

## The Effects of Six Weeks of High, Moderate, and Low-Intensity Aerobic Training on Body Composition and Aerobic Capacity in Overweight Students<sup>1</sup>

**Hamidreza Zare**

Master's student, Department of Physical Education, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran.

[h.zare.physiology@gmail.com](mailto:h.zare.physiology@gmail.com)

**Ali Akbar Mashayekh**

Physical Education Department, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran (**Corresponding author**).

[Mashayekh.pe@gmail.com](mailto:Mashayekh.pe@gmail.com)

### Abstract

The aim of the present study was to compare the effects of six weeks of high, moderate, and low-intensity aerobic training on the body composition and aerobic capacity of overweight students. This quasi-experimental study utilized a pre-test and post-test design, involving a statistical population of 30 overweight students from universities in Babol. Participants in the training groups covered the same distances over a six-week period, with three sessions each week. The distances were as follows: 2.5 km in the first week, 3 km in the second and third weeks, 3.5 km in the fourth and fifth weeks, and 4 km in the final week. The sessions were conducted at varying intensities: high, moderate, and low. The results indicated that the percentage of body fat (PBF) in the high-intensity training group showed significant changes between the pre-test and post-test. Additionally, there were notable changes in both the high and moderate intensity exercise groups at the post-test. The results showed that there was a significant difference between the effect of 6 weeks of high, moderate, and low intensity aerobic training on the body mass of overweight boys.

In the pre-test phase, there was no significant difference between the groups; but in the post-test phase, there was a significant difference between the low intensity training group and the two groups (high and moderate intensity training); so that the average body mass in the low intensity training group was significantly higher than both training groups. In contrast, the low-intensity group exhibited either minimal changes or no observable differences.

There is a significant difference in the effects of six weeks of high, moderate, and low-intensity aerobic exercise on body mass, body fat percentage, lean body mass, and aerobic capacity in overweight boys ( $P < 0.05$ ). According to the results obtained, it is recommended that people who are looking for physical fitness and optimal body composition use high-intensity aerobic training. Given the great importance of energy consumption in weight loss, people with higher aerobic fitness levels are advised to train at longer distances and more days of the week to achieve greater program efficiency; that is, increase the intensity of the load.

The results of Tukey's post hoc test showed that there was a significant difference between the low-intensity training group and the two groups (high-intensity and moderate-intensity training) ( $P < 0.05$ ). So that the average body mass index in the low-intensity training group was significantly higher than both training groups; but no significant difference was observed between the two moderate-intensity and high-intensity training groups ( $P = 0.139$ ). According to the results of the Fisher test, the null hypothesis of equal means is rejected ( $P < 0.05$ ). In other words, the amount of aerobic power in the three training groups is not the same. The pairwise means of the training intensities

<sup>1</sup> Received: 2024/04/04 ; Revised: 2024/05/14 ; Accepted: 2024/06/10 ; Published online: 2024/09/26



were examined and compared with the Tukey post hoc test, which is based on the acceptance of equal variances, and the results are shown in Table (15). Considering the significance level obtained in the Loon test, the assumption of equal variance of aerobic power in the three training groups is accepted, and therefore Fisher's test can be used to compare the means. The results of the Tukey post-hoc test indicate that there is a significant difference between the low-intensity training group and the two groups (high-intensity and moderate-intensity training) ( $P < 0.05$ ). So that the average lean body mass in the low-intensity training group is significantly higher than both training groups; but there was no significant difference between the two moderate-intensity and high-intensity training groups ( $P = 0.141$ ). According to the results obtained, it is recommended that people who are looking for physical fitness and desirable body composition should use high-intensity aerobic training. Considering the great importance of energy consumption in weight loss, people with a higher aerobic fitness level are advised to train at longer distances and more days of the week in order to enjoy greater program efficiency; That is, increase the intensity of the load. The result of the second hypothesis, which states that there is a significant difference between the effect of 6 weeks of high, medium, and low intensity aerobic training on body fat percentage in overweight boys, is consistent with the results of the study by Amini et al. (2016). The findings showed that the two exercise training protocols significantly reduced body fat percentage.

**Keywords:** Aerobic exercise, Body composition, Aerobic capacity, Boys, Students.

تاثیر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین  
بر ترکیب بدن و توان هوازی دانشجویان دارای اضافه وزن<sup>۱</sup>

حمیدرضا زارع

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران.

[h.zare.physiology@gmail.com](mailto:h.zare.physiology@gmail.com)

علی اکبر مشایخ

گروه تربیت بدنی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران (نویسنده مسئول). [Mashayekh.pe@gmail.com](mailto:Mashayekh.pe@gmail.com)

چکیده

هدف تحقیق حاضر مقایسه تاثیر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین بر ترکیب بدن و توان هوازی دانشجویان دارای اضافه وزن می‌باشد. این تحقیق نیمه تجربی با طرح پس‌آزمون و پیش‌آزمون، و جامعه آماری ۳۰ نفر از دانشجویان دانشگاه‌های بابل دارای اضافه وزن انجام شد. شرکت‌کنندگان گروه‌های تمرینی به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه، مسافت‌های یکسانی (هفته اول: ۵/۲ کیلومتر، هفته دوم و سوم: ۳ کیلومتر، هفته چهارم و پنجم: ۵/۳ کیلومتر، هفته پایانی: ۴ کیلومتر) را با شدت‌های (بالا، متوسط و پایین) متفاوت دویند. نتایج نشان داد درصد چربی بدن (PBF) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه تمرین با شدت بالا، معنادار است. همچنین در تمرینات با شدت بالا و متوسط در پس‌آزمون تغییراتی ایجاد شد، ولی در گروه با شدت پایین، تغییرات یا خیلی کم و یا مشاهده نشده است. بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین، بر توده بدنی و درصد چربی بدن، توده خالص بدنی و توان هوازی پسران دارای اضافه وزن، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P > 0/05$ ). نتایج نشان داد بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین بر توده بدنی پسران دارای اضافه وزن تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در مرحله پیش‌آزمون بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ اما در مرحله پس‌آزمون بین گروه تمرین با شدت پایین و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی‌دار وجود دارد؛ به‌طوری که میانگین اندازه توده بدنی در گروه تمرین با شدت کم به‌طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌گردد، افرادی که به دنبال آمادگی جسمانی و ترکیب بدن مطلوب هستند، از تمرینات هوازی با شدت بالا استفاده نمایند. با توجه به اهمیت زیاد انرژی مصرفی در کاهش وزن، به افرادی که سطح آمادگی هوازی بالاتری دارند، توصیه می‌گردد که برای برخورداری از بازده بیشتر برنامه، در مسافت‌های طولانی‌تر و تعداد روزهای بیشتری از هفته تمرین نمایند؛ یعنی شدت بار را افزایش دهند.

<sup>۱</sup> نوع مقاله: مقاله پژوهشی      ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم      © نویسندگان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۶؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۲/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۷/۰۵



نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین گروه تمرین با شدت کم و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی‌دار وجود دارد ( $P > 0/05$ ). به‌طوری که میانگین اندازه توده‌بدنی در گروه تمرین با شدت کم به‌طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد؛ اما بین دو گروه تمرین با شدت متوسط و بالا تفاوت معنادار مشاهده نشد ( $P = 0/139$ ). با توجه به نتایج حاصل از آزمون فیشر، فرضیه صفر مبنی بر برابری میانگین‌ها رد می‌شود ( $0/05 > P$ ). به عبارت دیگر، اندازه توان هوازی در سه گروه تمرینی یکسان نمی‌باشد. بررسی و مقایسه میانگین دوی به‌دوی شدت‌های تمرین با آزمون تعقیبی توکی که براساس پذیرش برابری واریانس‌ها است، انجام شد، که نتایج آن را در جدول (۱۵) آمده است. با توجه به سطح معناداری بدست آمده در آزمون لون، فرض برابری واریانس توان هوازی در سه گروه تمرینی پذیرفته می‌شود و لذا می‌توان از آزمون فیشر برای مقایسه میانگین‌ها استفاده کرد. نتایج آزمون تعقیبی توکی حاکی از آن است که بین گروه تمرین با شدت کم و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P > 0/05$ ). به‌طوری که میانگین اندازه توده خالص بدنی در گروه تمرین با شدت کم، به‌طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد؛ اما بین دو گروه تمرین با شدت متوسط و بالا تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P = 0/141$ ).

