط دارد [۱۱].

پژوهشگران همچنین برآوردهای معتبری از آمادگی هوازی را با استفاده از متغیرهای سن، جنسیت، درصد چربی بدن و شاخص توده بدنی ارائه داده‌اند [۱۲]. حداکثر ظرفیت هوازی با توجه به دقت مورد نیاز و سطح ریسک موجود به روش‌های مختلف شامل روش‌های مستقیم و غیرمستقیم اندازه‌گیری خواهد شد [۳،۱۳]. در روش غیرمستقیم از آزمون‌های آزمایشگاهی بر اساس پاسخ ضربان قلب استفاده می‌شود [۱۴]. اندازه‌گیری مستقیم حداکثر ظرفیت هوازی به تجهیزات تخصصی و تلاش و انگیزه فیزیکی قابل توجهی نیاز دارد. افزون بر این زمانی که دقت زیادی نیاز باشد، از آزمون‌های مستقیم برای تعیین حداکثر ظرفیت هوازی استفاده می‌شود [۳،۱۳]. دوچرخه ارگومتر، نوار نقاله و تست پله وسایل مورد استفاده برای اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی افراد هستند [۱۵]. همچنین به‌منظور ارزیابی ظرفیت هوازی و تناسب قلبی عروقی افراد ورزشکار یا افراد سالم غیر ورزشکار، از آزمون تردمیل بروس به‌عنوان روش استاندارد استفاده می‌شود [۱۱].

در کشور ما تاکنون تحقیقات محدودی در زمینه بررسی تأثیر و ارتباط متغیرهای ترکیب بدنی بر ظرفیت انجام کار افراد انجام شده است و در بیشتر مطالعات به‌منظور برآورد اجزای ترکیب بدنی و تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی از روش‌های غیرمستقیم و فرمول‌های مربوطه به دلیل سهولت انجام کار نسبت به روش‌های مستقیم در محیط‌های کاری با دقت کمتر نسبت به روش‌های مستقیم استفاده شده است [۸،۱۳،۱۵]. در مطالعه حاضر با برآورد اجزای ترکیب بدنی و ظرفیت فیزیکی انجام کار با استفاده از روش‌های قرائت مستقیم دستگاهی و ارائه مدل رگرسیونی، امکان تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی در محیط‌های کاری بدون نیاز به انجام تست در محل کار و با دقت و صحت بیشتر نسبت به مدل‌های ارائه‌شده در مطالعات قبلی وجود دارد. لذا مطالعه حاضر با هدف برآورد ظرفیت انجام کار فیزیکی و بررسی همبستگی متغیرهای ترکیب بدن با استفاده از روش‌های قرائت مستقیم با دقت بیشتر انجام شده است.

روش کار

مطالعه مقطعی حاضر به‌منظور بررسی عوامل مؤثر بر ظرفیت انجام کار افراد، روی ۵۰ نفر از دانشجویان با گروه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال انجام شد. پس از ارائه توضیحات لازم در خصوص روش اجرای کار و کسب رضایت از شرکت‌کنندگان با تکمیل فرم رضایت‌نامه، پرسش‌نامه اطلاعات دموگرافیک در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. پس از تکمیل پرسش‌نامه با درنظرگرفتن معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، تنفسی، اسکلتی عضلانی و همچنین سابقه مصرف دارو، افراد برای انجام آزمون برآورد ظرفیت انجام کار آماده شدند. آزمون تعیین ظرفیت انجام کار فیزیکی با استفاده از پروتکل بروس روی دستگاه تردمیل شرکت h/p/cosmos مدل Saturn ساخت کشور آلمان و دستگاه گاز آنالیزور مدل Gunshorn ساخت کشور آلمان انجام شد (شکل ۱ و ۲). آزمون تردمیل بروس شامل ۷ مرحله ۳ دقیقه‌ای است [۱۶]. شکل و سرعت تردمیل به علت افزایش شیب در هر مرحله، به‌طور خودکار تغییر می‌کند [۱۱]. در مرحله اول فرد با سرعت ۲/۷ کیلومتر بر ساعت و شیب ۱۰ درصد شروع به قدم‌زدن می‌کند. در مرحله دوم سرعت به ۴ کیلومتر در ساعت و شیب به ۱۲ درصد افزایش می‌یابد. سرعت و شیب به ترتیب در مراحل بعدی ۵/۵ کیلومتر در ساعت و ۱۴ درصد، ۶/۸ کیلومتر در ساعت و ۱۶ درصد، ۸ کیلومتر در ساعت و ۱۸ درصد، ۸/۹ کیلومتر در ساعت و ۲۰ درصد و در مرحله آخر ۹/۷ کیلومتر در ساعت و ۲۲ درصد می‌شود.

هنگام انجام آزمون بروس معمولاً فرد در آغاز روی تردمیل راه می‌رود و با افزایش سرعت و شیب از مرحله سوم و چهارم به راه‌رفتن سریع و سپس در صورت توانایی ادامه فعالیت، به دویدن می‌پردازد. هرگاه فرد دچار خستگی مفرط شود و قادر به ادامه فعالیت نباشد، فعالیت متوقف و زمان فعالیت و ضربان قلب ثبت می‌شود. حداکثر اکسیژن مصرفی حین انجام پروتکل با دستگاه گاز آنالیزور محاسبه می‌شود [۱۱،۱۶]. اندازه‌گیری قد افراد در حالت بدون کفش و با استفاده از متر نواری با دقت ۰/۱ سانتی‌متر انجام شد. علاوه بر این، ارزیابی و اندازه‌گیری مؤلفه‌های ترکیب

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.1]

بدنی افراد شرکت‌کننده شامل وزن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و نسبت دور کمر به دور لگن (WHR: Waist-Hip Ratio) به‌صورت قرائت مستقیم با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیب بدن مدل Olympia3.3 ساخت کشور کره انجام شد [۱۷]. پس از انجام اندازه‌گیری‌های لازم، داده‌های گردآوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ تجزیه‌وتحلیل شد. به‌منظور بررسی همبستگی بین فاکتورهای ترکیب بدن با حداکثر ظرفیت هوازی افراد شرکت‌کننده از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. به‌منظور تعیین اثر فاکتورهای ترکیب بدنی بر حداکثر ظرفیت هوازی و تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی افراد از رگرسیون چندگانه برای ارائه مدل نهایی استفاده شد. حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (کالری در دقیقه) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی = $(VO_2max)\times ۵$

در این فرمول ۵ ارزش حرارتی تقریبی مصرف یک لیتر اکسیژن در بدن است.

حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (کالری در دقیقه) × ۳۳ درصد = $PWC(kcal/min)$

نتایج

بر اساس مطالعات پیشین، میانگین ظرفیت هوازی برای گروه سنی ۲۰ تا ۲۹ سال ۲/۸۴ لیتر در دقیقه بوده است [۸]. درنتیجه با در دست داشتن این اطلاعات حجم نمونه مورد نیاز با استفاده از فرمول $n=\frac{z^2sd^2}{d^2}$ در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۵۰ نفر محاسبه شد. لذا در مطالعه حاضر دانشجویان مرد دانشگاه علوم پزشکی اهواز با گروه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال به‌صورت داوطلبانه شرکت کردند. میانگین سن شرکت‌کنندگان ۲/۰۸±۲۱/۳۶ سال بود. همچنین میانگین و انحراف استاندارد قد نمونه‌ها ۶/۰۲ ± ۱۷۶/۱۶ به‌دست آمد. میانگین حداکثر ظرفیت هوازی افراد شرکت‌کننده در مطالعه با استفاده از آزمون تردمیل بروس ۴/۷۵ ± ۴۴/۰۱ (میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه) برآورد شد. جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد اجزای ترکیب بدن را نشان می‌دهد.