با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌گردد، افرادی که به دنبال آمادگی جسمانی و ترکیب بدن مطلوب هستند، از تمرینات هوازی با شدت بالا استفاده نمایند. با توجه به اهمیت زیاد انرژی مصرفی در کاهش وزن، به افرادی که سطح آمادگی هوازی بالاتری دارند، توصیه می‌گردد که برای برخورداری از بازده بیشتر برنامه، در مسافت‌های طولانی‌تر و تعداد روزهای بیشتری از هفته تمرین نمایند؛ یعنی شدت بار را افزایش دهند. نتیجه فرضیه دوم مبنی بر اینکه بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین بر درصد چربی بدن پسران دارای اضافه‌وزن تفاوت معنی‌داری وجود دارد، با نتایج تحقیق امینی و همکاران (۱۳۹۵) یافته‌ها نشان داد دو پروتکل تمرین ورزشی باعث کاهش معنادار درصد چربی بدن شد.

**کلیدواژه‌ها:** تمرین هوازی، ترکیب بدن، توان هوازی، پسران، دانشجویان.

مقدمه

پیشرفت علمی و فناوری، گسترش مدرنیته و شهرنشینی در جوامع انسانی، موجب افزایش کم‌ تحرکی می‌شود و مشکلات بزرگ‌تری به نام چاقی، اضافه‌وزن و کاهش توان هوازی را به دنبال دارد که امروزه بسیاری از افراد با آن دست به گریبان هستند (امیرساسان و همکاران، ۱۳۹۶). درواقع سبک زندگی غیرفعال همراه با پرخوری، یکی از علل اصلی افزایش وزن و چاقی می‌باشد. چاقی بیماری مزمنی است که با بیماری‌های متعددی نظیر بیماری‌های قلبی عروقی، تنفسی، گوارشی، فشار خون بالا، سکنه مغزی، عدم تحمل قند خون و دیابت رابطه مستقیم دارد؛ به طوری که سالانه چندین میلیون نفر در جهان به دلیل عوارض چاقی، نظیر ایست قلبی، جان خود را از دست می‌دهند (مهان<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین شیوع چاقی در بین نوجوانان در سراسر جهان به صورت نگران‌کننده‌ای در حال افزایش است (روسیک<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). چاقی در پسران به عنوان یک عامل برای پیش‌بینی چاقی بزرگسالی در نظر گرفته می‌شود. همچنین نتایج تحقیقات حاکی از آن است که بین چاقی کودکی و اختلالات لایه درونی ارتباط مستقیمی وجود دارد (وین<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). از سوی دیگر، بافت چربی نهفته در رگ‌ها، نه تنها اندامی برای ذخیره انرژی است، بلکه یک بافت درون‌ریز فعال می‌باشد و پروتئین‌های بسیاری را ترشح می‌کند.

این پروتئین‌ها آدیپوکاین یا آدیپوسایتوکاین نامیده می‌شوند (چوی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). به عبارت دیگر، آدیپوکاین‌ها تنظیم‌کننده سوخت‌وساز بدن هستند و در ارتباط با چاقی و عوارض ناشی از آن نقش مهمی دارند (حوفستد<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). تعداد بسیاری از این پروتئین‌ها مانند رزیستین، لپتین و آدیپونکتین کشف شده و نشان داده شده که در تنظیم سوخت‌وساز، ذخیره چربی و نیز اختلالات وابسته به چاقی دخیل هستند (قاسم نیان و همکاران، ۱۳۹۳).

رام<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی تأثیر تمرین با شدت بالا و تمرینات مداوم با شدت متوسط بر آمادگی هوازی و ترکیب بدن در مردان مبتلا به اضافه وزن یا چاقی پرداختند. ویژگی‌های بهینه تمرین ورزش برای بهبود ترکیب بدن در افراد مبتلا به چاقی مشخص نیست. این مطالعه اثرات ۶ هفته تمرین با شدت بالا یا تمرینات مداوم با شدت متوسط بر آمادگی هوازی و ترکیب بدن در مردان مبتلا به اضافه وزن یا چاقی را ارزیابی کرده است. ۲۸ شرکت‌کننده ۳ بار در هفته به مدت ۶ هفته دوچرخه‌سواری ثابت انجام دادند که در هر دو گروه افزایش متوسط در آمادگی هوازی ایجاد شد. نتایج نشان داد ترکیب بدن بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. دوچرخه‌سواری کوتاه‌مدت (۶ هفته) باعث بهبود ترکیب بدن در مردان با اضافه‌وزن یا چاقی نمی‌شود. پیشرفت در آمادگی هوازی بین با کار و قابل مقایسه بود.

دومارو دزکی<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی با تأثیر آموزش تمرینات هوازی در کلاس‌های تربیت بدنی بر ترکیب بدن، ظرفیت هوازی و عملکرد بی‌هوازی زیر، عادی و اضافه وزن نشان دادند که کلاس‌های تربیت بدنی اغلب شامل شدت ورزش کافی برای القاء تغییر در ترکیب بافت بدن و آمادگی جسمانی نیستند. پروتکل‌های آموزشی با شدت بالا و با شدت پایین که در دروس تربیت بدنی گنجانیده شده‌اند، یکی از راه‌حل‌های ممکن برای این مشکل است. این مطالعه با هدف ارزیابی اثرات یک پروتکل تمرینی با شدت بالا و پایین بر اندازه‌گیری ترکیبات بدن، ظرفیت هوازی و عملکرد حرکتی در نوجوانان کم‌وزن و اضافه‌وزن (گروه‌های آزمایشی) در مقابل نوجوانان با وزن طبیعی (در اینجا به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته می‌شود) می‌باشد.

<sup>1</sup> Mahan

<sup>2</sup> Rosiek

<sup>3</sup> Wynne

<sup>4</sup> Choi

<sup>5</sup> Hoffstedt

<sup>6</sup> Ram

<sup>7</sup> Domaradzki,

نتایج نشان داد که تمرین با شدت بالا در کاهش وزن بدن، نسبت کمر به لگن و درصد چربی بدن فقط در افراد دارای اضافه وزن مؤثر است. بهبود ظرفیت هوازی فقط در پسران کم‌وزن و اضافه‌وزن مشاهده شد. همچنین تمرین با شدت پایین در کاهش وزن بدن، نسبت کمر به لگن و درصد چربی بدن در افراد دارای اضافه‌وزن مؤثر نبوده است. بهبود ظرفیت هوازی در پسران کم‌وزن و اضافه‌وزن مشاهده شد. تمرین‌های هوازی با شدت بالا چیزی بین ۷۰ تا ۸۵ درصد از بیشینه ضربان قلب است. در این وضعیت باید بدن حساسی فعال باشد و به قدری از نفس بیفتد که زیاد سخن گفتن، دشوار شود. بهتر است فعالیت‌های شدید را به شیوه تمرین‌های تناوبی و تنشی انجام داد تا دوره‌های شدید کوتاهی داشته باشد. تمرین‌های هوازی با شدت متوسط بین ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب را به کار می‌گیرند و به طور معمول برای همه مردم پیشنهاد می‌شوند. به طور کلی، بهتر است برنامه تمرینی شامل تمرین‌های هوازی با شدت متوسط باشد؛ زیرا هم برای بیشتر مردم مناسب هستند، هم به اندازه‌ای فشار وارد می‌کند که نتیجه حاصل گردد.

تمرین‌های هوازی با شدت پایین هم به کمتر از ۵۰ درصد بیشینه ضربان قلب نیاز دارند. این تمرین‌ها برای گرم کردن بدن یا زمانی که می‌خواهید فعالیت‌های دیگری مانند پیاده‌روی را به برنامه‌ی روزانه خود اضافه کنید، بسیار مناسب می‌باشند (تپو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱).

از آنجایی که اضافه وزن، چاقی و مشکلات و بیماری‌های ناشی از آن روز به روز در حال گسترش است؛ در حال حاضر جایگاه ایران در حوزه چاقی در دنیا اصلاً خوب نیست. شیوع چاقی در ایران به گونه‌ای است که بیش از یک چهارم افراد در ایران چاق هستند. همچنین زنان دو برابر مردان در کشور چاق هستند. در عین حال دیگر تفاوت زیادی هم از منظر چاقی بین روستاها و شهرها وجود ندارد. به‌طوری‌که ۲۰ درصد افراد در سطح روستاها و ۲۴ درصد افراد در سطح شهرهای کشور چاق هستند. همچنین ۴۷ درصد مردان و ۶۴ درصد زنان در کشور فعالیت فیزیکی کمی دارند. میزان چاقی در کشور ۲۴.۲ درصد، میزان اضافه وزن ۳۶.۷ درصد و میزان افرادی که کاهش وزن داشته‌اند، در سطح کشور ۲.۸ درصد بوده است. همچنین ۳۶ درصد افراد در کشور وزن نرمال دارند. در عین حال در کشور ایران ۱۸ درصد نوجوانان، ۳۹ درصد جوانان، ۶۳ درصد میانسالان و ۵۰ درصد زنان باردار، یا چاق هستند و یا اضافه وزن دارند.

رتبه نوجوانان ایرانی در شاخص «توده بدنی» رتبه‌بندی جهانی، به ترتیب برای دختران از ۱۴۹ به ۱۰۷ و برای پسران از ۱۳۱ به ۱۲۸ رسیده، که نشانگر افزایش نگران‌کننده میانگین توده بدنی در بین دختران نوجوان (۴۲ پله افزایش رتبه) است. طی حدود چهار دهه گذشته، دختران و پسران نوجوان ایرانی در شاخص اضافه وزن از رتبه ۹۶ و ۱۰۵ در جهان، به ترتیب به رتبه‌های ۶۸ و ۸۱ رسیده‌اند که نشانگر صعود ۲۸ و ۲۴ پله‌ای در «اضافه‌وزن» است.

رتبه چاقی دختران نوجوان ایرانی در جهان از ۹۸ به ۵۵ و پسران از ۱۱۳ به ۷۴ صعود کرده و به ترتیب، ۴۳ و ۳۹ پله افزایش یافته است. طی همین مدت، شیوع چاقی در بین دختران نوجوان ایران نیز از ۰/۶ درصد به حدود ۹ درصد و در پسران از ۰/۲ درصد به حدود ۷ درصد رسیده است (سایت وزارت بهداشت<sup>۲</sup>، ۱۴۰۲). باتوجه به اینکه درمان اضافه‌وزن و چاقی و پیشگیری از مشکلات ناشی از آن با فعالیت ورزشی میسر است، ضمن اینکه اطلاعات در این زمینه محدود و ناقص و در مواردی ضد و نقیض است و تحقیقات بسیار کمی به مقایسه تمرین هوازی با شدت پایین، متوسط و بالا بر ترکیب بدن و توان هوازی پرداخته‌اند، پژوهش حاضر درصدد است که تمرین هوازی با شدت پایین، متوسط و بالا را بر ترکیب بدن و توان هوازی مقایسه کند تا به این مهم دست یابد. سوال اصلی پژوهش این است که آیا شش هفته تمرین هوازی با شدت بالا، پایین و متوسط تاثیری بر ترکیب بدن و توان هوازی پسران دارای اضافه وزن دارد؟

<sup>1</sup> Teo

<sup>2</sup> <https://endocrine.ac.ir>

## روش تحقیق

با توجه به اینکه هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت پایین، متوسط و بالا بر ترکیب بدن و توان هوازی دانشجویان دارای اضافه وزن می باشد؛ بنابراین، روش مورد استفاده در این پژوهش از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه پسران دانشجو دانشگاه آزاد اسلامی شهر بابل با اضافه وزن بودند، که در زمان انجام پژوهش (سال ۱۴۰۲-۱۴۰۱) دانشجو و در این شهر ساکن هستند.

بعد از پخش آگهی و اطلاع رسانی جهت شرکت در برنامه کاهش وزن، ۳۰ نفر از پسران برای شرکت در این آزمون اعلام آمادگی کردند. برای انتخاب آزمودنی ابتدا BMI افراد محاسبه شد. بدین صورت که افرادی که شاخص توده بدنی آنها بین ۲۵ و ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع (اضافه وزن) بود، شرایط اولیه شرکت در این پژوهش را داشتند.

همچنین از طریق پرسشنامه هایی که بین داوطلبان توزیع شد، اطلاعات فردی و سوابق پزشکی آنان بدست آمد؛ که براساس این اطلاعات می توان گفت همه آزمودنی ها در شروع اجرای پژوهش دچار هیچ گونه بیماری قلبی عروقی و غیره نبودند. از سوی دیگر، قبل از دریافت فرم رضایت نامه جهت اعلام آمادگی آزمودنی ها به منظور شرکت در پژوهش، اطلاعات لازم در خصوص نحوه اجرای پژوهش به صورت کتبی و شفاهی در اختیار آنها قرار گرفت. در نهایت ۳۰ نفر در سه گروه: الف) گروه تمرین هوازی با شدت کم، ب) گروه تمرین هوازی با شدت متوسط، ج) گروه تمرین هوازی با شدت زیاد، به صورت تصادفی تقسیم شدند. لازم به ذکر است که این پژوهش به صورت میدانی انجام گرفت.

در این پژوهش ابتدا افراد دارای شرایط مورد نیاز در پژوهش شناسایی شدند. ماهیت اهداف طرح پژوهشی، روش انجام و مدت آن و ... برای آنها شرح داده شد. سپس افرادی که مایل به شرکت در پژوهش بودند انتخاب شده و رضایت نامه از آنان اخذ گردید که در نهایت به صورت تصادفی به سه گروه ۱۰ نفره تقسیم شدند.

پژوهش حاضر در مدت ۴ روز متوالی، تمام اندازه گیری های پیش آزمون که شامل اندازه گیری قد با استفاده از قدسنج دیواری، وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال<sup>۱</sup>، ضخامت چربی زیر پوستی ناحیه تحت کتفی، پشت بازو، جلو بازو با استفاده از کالیپر لافایت و دور شکم، کمر و باسن با استفاده از متر نواری غیر الاستیک انجام شد. برای اطمینان از عملی بودن پروتکل تمرین، مطالعه راهنما صورت گرفت؛ به طوری که تعدادی آزمودنی ها تصادفی انتخاب شدند و طی یک جلسه، با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب رکاوری<sup>۲</sup> عمل دویدن را انجام دادند.

در نتیجه آزمودنی هایی که قادر به تحمل دویدن با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب رکاوری در مسافت های پروتکل حاضر بودند، در گروه شدت بالا و آزمودنی هایی که نتوانستند این شدت را تحمل کنند، در گروه با شدت پایین و افرادی که در حد متوسط بودند، در گروه متوسط قرار گرفتند. همچنین در مطالعه راهنما برای اطمینان از یکسان بودن حجم (هزینه انرژی به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) سه گروه تمرینی، از معادلات سوخت و سازی استفاده شد که نتایج آن نشان داد هزینه انرژی (کیلوکالری به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) دویدن با سرعت های مختلف، مشابه است.

(درصد شیب)  $\times (\text{mph} \times (\text{سرعت}) + 0.48) (\text{mph} \times (\text{سرعت}) + 3.5) = \text{VO}_2 (\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1})$

دقیقه مدت زمان  $\times$  (کیلوگرم) وزن  $\times \text{min} \cdot \text{ml} (\text{VO}_2 - \text{kg})$  میزان انرژی مصرفی دویدن در یک مسافت مشخص

همچنین با انجام یک فعالیت بدنی بر روی تعدادی از آزمودنی ها، از توانایی آزمودنی ها در انجام شدت و مسافت های توصیف شده تمرین، اطمینان حاصل شد. باتوجه به اینکه کنترل شدت تمرین با استفاده از ضربان قلب انجام شد، بنابراین برای تعیین ضربان قلب هدف، به آزمودنی ها نحوه گرفتن نبض

<sup>1</sup> camry ۹۰۰۳ مدل EB

<sup>2</sup> HRR

زنداعلائی در حالت استراحت آموزش داده شد و آزمودنی‌ها در ۵ روز متوالی بعد از بیدار شدن از خواب ضربان نبضشان را ثبت کردند و میانگین ۵ مرتبه اندازه‌گیری در معادله (تعداد ضربان قلب استراحتی + (تعداد ضربان قلب استراحتی - تعداد ضربان قلب بیشینه تعداد ضربان قلب هدف) جایگزین شد. ضربان قلب بیشینه نیز با استفاده از فرمول  $220 - \text{سن}$  بدست آمد که برای کنترل بهینه شدت تمرین، ضربان قلب استراحتی بعد از ۴ هفته مجدداً اندازه‌گیری شد. این تحقیق در یکی از باشگاه‌های ورزشی شهرستان بابل انجام شد و همه اندازه‌گیری‌های آنروپومتریکی توسط محقق در باشگاه مورد نظر صورت گرفت. آزمون کوپر برای برآورد  $VO_{2max}$  در پیست دومیدانی استاندارد شهرستان بابل (حیدر کلا) انجام شد. جلسات تمرین و مشاوره نیز در باشگاه برگزار شد. همچنین به منظور کنترل نسبی تغذیه بعد از اعلام آمادگی آزمودنی‌ها برای شرکت در طرح پژوهشی، از آنها خواسته شد که رژیم غذایی معمول و پیشین خود را حفظ کنند. همچنین همه اندازه‌گیری‌های آنروپومتریکی پیش‌آزمون ساعت ۸ الی ۱۰ صبح انجام شد و آزمون کوپر راس ساعت ۱۸ صبح شروع شد.

از آنجایی که آزمودنی‌های این پژوهش پسران دانشجو بودند، بنابراین زمان جلسات تمرین تا پایان دوره تمرین رأس ساعت ۱۸ اجرا شد تا با زمان کلاس‌های آزمودنی‌ها تداخل نداشته باشد. آزمون پایانی نیز همانند پیش‌آزمون به اجرا درآمد.

درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از طریق اندازه‌گیری ضخامت لایه چربی زیرپوستی ناحیه سینه‌ای، شکمی و رانی با استفاده از کالیپر اندازه‌گیری، و با استفاده از معادلات جکسون، پولاک و سایرین به شکل زیر محاسبه شد:

$$20.0254 - 0.0000016 (\text{مجموع ضخامت پوستی ۳ نقطه}) + (\text{مجموع ضخامت پوستی ۳ نقطه}) \times 0.008267 - 0.009380 = \text{چگالی (گرم بر میلی لیتر)}$$

$$100 \times \frac{4}{50} (\text{چگالی بدن} / 4/95) = \text{درصد چربی بدن}$$

لازم به ذکر است که همه اندازه‌گیری‌ها سه نوبت به صورت چرخشی در هر ناحیه از سمت راست بدن صورت گرفت، باتوجه به نزدیک‌ترین رقم تا حد ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌متر ثبت شد و متوسط ۳ اندازه‌گیری به عنوان اندازه نهایی ثبت شد. ۲ تا ۴ ثانیه پس از رهایی دست گیره کالیپر اندازه ضخامت چربی خوانده شد. به منظور پایایی و روایی خوب، سنجش‌ها در یک زمان از روز و ترجیحاً صبح (بعد از یک ناشتای شبانه) انجام شد.

به منظور اینکه ضخامت چین پوستی تحت تاثیر تغییرات مایع بین بافتی قرار نگیرد، از آزمودنی‌ها خواسته شد که در روز قبل از اندازه‌گیری از شرکت در فعالی‌های جسمانی که منجر به کم‌آبی می‌شود، پرهیز کنند. روش اندازه‌گیری ضخامت چین‌پوستی هر ناحیه از بدن براساس روش اندازه‌گیری که ویژه معادلات جکسون و پولاک بود، در سمت راست بدن صورت گرفت.

برای تعیین شاخص توده بدن، مقادیر وزن و قد آزمودنی‌ها در فرمول زیر قرار داده شد و شاخص توده بدن برحسب کیلوگرم بر مترمربع محاسبه شد. برای برآورد  $VO_{2max}$  از آزمون میدانی کوپر استفاده شد. آزمون در یک مسیر ۴۰۰ متری (پیست دومیدانی) اجرا گردید. از آزمودنی خواسته شد با اعلام شروع، در این مسیر شروع به دویدن کند، در صورتی که آزمودنی قادر نبود عمل دویدن را طی ۱۲ دقیقه ادامه دهد، می‌تواند در بخش‌هایی از آزمون به جای دویدن راه برود.

از لحظه شروع، زمان آزمون محاسبه شد و پس از اتمام ۱۲ دقیقه آزمون، آزمودنی فعالیت را متوقف کرد. کل مسافت طی شده در مدت ۱۲ دقیقه ثبت شد و به کمک معادله رگرسیون مربوطه، حداکثر اکسیژن مصرفی برآورد گردید.

$$\text{مسافت پیموده شده به مایل} * 35/9712 + (11/2872) = \text{دقیقه} / \text{کیلوگرم} / \text{میلی لیتر} \text{ حداکثر اکسیژن مصرفی}$$

اطلاعات و داده‌های بدست آمده در این پژوهش در دو سطح توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از کسب اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها، با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف، برای از بین بردن تاثیر سطح اولیه چربی بر کاهش وزن و نیز برای مشخص کردن تغییرات بین گروهی، از آنالیز کوواریانس استفاده شد.

همچنین از آزمون  $t$  وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی استفاده شد. اطلاعات توسط نرم افزار اس.پی.اس.اس. نسخه ۱۶ و ترسیم شکل‌ها و نمودارها توسط نرم افزار اکسل<sup>۲</sup> انجام شد. همچنین، سطح معنی داری در این پژوهش  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

#### یافته‌های تحقیق

آمار توصیفی مشخصات گروه‌های مورد آزمایش، توزیع داده‌ها و ارزش‌های میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مورد مطالعه در سه گروه، شدت پایین و شدت بالا و شدت متوسط به طور جداگانه در جدول شماره (۱) آمده است.

جدول ۱- ویژگی‌های گروه‌های مورد آزمون

| ویژگی گروه            | قد (متر)        | وزن (کیلوگرم)    | سن (سال)       |
|-----------------------|-----------------|------------------|----------------|
| تمرین هوازی شدت پایین | $1/78 \pm 0/08$ | $79/35 \pm 7/12$ | $20/4 \pm 3/5$ |
| تمرین هوازی شدت بالا  | $1/79 \pm 0/07$ | $81/91 \pm 7/09$ | $20/3 \pm 4/5$ |
| تمرین هوازی شدت متوسط | $1/79 \pm 0/08$ | $82/91 \pm 6/29$ | $20/3 \pm 3/5$ |

نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف (K-S) بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول شماره (۲) آمده است. در هر سه گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقدار  $p$  کلیه متغیرها بیشتر از  $0/05$  بوده و توزیع داده‌ها طبیعی است.

جدول ۲- نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف (K-S) (طبیعی بودن داده‌ها)

|             | تمرین هوازی شدت بالا | Z       | سطح معنی داری | تمرین هوازی شدت متوسط |        | Z      | سطح معنی داری | تمرین هوازی شدت پایین |
|-------------|----------------------|---------|---------------|-----------------------|--------|--------|---------------|-----------------------|
|             |                      |         |               |                       |        |        |               |                       |
| توده بدنی   | پیش‌آزمون            | $0/27$  | $0/19$        | $0/27$                | $0/20$ | $0/24$ | $0/20$        | پیش‌آزمون             |
|             | پس‌آزمون             | $0/23$  | $0/23$        | $0/26$                | $0/20$ | $0/27$ | $0/20$        | پس‌آزمون              |
| BMI         | پیش‌آزمون            | $1/11$  | $0/16$        | $0/57$                | $0/89$ | $0/86$ | $0/44$        | پیش‌آزمون             |
|             | پس‌آزمون             | $0/65$  | $0/71$        | $0/37$                | $1/00$ | $0/97$ | $0/29$        | پس‌آزمون              |
| چربی (درصد) | پیش‌آزمون            | $0/198$ | $0/20$        | $0/211$               | $0/20$ | $1/02$ | $0/24$        | پیش‌آزمون             |
|             | پس‌آزمون             | $0/22$  | $0/19$        | $0/25$                | $0/16$ | $0/86$ | $0/44$        | پس‌آزمون              |
|             | پس‌آزمون             | $0/25$  | $0/102$       | $0/23$                | $0/17$ | $0/20$ | $0/20$        | پس‌آزمون              |

<sup>1</sup> SPSS 16

<sup>2</sup> EXCEL

|                |           |      |      |      |      |
|----------------|-----------|------|------|------|------|
| توده خالص بدنی | پیش آزمون | ۰/۳۰ | ۰/۲۸ | ۰/۲۰ | ۰/۲۰ |
| توان هوازی     | پیش آزمون | ۰/۷۲ | ۰/۶۶ | ۰/۹۹ | ۰/۲۸ |
|                | پس آزمون  | ۰/۶۰ | ۰/۸۶ | ۰/۶۱ | ۰/۶۴ |
|                |           | ۰/۴۱ | ۰/۹۹ | ۰/۵۲ | ۰/۹۴ |

در جداول زیر میانگین و انحراف معیار پیش آزمون و پس آزمون دور اندام‌های اندازه‌گیری شده آمده و همچنین دیگر شاخص‌های مربوط به توزیع چربی بدن آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌ها ارائه شده است.