در جدول ۲، همبستگی بین متغیرهای درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به دور لگن و ظرفیت انجام کار افراد ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد بین

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار اجزای ترکیب بدنی افراد بررسی‌شده

فاکتورهای ترکیب بدن	انحراف معیار(SD)± میانگین
وزن (کیلوگرم)	۷۴/۷۸±۱۵/۰۱
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۴/۰۳ ±۴/۳۱
درصد چربی بدن (درصد)	۲۰/۷۷ ±۷/۶
نسبت دور کمر به دور لگن	۰/۸۰۳ ±۰/۰۷۳

جدول ۲: ضریب همبستگی (r) بین حداکثر ظرفیت هوازی و اجزای ترکیب بدن

متغیر	VO_2max (میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه)	P
درصد چربی بدن	-۰/۸۷	< ۰/۰۰۱
شاخص توده بدنی	-۰/۹۵۹	< ۰/۰۰۱
نسبت دور کمر به دور لگن	-۰/۸۶۴	< ۰/۰۰۱

متغیرهای ترکیب بدن و ظرفیت انجام کار افراد همبستگی معنادار و معکوس وجود دارد.

نتایج تحلیل رگرسیون خطی ساده نشان‌دهنده رابطه خطی قوی معنادار بین متغیر شاخص توده بدنی و ظرفیت انجام کار است ($P\leq ۰/۰۰۱$، $R^2=۰/۹۱۹$). این ارتباط بیانگر این است که با افزایش شاخص توده بدنی، ظرفیت انجام کار افراد کاهش می‌یابد (شکل ۳).

رابطه ۱. تخمین ارتباط بین شاخص توده بدنی و ظرفیت انجام کار افراد:

$VO_2max\ (ml.kg^{-1}.min^{-1}) = (-۱/۰۵۷\times BMI) + ۶۹/۴۲$

در خصوص ارتباط دو متغیر درصد چربی بدن و ظرفیت انجام کار، نتایج تحلیل رگرسیون خطی ساده نشان‌دهنده وجود رابطه خطی معنادار و منفی بین این دو متغیر است ($P\leq ۰/۰۰۱$، $R^2=۰/۷۵۶$). این ارتباط نشان‌دهنده کاهش ظرفیت انجام کار افراد درنتیجه افزایش درصد چربی بدن است (شکل ۴).

رابطه ۲. تخمین ارتباط بین درصد چربی بدن و ظرفیت انجام کار:

$VO_2max\ (ml.kg^{-1}.min^{-1}) = (-۰/۵۴۳\times BFP) + ۵۵/۳۰$

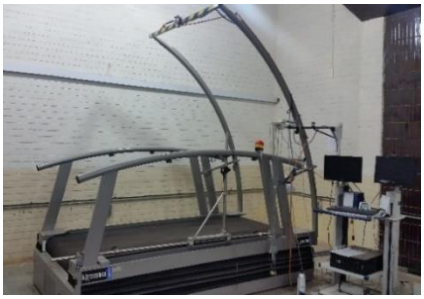
یافته‌های تحلیل رگرسیون خطی ساده نشان‌دهنده وجود ارتباط معنادار و معکوس بین شاخص نسبت دور کمر به دور لگن با ظرفیت هوازی افراد است که به صورت معادله زیر ارائه شده است ($P\leq ۰/۰۰۱$، $R^2=۰/۷۴۵$). بر اساس این معادله با افزایش شاخص نسبت دور کمر به دور لگن، حداکثر ظرفیت هوازی افراد کاهش می‌یابد (شکل ۵).



شکل ۱: دستگاه گاز آنالیزور مدل Ganshorn

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.1]



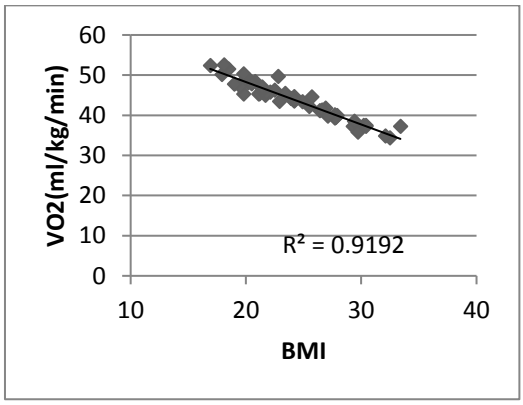
شکل ۲: دستگاه تردمیل h/p/cosmos مدل Saturn

رابطه ۳. تخمین ارتباط بین نسبت دور کمر به دور لگن و ظرفیت انجام کار افراد:

VO^2MAX $(ml.kg^{-1}.min^{-1})$=(-۵۵/۵۱× WHR) + ۸۸/۵۹

مدل تخمین ظرفیت انجام کار

به‌منظور بررسی اثر هم‌زمان متغیرهای شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به دور لگن و درصد چربی بدن بر حداکثر ظرفیت هوازی افراد، با درنظرگرفتن این نکته که امکان اندازه‌گیری این

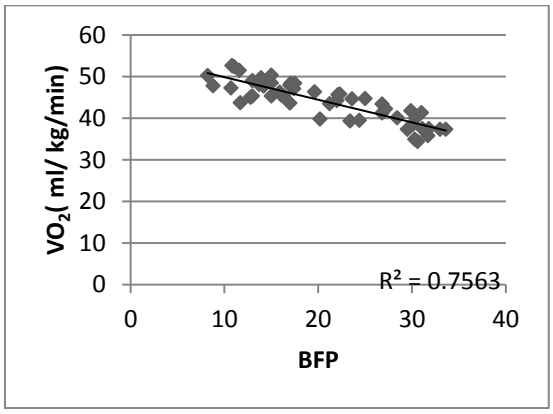


شکل ۳: نمودار همبستگی بین ظرفیت انجام کار و شاخص توده بدنی

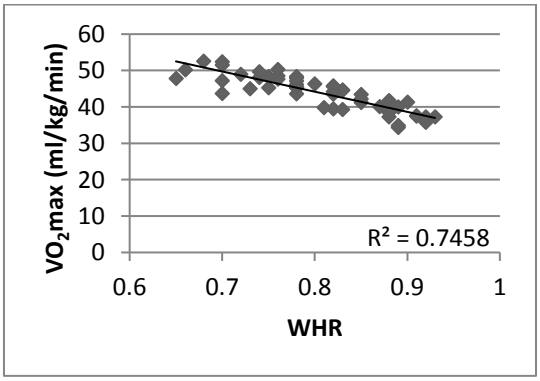
سه متغیر بدون دستگاه نیز وجود دارد (r=۰/۹۶۱)، می‌توان با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی چندگانه ارتباط این متغیرها با VO_2max افراد را به‌صورت معادله زیر بیان کرد:

رابطه ۴. معادله تخمین حداکثر ظرفیت هوازی افراد:

$VO_2max(ml.kg^{-1}.min^{-1})$=(-۱/۰۷۸×BMI)-(۲۲/۶۹۸×WHR)+۰/۲۲۹×BFP



شکل ۴: نمودار همبستگی بین ظرفیت انجام کار و درصد چربی بدن



شکل ۵: نمودار همبستگی بین ظرفیت انجام کار و نسبت دور کمر به دور لگن

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.1]

بحث

هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی ارتباط و همبستگی مؤلفه‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی افراد بر ظرفیت انجام کار فیزیکی در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اهواز بود. میانگین و انحراف استاندارد VO_2max در دانشجویان بر حسب میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه برابر ۴/۷۵ ±۴۴/۰۱ برآورد شد. این مقدار با نتایج پژوهش Sharma و همکاران در کارکنان و دانشجویان دانشگاه ۷/۴۶±۴۴/۱۱ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه و Mondalو همکاران در مردان دانشجو ۲۵/۷±۴۳/۲۵ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه نزدیک بود [۱۳،۱۸]. از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر از مقادیر گزارش‌شده در مطالعه چوبینه و همکاران در کارگران مرد بخش صنعت ۴/۴۷ ± ۳۸/۵۷ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه، مطالعه حسین‌آبادی و همکاران در کارگران شرکت نورد لوله سمنان ۳/۷۲ ± ۳۶/۹ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه و مطالعه رفیعی پور و همکاران در دانشجویان ۱۰/۳۹ ± ۳۲/۶۰ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه بیشتر بود [۲،۸،۹].