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار (BMI (WC ، WHR،PBF. نسبت چربی زیرپوستی شکمی به رانی، نسبت چربی زیرپوستی تحت کتفی به سه (سر)

آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرین با شدت بالا، متوسط و پایین.

| درصد چربی بدن (PBF)                   | پیش آزمون        | پس آزمون         |
|---------------------------------------|------------------|------------------|
| گروه تمرین شدت بالا                   | $42/48 \pm 3/78$ | $40/19 \pm 3/72$ |
| گروه تمرین شدت متوسط                  | $42/29 \pm 5/17$ | $40/12 \pm 5/09$ |
| گروه تمرین شدت پایین                  | $42/08 \pm 3/16$ | $41/29 \pm 3/31$ |
| نسبت دور کمر به دور لگن (WHR)         | پیش آزمون        | پس آزمون         |
| گروه تمرین شدت بالا                   | $0/88 \pm 0/08$  | $0/81 \pm 0/06$  |
| گروه تمرین شدت متوسط                  | $0/79 \pm 0/07$  | $0/74 \pm 0/06$  |
| گروه تمرین شدت پایین                  | $0/86 \pm 0/09$  | $0/84 \pm 0/03$  |
| دور کمر (WC) سانتیمتر                 | پیش آزمون        | پس آزمون         |
| گروه تمرین شدت بالا                   | $97/19 \pm 8/05$ | $91 \pm 8/6$     |
| گروه تمرین شدت متوسط                  | $92/53 \pm 7/31$ | $88/9 \pm 7/5$   |
| گروه تمرین شدت پایین                  | $95/09 \pm 7/11$ | $94 \pm 7/9$     |
| درصد چربی بدن (BMI)                   | پیش آزمون        | پس آزمون         |
| گروه تمرین شدت بالا                   | $31/3 \pm 2/35$  | $25/12 \pm 2/71$ |
| گروه تمرین شدت متوسط                  | $30/24 \pm 2/11$ | $28/9 \pm 2/01$  |
| گروه تمرین شدت پایین                  | $30/14 \pm 2/31$ | $29/12 \pm 2/24$ |
| معیار نسبت چربی زیرپوستی شکمی به رانی | پیش آزمون        | پس آزمون         |
| گروه تمرین شدت بالا                   | $1/31 \pm 0/35$  | $1/12 \pm 0/21$  |

|                                               |                 |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| گروه تمرین شدت متوسط                          | $1/51 \pm 0/28$ | $1/49 \pm 0/25$ |
| گروه تمرین شدت پایین                          | $1/23 \pm 0/30$ | $1/28 \pm 0/29$ |
| معیار نسبت چربی زیرپوستی تحت کتفی<br>به سه سر | پیش‌آزمون       | پس‌آزمون        |
| گروه تمرین شدت بالا                           | $1/25 \pm 0/46$ | $1/28 \pm 0/51$ |
| گروه تمرین شدت متوسط                          | $1/31 \pm 0/18$ | $1/29 \pm 0/17$ |
| گروه تمرین شدت پایین                          | $1/23 \pm 0/34$ | $1/25 \pm 0/32$ |

بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین بر شاخص توده‌بدنی پسران دارای اضافه‌وزن، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $P > 0/05$ ).  
به منظور بررسی این فرضیه، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، قبل از استفاده از آنالیز واریانس، لازم است برابری واریانس متغیر در گروه‌های سه‌گانه بررسی شود؛ برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد که نتایج آن در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴ - نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس توده‌بدنی در گروه‌های تمرینی

| گروه                        | تعداد | میانگین | انحراف معیار | آماره آزمون<br>لون | درجه آزادی<br>۱ | درجه آزادی<br>۲ | سطح<br>معناداری |
|-----------------------------|-------|---------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| تمرین هوازی با<br>شدت بالا  | ۱۰    | ۲۷/۲۴   | ۱/۳۸         | ۱/۲۹۷              | ۲               | ۲۷              | ۰/۲۴۱           |
| تمرین هوازی با<br>متوسط     | ۱۰    | ۲۴/۱۹   | ۲/۳۶         |                    |                 |                 |                 |
| تمرین هوازی با<br>شدت پایین | ۱۰    | ۱۹/۲۳   | ۱/۸۱         |                    |                 |                 |                 |

جدول ۵ - نتایج مقایسه میانگین توده‌بدنی بین گروه‌های تمرینی با استفاده از آنالیز واریانس

| ؟         | منبع تغییر   | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | سطح معناداری |
|-----------|--------------|--------------|------------|----------------|---------|--------------|
| پیش‌آزمون | بین گروه‌ها  | ۱/۹۵         | ۳          | ۰/۶۵           | ۱/۴۵    | ۰/۳۱۴        |
|           | درون گروه‌ها | ۱۲/۲۴        | ۲۷         | ۰/۴۵۳          |         |              |
|           | کل           | ۱۴/۱۹        | ۳۰         |                |         |              |
| پس‌آزمون  | بین گروه‌ها  | ۲۸/۱۶        | ۳          | ۹/۳۸           | ۱۲/۳۱   | ۰/۰۰۱        |

|  |  |       |    |       |              |
|--|--|-------|----|-------|--------------|
|  |  | ۰/۸۳۴ | ۲۷ | ۲۲/۵۲ | درون گروه‌ها |
|  |  |       |    | ۵۰/۶۸ | کل           |

با توجه به نتایج حاصل، در مرحله پیش‌آزمون بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری ( $P = ۰/۳۱۴$ ) وجود ندارد، اما در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری ( $P = ۰/۰۰۱$ ) مشاهده شد. به‌منظور بررسی و مقایسه میانگین دوبره‌دوی شدت‌های تمرین، از آزمون تعقیبی توکی که براساس پذیرش برابری واریانس‌ها است، استفاده شد که نتایج آن در جدول (۶) آمده است.

جدول ۶- آزمون تعقیبی توکی براساس پذیرش برابری واریانس

| سطح معناداری | خطای معیار | تفاوت میانگین‌ها | مقایسه دو به دوی گروه‌ها |                    |
|--------------|------------|------------------|--------------------------|--------------------|
| ۰/۰۰۰        | ۰/۸۴۱      | ۶/۶۴۸            | تمرین با شدت متوسط       | تمرین با شدت پایین |
| ۰/۰۰۰        | ۰/۸۴۱      | ۸/۶۳۴            | تمرین با شدت بالا        |                    |
| ۰/۱۳۴        | ۰/۷۹۶      | ۲/۵۱۷            | تمرین با شدت بالا        | تمرین با شدت متوسط |

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین گروه تمرین با شدت پایین و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P > ۰/۰۵$ ). به‌طوری که میانگین اندازه توده‌بدنی در گروه تمرین با شدت کم، به‌طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد؛ اما بین دو گروه تمرین با شدت متوسط و بالا، تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P = ۰/۱۳۴$ ). بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین بر درصد چربی بدن پسران دارای اضافه‌وزن، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $P > ۰/۰۵$ ). به‌منظور بررسی این فرضیه، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، قبل از استفاده از آنالیز واریانس، لازم است برابری واریانس متغیر در گروه‌های سه‌گانه بررسی شود؛ برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد که نتایج آن در جدول (۷) آمده است.

جدول ۷- نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس توده بدنی در گروه‌های تمرینی

| گروه                    | تعداد | میانگین | انحراف معیار | آماره آزمون لون | درجه آزادی | درجه آزادی | سطح معناداری |
|-------------------------|-------|---------|--------------|-----------------|------------|------------|--------------|
| تمرین هوازی با شدت بالا | ۱۰    | ۱۵/۱۵   | ۱/۱۹         | ۱/۲۴۵           | ۲          | ۲۷         | ۰/۱۴۱        |
| تمرین هوازی با متوسط    | ۱۰    | ۱۷/۰۹   | ۱/۴۶         |                 |            |            |              |

|                                |    |       |      |  |  |  |
|--------------------------------|----|-------|------|--|--|--|
| تمرین<br>هوازی با<br>شدت پایین | ۱۰ | ۲۰/۱۴ | ۲/۵۱ |  |  |  |
|--------------------------------|----|-------|------|--|--|--|

با توجه به سطح معناداری بدست آمده در آزمون لون، فرض برابری واریانس توده‌بدنی در سه گروه تمرینی پذیرفته می‌شود.

جدول ۸ - نتایج مقایسه میانگین توده‌بدنی بین گروه‌های تمرینی با استفاده از آنالیز واریانس

| ؟         | منبع تغییر   | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | سطح معناداری |
|-----------|--------------|--------------|------------|----------------|---------|--------------|
| پیش‌آزمون | بین گروه‌ها  | ۳۱/۲۴        | ۳          | ۱۰/۴۱          | ۱/۰۵    | ۰/۱۴۴        |
|           | درون گروه‌ها | ۲۱/۱۶        | ۲۷         | ۰/۷۸۳          |         |              |
|           | کل           | ۵۲/۴         |            |                |         |              |
| پس‌آزمون  | بین گروه‌ها  | ۲/۳۴         | ۳          | ۰/۷۸           | ۸/۳۱    | ۰/۰۰۱        |
|           | درون گروه‌ها | ۱۷/۲۳        | ۲۷         | ۰/۶۳۸          |         |              |
|           | کل           | ۱۹/۵۷        | ۳۰         |                |         |              |

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر برابری میانگین‌ها رد می‌شود ( $P > ۰/۰۵$ ). به عبارت دیگر، اندازه درصد چربی بدن در سه گروه تمرینی یکسان نمی‌باشد. به منظور بررسی و مقایسه میانگین دوی‌شدت‌های تمرین از آزمون تعقیبی توکی که براساس پذیرش برابری واریانس‌ها می‌باشد، استفاده شد که نتایج آن در جدول (۹) آمده است.