میانگین سن شرکت‌کنندگان در مطالعه چوبینه و همکاران ۳۱/۸۵ سال و در مطالعه حسین‌آبادی و همکاران ۴۰ سال بود. ازآنجاکه شرکت‌کنندگان مطالعه حاضر در رده سنی جوان با میانگین سنی ۲۱/۳۶ سال قرار دارند، می‌توان مغایرت نتایج را ناشی از تفاوت ظرفیت انجام کار در رده‌های سنی مختلف و محدودبودن گستره سنی افراد مطالعه‌شده (دانشجویان جوان) دانست؛ زیرا این احتمال وجود دارد که حداکثر ظرفیت انجام کار در رده‌های مختلف سنی، متفاوت باشد [۱۹،۲۰]. یافته‌های مطالعه Betik و همکاران نشان داد ظرفیت هوازی با افزایش سن کاهش می‌یابد [۲۱]. علاوه‌براین، در مطالعه رفیعی‌پور ۵۸/۱ درصد از شرکت‌کنندگان زن بودند. با توجه به اینکه پژوهش حاضر روی مردان انجام شده است و جنسیت عامل مؤثری بر ظرفیت انجام کار فیزیکی است، شاید بتوان این اختلاف نتایج را ناشی از تأثیر جنسیت بر ظرفیت انجام کار افراد دانست [۲۲،۲۳]. در تحقیق Bugajska و همکاران روی ظرفیت کار فیزیکی و شاخص توانایی کار کارکنان شاغل در هلند نیز جنسیت عامل مؤثری بر ظرفیت هوازی عنوان شد. نتایج مطالعه بیانگر افزایش ۱/۰۷ برابری حداکثر ظرفیت هوازی مردان نسبت به زنان بود [۱۹].

در پژوهش حاضر، میانگین شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن دانشجویان به ترتیب ۴/۳۱± ۲۴/۰۳ کیلوگرم بر مترمربع و ۷/۶ ±۲۰/۷۷ درصد تعیین شد. بر اساس تقسیم‌بندی سازمان جهانی بهداشت، شاخص توده بدنی دانشجویان در محدوده طبیعی (۱۸/۵ تا ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع) قرار داشت [۲۴].

یافته‌های برخی مطالعات نشان داده است با افزایش شاخص توده بدنی، ظرفیت هوازی افراد افزایش می‌یابد [۲۵-۲۷]. در این راستا، بررسی ارتباط شاخص توده بدنی با حداکثر ظرفیت انجام کار در پژوهش حاضر، ارتباط معناداری را به‌صورت معکوس بین این متغیرها نشان داد. این نتایج نشان‌دهنده کاهش مقدار Vo_2max برحسب میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه با افزایش شاخص توده بدنی بود که با یافته‌های مطالعات پیشین همخوانی داشت [۲، ۱۳، ۲۸-۳۳]. در خصوص ارتباط معکوس به‌دست‌آمده بین شاخص توده بدنی و Vo_2max ، در مطالعات متعدد به اثر وزن و ترکیب بدن بر Vo_2max اشاره شده است که ممکن است به دلیل تأثیرات فیزیولوژیک افزایش وزن بر بدن باشد [۳۴]. افزایش وزن و شاخص توده بدنی نیاز بدن به خون‌رسانی به بافت‌ها را افزایش می‌دهد و با توجه به محدودبودن ظرفیت قلب، خون‌رسانی به بافت‌ها به‌خوبی انجام نمی‌شود؛ درنتیجه اکسیژن در دسترس بافت‌ها کاهش می‌یابد [۳۵].

در این مطالعه میانگین و انحراف استاندارد درصد چربی بدن دانشجویان ۷/۶±۲۰/۷۷ درصد برآورد شد که در محدوده نرمال ۱۸ تا ۲۸ درصد قرار دارد [۲۴]. بر اساس نتایج مطالعه حاضر بین ظرفیت انجام کار افراد و درصد چربی بدن ارتباط معنی‌دار و منفی وجود دارد که با نتایج مطالعات Sharma و همکاران [۱۸]، Minasian و همکاران [۳۶]، Amani و همکاران [۱۱]، Ostojic و همکاران [۳۷]، Anjali و همکاران [۷] و Pribis و همکاران [۳۸] همخوانی داشت. افزایش چربی اطراف قلب که معمولاً به دلیل چاقی اتفاق می‌افتد، باعث کاهش پمپاژ قلب و درنتیجه کاهش ظرفیت قلبی و به دنبال آن کاهش توانایی انجام کارهای روزانه در افراد خواهد شد [۱۱،۱۲].