جدول ۹- آزمون تعقیبی توکی براساس پذیرش برابری واریانس

| مقایسه دو به دوی گروه‌ها |                    | تفاوت میانگین‌ها | خطای معیار | سطح معناداری |
|--------------------------|--------------------|------------------|------------|--------------|
| تمرین با شدت پایین       | تمرین با شدت متوسط | ۹/۶۱             | ۰/۷۳۱      | ۰/۰۰۰        |
|                          | تمرین با شدت بالا  | ۷/۲۴             | ۰/۷۵۲      | ۰/۰۰۰        |
| تمرین با شدت متوسط       |                    | ۳/۶۲             | ۰/۸۴۹      | ۰/۲۴۹        |

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین گروه تمرین با شدت پایین و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P > ۰/۰۵$ )؛ به طوری که میانگین درصد چربی بدن در گروه تمرین با شدت کم به‌طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد؛ اما بین دو گروه تمرین با شدت متوسط و بالا تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P = ۰/۲۴۹$ ).

بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت کم، متوسط و زیاد بر توده خالص بدنی<sup>۱</sup> پسران دارای اضافه وزن، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $P > 0.05$ ). به‌منظور بررسی این فرضیه، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و قبل از استفاده از آنالیز واریانس، لازم است برابری واریانس متغیر در گروه‌های سه‌گانه بررسی شود. برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد که نتایج آن در جدول (۱۰) آمده است.

جدول ۱۰- نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس توده‌خالص بدنی در گروه‌های تمرینی

| گروه                     | تعداد | میانگین | انحراف معیار | آماره آزمون لون | درجه آزادی | درجه آزادی | سطح معناداری |
|--------------------------|-------|---------|--------------|-----------------|------------|------------|--------------|
| تمرین هوازی با شدت بالا  | ۱۰    | ۱۵/۳۵   | ۱/۱۹         | ۱/۴۱۹           | ۲          | ۲۷         | ۰/۴۰۶        |
| تمرین هوازی با متوسط     | ۱۰    | ۱۱/۰۲   | ۱/۴۳         |                 |            |            |              |
| تمرین هوازی با شدت پایین | ۱۰    | ۸/۹۸    | ۱/۹۶         |                 |            |            |              |

باتوجه به سطح معناداری بدست آمده در آزمون لون، فرض برابری واریانس توده‌خالص بدنی در سه گروه تمرینی پذیرفته می‌شود و لذا می‌توان از آزمون تحلیل واریانس برای مقایسه میانگین‌ها استفاده کرد.

جدول ۱۱- نتایج مقایسه میانگین توده بدنی بین گروه‌های تمرینی با استفاده از آنالیز واریانس

|           | منبع تغییر   | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | سطح معناداری |
|-----------|--------------|--------------|------------|----------------|---------|--------------|
| پیش‌آزمون | بین گروه‌ها  | ۱۵۳/۲۱       | ۳          | ۵۱/۰۷          | ۱/۲۱    | ۰/۰۰         |
|           | درون گروه‌ها | ۵۹/۴۲        | ۲۷         | ۲/۲۰۰          |         |              |
|           | کل           | ۲۱۲/۶۳       | ۳۰         |                |         |              |
| پس‌آزمون  | بین گروه‌ها  | ۱۳۲/۳۲       | ۲          | ۴۴/۱۰          | ۲۱۸/۶۲  | ۰/۰۰۱        |
|           | درون گروه‌ها | ۳۴/۲۱        | ۲۷         | ۱/۲۶           |         |              |
|           | کل           | ۵۰/۶۸        | ۳۰         |                |         |              |

با توجه به نتایج حاصل از آزمون فیشر، فرضیه صفر مبنی بر برابری میانگین‌ها رد می‌شود ( $P > 0.05$ )؛ به عبارت دیگر، اندازه توده‌خالص بدنی در سه گروه تمرینی یکسان نمی‌باشد. به‌منظور بررسی و مقایسه میانگین دویه‌دوی شدت‌های تمرین، از آزمون تعقیبی توکی که براساس پذیرش برابری واریانس‌ها است، استفاده شد که نتایج آن در جدول (۱۲) آمده است.

جدول ۱۲- آزمون تعقیبی توکی براساس پذیرش برابری واریانس

<sup>1</sup> Lean Body Mass

| مقایسه دو به دوی گروه‌ها | تفاوت میانگین‌ها | خطای معیار | سطح معناداری |
|--------------------------|------------------|------------|--------------|
| تمرین با شدت پایین       | ۷/۵              | ۰/۷۴۱      | ۰/۰۰۰        |
| تمرین با شدت بالا        | ۶/۴۵             | ۰/۶۹۱      | ۰/۰۰۰        |
| تمرین با شدت متوسط       | ۲/۵۱۷            | ۰/۷۳۸      | ۰/۱۴۱        |

نتایج آزمون تعقیبی توکی حاکی از آن است که بین گروه تمرین با شدت کم و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P > ۰/۰۵$ ). به‌طوری که میانگین اندازه توده خالص بدنی در گروه تمرین با شدت کم، به‌طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد؛ اما بین دو گروه تمرین با شدت متوسط و بالا تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P = ۰/۱۴۱$ ).

بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت کم، متوسط و زیاد بر توان هوازی پسران دارای اضافه‌وزن تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $P > ۰/۰۵$ ). برای بررسی این فرضیه، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و قبل از استفاده از آنالیز واریانس، لازم است برابری واریانس متغیر در گروه‌های سه‌گانه بررسی شود؛ برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد و نتایج آن در جدول (۱۳) آمده است.

جدول ۱۳- نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس توده‌بدنی در گروه‌های تمرینی

| گروه                     | تعداد | میانگین | انحراف معیار | آماره آزمون لون | درجه آزادی | درجه آزادی | سطح معناداری |
|--------------------------|-------|---------|--------------|-----------------|------------|------------|--------------|
| تمرین هوازی با شدت بالا  | ۱۰    | ۳۱/۱۴   | ۱/۱۹         | ۱/۹۸            | ۲          | ۲۷         | ۰/۳۰۸        |
| تمرین هوازی با شدت متوسط | ۱۰    | ۱۹/۲۱   | ۱/۲۲         |                 |            |            |              |
| تمرین هوازی با شدت پایین | ۱۰    | ۱۴/۰۱   | ۱/۶۴         |                 |            |            |              |

با توجه به سطح معناداری بدست آمده در آزمون لون، فرض برابری واریانس توان هوازی در سه گروه تمرینی پذیرفته می‌شود و لذا می‌توان از آزمون فیشر برای مقایسه میانگین‌ها استفاده کرد.

جدول ۱۴- نتایج مقایسه میانگین توده‌بدنی بین گروه‌های تمرینی با استفاده از آنالیز واریانس

|           | منبع تغییر   | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | سطح معناداری |
|-----------|--------------|--------------|------------|----------------|---------|--------------|
| پیش‌آزمون | بین گروه‌ها  | ۲۳/۴۲        | ۳          | ۱۴/۰۷          | ۱/۶۵    | ۰/۰۰         |
|           | درون گروه‌ها | ۶۸/۴         | ۲۷         | ۲/۵۳           |         |              |
|           | کل           | ۱۱۰/۶۳       | ۳۰         |                |         |              |
| پس‌آزمون  | بین گروه‌ها  | ۹۲/۶۱        | ۳          | ۳۰/۸۷          | ۹۸/۵۲   | ۰/۰۰۱        |

|  |  |      |    |        |              |
|--|--|------|----|--------|--------------|
|  |  | ۲/۸۹ | ۲۷ | ۷۸/۰۷  | درون گروه‌ها |
|  |  |      | ۳۰ | ۱۷۰/۶۸ | کل           |

با توجه به نتایج حاصل از آزمون فیشر، فرضیه صفر مبنی بر برابری میانگین‌ها رد می‌شود ( $P > ۰/۰۵$ ). به عبارت دیگر، اندازه توان هوازی در سه گروه تمرینی یکسان نمی‌باشد. بررسی و مقایسه میانگین دوبره‌دوی شدت‌های تمرین با آزمون تعقیبی توکی که براساس پذیرش برابری واریانس‌ها است، انجام شد، که نتایج آن را در جدول (۱۵) آمده است.

جدول ۱۵- آزمون تعقیبی توکی براساس پذیرش برابری واریانس

| مقایسه دو به دوی گروه‌ها | تفاوت میانگین‌ها | خطای معیار | سطح معناداری |
|--------------------------|------------------|------------|--------------|
| تمرین با شدت پایین       | ۱۲/۱             | ۰/۶۲۸      | ۰/۰۰۰        |
| تمرین با شدت بالا        | ۳/۵              | ۰/۷۴۹      | ۰/۰۰۰        |
| تمرین با شدت متوسط       | ۹/۷              | ۰/۷۰۹      | ۰/۱۳۹        |

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین گروه تمرین با شدت کم و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی‌دار وجود دارد ( $P > ۰/۰۵$ ). به‌طوری که میانگین اندازه توده‌بدنی در گروه تمرین با شدت کم به‌طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد؛ اما بین دو گروه تمرین با شدت متوسط و بالا تفاوت معنادار مشاهده نشد ( $P = ۰/۱۳۹$ ).