در خصوص بررسی رابطه اندازه نسبت دور کمر به دور لگن افراد، میانگین این متغیر ۰/۸۰۳ به‌دست آمد که در محدوده نرمال (کمتر از ۰/۹) قرار می‌گیرد [۳۹]. افزون بر این، نتایج پژوهش حاضر رابطه معنی‌دار و منفی بین این دو متغیر را نشان داد که این یافته با یافته‌های برخی مطالعات همخوانی دارد [۱۸].

یافته‌های مطالعه حاضر نشان‌دهنده همبستگی معنادار و منفی بین متغیرهای شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و نسبت دورکمر به دور لگن با ظرفیت انجام کار فیزیکی در افراد بود. این نتایج حاکی از آن بود که متغیرهای ترکیب بدنی از عوامل مؤثر بر ظرفیت انجام کارفیزیکی افراد است. مطالعه حاضر از اولین مطالعاتی است که به برآورد همبستگی متغیرهای ترکیب بدن با Vo_2max با استفاده از روش‌های قرائت مستقیم و ارائه مدل رگرسیونی بر اساس روش دستگاهی پرداخته است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد با تخمین این متغیرها با استفاده از روش‌های قرائت مستقیم می‌توان محدودیت مطالعات پیشین بر اساس روش‌های غیرمستقیم و با دقت کمتر را به‌منظور برآورد ظرفیت انجام کار فیزیکی برطرف کرد.

ازجمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به مقطعی‌بودن مطالعه، عدم مشاهده تأثیر عوامل مختلف با گذشت زمان، محدودبودن جمعیت مورد بررسی و نیز عدم تأثیر جنسیت در

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.1]

برآورد ظرفیت انجام کار اشاره کرد. بر این اساس انجام مطالعات مشابه با حجم نمونه بیشتر و نیز روی کارگران در مطالعات آتی توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، یافته‌های این پژوهش نشان داد متغیرهای درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به دور لگن بر ظرفیت انجام کار فیزیکی افراد تأثیر دارد. اهمیت کاربردی این یافته‌ها در این است که در انتخاب مناسب افراد متناسب با نوع فعالیت و توانمندی افراد در احراز مشاغل گوناگون مؤثر است. با توجه به اینکه اندازه‌گیری این متغیرها با استفاده از روش‌های غیرمستقیم با دقت کمتر است، انجام یک پژوهش تکمیلی روی جامعه وسیع‌تر و در صورت امکان جامعه کارگری با روش‌های قرائت مستقیم، مسیر خوبی برای پژوهش‌های آتی در این زمینه است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از همکاری گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز و شرکت‌کنندگان طی انجام این مطالعه اعلام می‌کنند.

تضاد منافع

پژوهش حاضر هیچ‌گونه تضاد منافعی برای نویسندگان ندارد.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اهواز با کد اخلاق IR.AJUMS.REC.1397.279 تصویب شد. افراد شرکت‌کننده در مطالعه حاضر با آشنایی کامل با اهداف مطالعه و کاملاً داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. به افراد اطمینان داده شد اطلاعات جمع‌آوری‌شده کاملاً محرمانه خواهد ماند و صرفاً در راستای اهداف مطالعه استفاده خواهد شد.

سهم نویسندگان

در مطالعه حاضر سرکار خانم نرگس آزادی در گردآوری داده ها و نگارش مقاله و دکتر داود افشاری در طراحی مطالعه و نگارش مقاله، جناب آقای دکتر رمی در گردآوری داده ها، دکتر کامبیز احمدی در تحلیل آماری و دکتر غلامعباس شیرالی در نگارش مقاله مشارکت و همکاری داشتند.

حمایت مالی

حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با شماره طرح u-۹۷۰۶۵ از این پژوهش حمایت مالی کرده است.