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین بر توده‌بدنی پسران دارای اضافه‌وزن تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در مرحله پیش‌آزمون بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ اما در مرحله پس‌آزمون بین گروه تمرین با شدت پایین و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی‌دار وجود دارد؛ به‌طوری که میانگین اندازه توده‌بدنی در گروه تمرین با شدت کم به‌طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد.

اما بین دو گروه تمرین با شدت متوسط و بالا، تفاوت معناداری مشاهده نشد. درواقع نتایج بدست آمده با نتایج تحقیق محبی و همکاران (۱۳۹۰)، شاد و همکاران (۱۳۹۶)، سبزواری‌راد و همکاران (۱۳۹۹)، محمد دوست و همکاران (۱۴۰۰)، احیب صابر و همکاران (۱۴۰۱)، دالوا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۳)، دومارودزکی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰)، دلیگادو فلودی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۹) همسو می‌باشد.

امینی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی نشان دادند که تمرین ورزشی باعث کاهش معنادار شاخص توده‌بدن، درصد چربی بدن، دور کمر به لگن و اندازه دور کمر می‌شود.

محبی (۱۳۹۰)، در پژوهشی به بررسی اثر شدت تمرین هوازی بر ترکیب و توزیع چربی بدن مردان دارای اضافه‌وزن پرداختند. نتایج نشان داد هر دو گروه تمرینی در توده‌بدنی کاهش معناداری داشتند، در حالی که در گروه کنترل هیچ‌کدام از متغیرها تغییر قابل توجهی نشان ندادند. علی‌رغم اینکه در تغییرات درون‌گروهی نسبت مجموع چربی زیرپوستی تنه به ضمیمه‌ای در هیچ‌کدام از گروه‌ها معنادار نبود و این نسبت در گروه با شدت بالا افزایش و در گروه با شدت پایین و کنترل کاهش یافت، تفاوت بین گروه شدت بالا با گروه شدت پایین و کنترل از نظر آماری معنادار شد. شاد و همکاران (۱۳۹۶) نیز در تحقیقی به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین هوازی بر مقاومت به انسولین، ترکیب بدن و توان هوازی دختران دانشجوی دارای اضافه‌وزن پرداختند. کاهش معنی‌دار شاخص توده‌بدن، در گروه تجربی مشاهده شد. اما این تغییرات در گروه کنترل معنی‌دار نبود. تنها تفاوت میانگین شاخص توده‌بدن بین دو گروه معنی‌دار بود. تمرین هوازی در دختران دارای اضافه‌وزن تأثیرات مفیدی بر وزن و نمایه توده‌بدن دارد.

سبزواری‌راد و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی به بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات هوازی و مکمل چای سبز بر توان هوازی، نمایه توده‌بدن و درصد چربی در دانشجویان افسری چاق و دارای اضافه وزن پرداختند. یافته‌های این مطالعه نشان داد ۸ هفته تمرین هوازی موجب کاهش معنادار شاخص توده‌بدن شد. دومارودزکی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی با تأثیر آموزش تمرینات هوازی در کلاس‌های تربیت بدنی بر ترکیب بدن، ظرفیت هوازی و عملکرد بی‌هوازی زیر، عادی و اضافه وزن نشان دادند که تمرین با شدت بالا در کاهش وزن بدن و نسبت کمر به لگن، فقط در افراد دارای اضافه وزن مؤثر است. دلیگادو فلودی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی با عنوان «تمرینات هوازی با شدت بالا در برنامه‌های تربیت بدنی برای بهبود ترکیب بدن و ظرفیت قلبی تنفسی کودکان دارای اضافه‌وزن و چاق»، نشان دادند که تغییرات قابل توجهی در ترکیب بدن و دور کمر و افزایش توده عضلانی مشاهده شد.

نتایج این تحقیقات همسو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد، ولی با نتایج تحقیق محبی و همکاران (۱۳۹۰) و رام<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۲۰) همسو نمی‌باشد. محبی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش دادند کاهش میانگین اندازه‌های دور کمر، دور باسن، و RHW در گروه شدت پایین نسبت به شدت بالا تا حدی بیشتر بود، که با پژوهش حاضر همسو نمی‌باشد. همچنین رام<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرین با شدت بالا و تمرینات مداوم با شدت متوسط بر آمادگی هوازی و ترکیب بدن در مردان مبتلا به اضافه‌وزن یا چاقی پرداختند. نتایج نشان داد ترکیب بدن بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت؛ دوچرخه‌سواری کوتاه مدت (۶ هفته) باعث بهبود ترکیب بدن در مردان با اضافه‌وزن یا چاقی نمی‌شود، که ناهمسو با این نتیجه می‌باشد.

نتیجه فرضیه دوم مبنی بر اینکه بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت بالا، متوسط و پایین بر درصد چربی بدن پسران دارای اضافه‌وزن تفاوت معنی‌داری وجود دارد، با نتایج تحقیق امینی و همکاران (۱۳۹۵) یافته‌ها نشان داد دو پروتکل تمرین ورزشی باعث کاهش معنادار درصد چربی بدن شد.

<sup>1</sup> D'Alleva

<sup>2</sup> Domaradzki,

<sup>3</sup> Delgado-Floody

<sup>4</sup> Domaradzki,

<sup>5</sup> Delgado-Floody

<sup>6</sup> Ram

<sup>7</sup> Ram

این نتیجه با نتایج تحقیق محبی و همکاران (۱۳۹۰)، غلامی و همکاران (۱۳۹۶)، محمدی و همکاران (۱۳۹۹)، سبزواری راد و همکاران (۱۳۹۹)، محمد دوست و همکاران (۱۴۰۰)، دالوا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۳)، دومارودزکی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰)، دلیگادو فلودی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۹) همسو می‌باشد. محبی و همکاران (۱۳۹۰)، در پژوهشی به بررسی اثر شدت تمرین هوازی بر ترکیب و توزیع چربی بدن مردان دارای اضافه وزن پرداختند. نتایج نشان داد هر دو گروه تمرینی در تمامی متغیرهای درصد چربی کاهش معناداری داشتند، در حالی که در گروه کنترل هیچ کدام از متغیرها تغییر قابل توجهی نشان ندادند.

غلامی و همکاران (۱۳۹۶)، در تحقیقی به بررسی تاثیر هشت هفته تمرین هوازی با شدت کم و متوسط بر سطوح هموگلوبین ترکیب شده با گلوکز<sup>۴</sup> برخی عوامل هماتولوژیک و درصد چربی بدن در مردان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند. نتایج نشان داد که درصد چربی بدن در هر دو گروه تمرین کرده به صورت معناداری کاهش یافته است. با وجود این، بهبود معنادار نیمرخ لیپیدی تنها در گروه تمرین با شدت متوسط مشاهده شد.

دلیگادو فلودی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی با عنوان «تمرینات هوازی با شدت بالا در برنامه‌های تربیت بدنی برای بهبود ترکیب بدن و ظرفیت قلبی تنفسی کودکان دارای اضافه وزن و چاق»، تغییرات قابل توجهی در چربی بدن و افزایش توده عضلانی مشاهده شد. نتایج این تحقیقات با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد.

نتایج نشان داد بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت کم، متوسط و زیاد بر توده خالص بدنی<sup>۶</sup> پسران دارای اضافه وزن تفاوت معنی داری وجود دارد (۰/۰۵ < P). بین گروه تمرین با شدت کم و دو گروه (تمرین با شدت بالا و متوسط) تفاوت معنی داری وجود دارد؛ به طوری که میانگین اندازه توده خالص بدنی در گروه تمرین با شدت کم به طور معناداری بیشتر از هر دو گروه تمرینی می‌باشد؛ اما بین دو گروه تمرین با شدت متوسط و بالا تفاوت معنادار مشاهده نشد.

میرزایی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی تاثیر دو ماه تمرین طناب زنی با دو شدت متفاوت بر ترکیب بدن، توان هوازی و فشار خون دانش آموزان پسر چاق غیر ورزشکار مقطع ابتدایی پرداختند. یافته‌ها نشان داد که زمان دویدن آزمون ۵۴۰ متر در دانش آموزان غیر ورزشکار پس از ۸ هفته تمرین کاهش معناداری داشت. همچنین توده خالص بدنی آزمودنی‌ها، پس از ۸ هفته تمرین به ترتیب دچار کاهش معنادار شد. این نتیجه با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد. بین اثر ۶ هفته تمرین هوازی با شدت کم، متوسط و زیاد بر توان هوازی پسران دارای اضافه وزن تفاوت معنی داری وجود دارد. این نتایج با نتایج تحقیق میرزایی و همکاران (۱۳۹۴)، شاد و همکاران (۱۳۹۶)، دالوا<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۲۳)، دیس<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۸)، فاضلان و همکاران (۱۴۰۱) همسو می‌باشد.