REFERENCES

1. Heydari PA, Jafarvand MO, Alizadeh SS, Varmazyar SA, Hakimi CH. Predicting maximum oxygen consumption based on anthropometric dimensions in medical emergency students. *Iran Occup Health*. 2018;**14**(6):126-34.
2. Rafieepour A, Farasati F, Kalantari S, Motamedzadeh M, Rafieepour E. Estimation of maximum aerobic capacity and the effect of demographic factors and personal habits on it in students of Hamadan University of Medical Sciences, Iran. *Qom Univ Med Sci J*. 2014;**8**(3):33-40.
3. Varmazyar S. Correlation of treadmill and step tests in estimation of maximum in estimating the Maximum Aerobic Capacity (VO_2max). *Iran Occup Health*. 2016;**13**(2):1-9.
4. Mououdi MA, Choobineh AR. Ergonomics in practice: selected ergonomics topics. Tehran: Nashr-e-Markaz; 1999. P. 81-94.
5. Habibi E, Khalili GH, Karimi A, Mobasheri DM, Babaei PA, Moghiseh M, et al. Factors affecting the maximum aerobic capacity of mine workers in Isfahan, Iran. *J Health Syst Res*. 2016;**12**(2):166-71.
6. Siconolfi SF, Garber CE, Lasater TM, Carleton RA. A simple, valid step test for estimating maximal oxygen uptake in epidemiologic studies. *Am J Epidemiol*. 1985;**121**(3):382-90. PMID: 4014128 DOI: 10.1093/oxfordjournals.aje.a114010
7. Shete AN, Bute SS, Deshmukh P. A study of VO_2max and body fat percentage in female athletes. *J Clin Diagn Res*. 2014;**8**(12):BC01-3. PMID: 25653935 DOI: 10.7860/JCDR/2014/10896.5329
8. Daneshmandi H, Choobineh A, Rajaei Fard A. Estimation of aerobic capacity and determination of its associated factors among male workers of industrial sector of Shiraz city, 2010. *Iran Occup Health*. 2011;**8**(3):48-58.
9. Hosseinabadi S, Hamidi BP, Ebrahimi H, Barkhordari A, Raie BT. Estimation of aerobic capacity (VO_2max) and physical work capacity in laborers. *Knowl Health*. 2013;**8**(3):131-7.
10. Nabi T, Rafiq N, Qayoom O. Assessment of cardiovascular fitness [VO_2max] among medical students by Queens College step test. *Int J Biomed Adv Res*. 2015;**6**(5):418-21.
11. Amani AR, Somchit M, Konting M, Kok L, Darestani SA, Ismail MY, et al. Relationship between body fat percent and maximal oxygen uptake among young adults. *J Am Sci*. 2010;**6**(4):1-4.
12. Bahnemiri ZJ, Roshan VD, Movaghar AF. Non invasive estimation of Vo_2max and physical fitness indices in mazandaran university of medical sciences staff. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2018;**28**(159):74-83.
13. Mondal H, Mishra SP. Effect of BMI, body fat percentage and fat free mass on maximal oxygen consumption in healthy young adults. *J Clin Diagn Res*. 2017;**11**(6):CC17.
14. Heydari P, Varmazyar S, Mohammadzadeh E. Factors affecting estimation of the maximum aerobic capacity by treadmill test in students of medical emergencies in Qazvin. *J Inflammatory Dis*. 2016;**19**(6):72-65.
15. Afshari D, Angali KA, Ahangar AS, Pour SM, Amirmoezi S. Effects of anthropometric and demographic factors on physical work capacity of students of Ahvaz University of Medical Sciences. *J Occup Hyg Eng*. 2018;**4**(4):12-9.
16. Shah H, Prajapati T, Singh S. Association of body mass index with VO_2max in Indian adults. *Int J Basic Appl Physiol*. 2016;**5**(1):155-9.
17. Saberi M, Khodaei M. Body mass index, waist to hip ratio, and percentage of body fat of the Chemical war survivors in Razavi Khorasan. *Iran J War Public Health*. 2012;**4**(2):34-40.
18. Sharma M, Kamal R, Chawla K. Correlation of body composition to aerobic capacity; A cross sectional study. *Int J Appl Res*. 2016;**2**(1):38-42.
19. Bugajska JM, Makowiec-Dąbrowska T, Jegier A, Marszałek A. Physical work capacity (VO_2max) and work ability (WAI) of active employees (men and women) in Poland. *Int Congress Ser*. 2005;**1280**:156-90. DOI: 10.1016/j.ics.2005.03.001

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.1]

20. Clark S, Rene A, Theurer WM, Marshall M. Association of body mass index and health status in firefighters. *J Occup Environ Med*. 2002;**44**(10):940-6. PMID: 12391773 DOI: 10.1097/00043764-200210000-00013
21. Betik AC, Hepple RT. Determinants of VO_2max decline with aging: an integrated perspective. *Appl physiol Nutr Metab*. 2008;**33**(1):130-40. PMID: 18347663 DOI: 10.1139/H07-174
22. Tayyari F, Smith JL. Occupational ergonomics: principles and applications. London: Chapman & Hall; 1997.
23. Vossoughi S. Assessment of physical work capacity in health personnel and the protection of man. [Phd Dissertation]. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 1993.
24. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995.
25. 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. *J Am Geriatr Soc*. 2001;**49**(5):632-8. PMID: 11380757 DOI: 10.1046/j.1532-5415.2001.49124.x
26. Choobineh A, Barzideh M, Gholami T, Amiri R, Tabatabaei H, Almasi Hashyanie A. Estimation of aerobic capacity (VO_2max) and study of its associated factors among male workers of industrial factories in Sepidan/Fars province, 2009. *Jundishapur Sci Med J*. 2011;**10**(1):1-12.
27. Mazani A. The relationship between height and weight with aerobic and anaerobic capacity in non-athlete 10-11 year's students in Tehran's educational District 6. [Master Thesis]. Tehran: Tehran University; 1997.
28. Ozcelik O, Aslan M, Ayar A, Kelestimur H. Effects of body mass index on maximal work production capacity and aerobic fitness during incremental exercise. *Physiol Res*. 2004; **53**(2):165-70. PMID: 15046552
29. Welch B, Riendeau R, Crisp C, Isenstein R. Relationship of maximal oxygen consumption to various components of body composition. *J Appl Physiol*. 1958;**12**(3):395-8. PMID: 13525300 DOI: 10.1152/jappl.1958.12.3.395
30. Grassi G, Turci M, Sforza C. Aerobic fitness and somatic growth in adolescents: a cross sectional investigation in a high school context. *J Sports Med Phys Fitness*. 2006;**46**(3):412-8. PMID: 16998445
31. Hsieh PL, Chen ML, Huang CM, Chen WC, Li CH, Chang LC. Physical activity, body mass index, and cardiorespiratory fitness among school children in Taiwan: a cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;**11**(7):7275-85. PMID: 25032742 DOI: 10.3390/ijerph110707275
32. Sterkowicz S, Lech G, Pałka T, Tyka A, Sterkowicz-Przybycień K, Szyguła Z, et al. Body build and body composition vs. physical capacity in young judo contestants compared to untrained subjects. *Biol Sport*. 2011;**28**:4.
33. Cc L, Udaya I, Vinutha Shankar S. Effect of body mass index on cardiorespiratory fitness in young healthy males. *Int J Sci Res Publications*. 2014;**4**(2):1-4.
34. 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.
35. Farhadi S, Hesam G, Moradpour Z, Abazari M, Babayi MY. Estimating the maximum aerobic capacity of fire fighters using the step test, a case study with height adjustable steps. *Iran J Ergon*. 2016;**4**(2):60-6.
36. Minasian V, Marandi SM, Kelishadi R, Abolhassani H. Correlation between aerobic fitness and body composition in middle school students. *Int J Prev Med*. 2014;**5** (Suppl 2):S102-7. PMID: 26157558 DOI: 10.4103/2008-7802.157666
37. Ostojic SM, Stojanovic MD, Stojanovic V, Maric J, Njaradi N. Correlation between fitness and fatness in 6-14-year old serbian school children. *J Health Popul Nutr*. 2011;**29**(1):53-60. PMID: 21528790 DOI: 10.3329/jhpn.v29i1.7566
38. Pribis P, Burtnack CA, McKenzie SO, Thayer J. Trends in body fat, body mass index and physical fitness among male and female college students. *Nutrients*. 2010;**2**(10):1075-85. PMID: 22253998 DOI: 10.3390/nu2101075
39. World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: World Health Organization; 1999.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.1]