<sup>1</sup> D'Alleva

<sup>2</sup> Domaradzki,

<sup>3</sup> Delgado-Floody

<sup>4</sup> HbA1c

<sup>5</sup> Delgado-Floody

<sup>6</sup> Lean Body Mass

<sup>7</sup> D'Alleva

<sup>8</sup> Dias

دالوا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۳) در تحقیقی به بررسی تاثیر تنرین هوازی با شدت مختلف ۱۲ هفته‌ای بر آمادگی قلبی تنفسی، ترکیب بدن و متابولیسم چربی در بزرگسالان چاق پرداختند. نتایج نشان داد، دویدن با شدت بالا و تمرینات عملکردی با شدت بالا، پیشرفت‌های مشابهی را در حداکثر اکسیژن مصرفی نشان می‌دهد.

دیس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی تاثیر تمرینات هوازی با شدت بالا بر تناسب اندام، توده چربی و نشانگرهای زیستی قلبی سنج در کودکان مبتلا به چاقی، نشان دادند که تمرینات هوازی با شدت بالا، افزایش قابل توجهی در حداکثر اکسیژن مصرفی<sup>۳</sup> نسبی ایجاد شد. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشند.

فاضلان و همکاران (۱۴۰۱) اثر یک دوره تمرینات کراس فیت بر شاخص‌های ترکیب بدنی، توان هوازی و زمان رسیدن به واماندگی در زنان فوتسالیست را بررسی کردند. نتایج حاصل از آزمون تی همبسته نشان داد که بین وزن بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی<sup>۴</sup> و زمان رسیدن به واماندگی در گروه کنترل و تمرین در مرحله پیش آزمون و پس آزمون، تفاوت معناداری وجود ندارد؛ اما در نتایج تحقیق حاضر تفاوت معناداری مشاهده شد. این نتیجه ناهمسو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌گردد، افرادی که به دنبال آمادگی جسمانی و ترکیب بدن مطلوب هستند، از تمرینات هوازی با شدت بالا استفاده نمایند. با توجه به اهمیت زیاد انرژی مصرفی در کاهش وزن، به افرادی که سطح آمادگی هوازی بالاتری دارند، توصیه می‌گردد که برای برخورداری از بازده بیشتر برنامه، در مسافت‌های طولانی‌تر و تعداد روزهای بیشتری از هفته تمرین نمایند؛ یعنی شدت بار را افزایش دهند.

<sup>1</sup> D'Alleva

<sup>2</sup> Dias

<sup>3</sup> V'o2peak

<sup>4</sup> VO2max

## منابع

- ادیب صابر، فهیمه؛ انصاری، سلیمان؛ علمیه، علیرضا؛ گل محمدی، مریم (۱۴۰۱). تأثیر تمرین تناوبی شدید و تنظیم خواب بر برخی شاخص‌های التهابی، توان بی‌هوازی و ترکیب بدن در دختران نوجوان دارای اختلالات خواب. *مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی*، ۱۴(۳)، ص ۱۶-۲۳.
- سبزواری‌راد، ر.، فصیحی رامندی، ا.، خاکسار بلداجی، د. (۱۳۹۹). تأثیر هشت هفته تمرینات هوازی و مکمل چای سبز بر توان هوازی، نمایه توده بدن و درصد چربی در دانشجویان افسری چاق و دارای اضافه وزن. *مجله طب نظامی*، ۲۲(۴)، ۱۳۱-۱۴۰.
- شاد، ر.، بیژه، ن.، و فتحی، م. (۱۳۹۶). تأثیر هشت هفته تمرین هوازی بر مقاومت به انسولین، ترکیب بدن و ظرفیت هوازی دانش‌آموزان دختر دارای اضافه وزن. *دانش و سلامت در علوم پایه پزشکی*، ۱۷-۲۴.
- فاضلان ملیحه، خسروی، نیکو، کاظمی نیکو. (۲۰۲۲). اثر یک دوره تمرینات کراس‌فیت بر شاخص‌های ترکیب بدنی، توان هوازی و زمان رسیدن به واماندگی در زنان فوتسال‌بست. *علوم ورزش*، ۱۴(۴۶)، ص ۲۱۷-۲۳۵.
- محمد دوست مهنار، فتحی مهرداد، حجازی کیوان (۱۴۰۰). تأثیر تمرینات هوازی با شدت‌های ثابت و متغیر بر ترکیب بدن، برخی از عوامل فیزیولوژیک و انعقادی زنان میانسال دارای اضافه وزن. *زنان، مامائی و نازائی ایران*، ۲۴(۳).
- میرزایی ب، منصور صادقی م، سلمانی ص (۱۳۹۴). تأثیر هشت هفته تمرین طناب‌زنی بر توان هوازی، ترکیب بدن و میزان اشتها دانش‌آموزان ابتدایی پسر غیر ورزشکار ۱۰-۱۱ ساله. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان.
- محبی ح، حاجیلو ح، دمیرچی ا، روحانی ه (۱۳۹۰). اثر شدت تمرین هوازی بر ترکیب و توزیع چربی بدن مردان دارای اضافه وزن. *المپیک*، شماره ۵۶، ص ۹۱-۱۰۴.
- امیر ساسان، رامین؛ نیکو خصلت، سعید؛ دولگری شرف، راحله (۱۳۹۶). اثر هشت هفته تمرین پیلاتس بر برخی عوامل آمادگی جسمانی و ترکیب بدن زنان غیر ورزشکار دارای اضافه وزن.
- طب توانبخشی*، ۱۶(۱)، ص ۱۹۹-۲۰۰.
- قاسم‌نیا، آقاعلی؛ کردی، محمدرضا؛ گائینی، عباسعلی؛ قربانیان، بهلول؛ هدایتی، مهدی (۱۳۹۳). تغییرات ویسفاتین پلازما و مقاومت به انسولین نوجوانان غیر ورزشکار دارای اضافه وزن و چاق در طول ۸ هفته تمرین استقامتی تناوبی طناب زنی. *مجله دانشگاه علوم پزشکی زنجان*، ۲۲(۹۴).

- Choi, H. & et al. (2015). Dipeptidyl peptidase 4 promotes epithelial cell transformation and breast tumourigenesis via induction of PIN1 gene expression. *British journal of pharmacology*, 172(21), p. 5096-5109.
- D'Alleva, M., Vaccari, F., Graniero, F., Giovanelli, N., Floreani, M., Fiori, F. & Lazzer, S. (2023). Effects of 12-week combined training versus high intensity interval training on cardiorespiratory fitness, body composition and fat metabolism in obese male adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*.
- Delgado-Floody, P., Latorre-Román, P., Jerez-Mayorga, D., Caamaño-Navarrete, F. & García-Pinillos, F. (2019). Feasibility of incorporating high-intensity interval training into physical education programs to improve body composition and cardiorespiratory capacity of overweight and obese children: A systematic review. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 17(2), p. 35-40.
- Diez JJ and Iglesias P. The role of the novel adipocyte-derived hormone adiponectin in human disease. *Eur J Endocrinol* 2003; 148(3): 293-300.

- Domaradzki, J., Cichy, I., Rokita, A. & Popowczak, M. (2020). Effects of Tabata training during physical education classes on body composition, aerobic capacity, and anaerobic performance of under-, normal-and overweight adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), p. 876.
- Ram, A., Marcos, L., Jones, M.D., Morey, R., Hakansson, S., Clark, T. & Keech, A. (2020). The effect of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on aerobic fitness and body composition in males with overweight or obesity: A randomized trial. *Obesity Medicine*, no.17.
- Rosiek, A. & et al. (2015). Effect of television on obesity and excess of weight and consequences of health. *International journal of environmental research and public health*, 12(8), p. 9408-9426.
- Mahan, L.K. & Raymond, J.L. (2017). Clinical: biochemical, physical, and functional assessment. *Krause's food & the nutrition care process. Fourteenth ed: Elsevier*, no. 107.
- Teo, S.Y., Kanaley, J.A., Guelfi, K.J., Dimmock, J.A., Jackson, B. & Fairchild, T.J. (2021). Effects of diurnal exercise timing on appetite, energy intake and body composition: A parallel randomized trial. *Appetite*, no. 167.
- Van Etten LM, Verstappen FT, Westerterp KR. Effect of body build on weight-training induced adaptations in body composition and muscular strength. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 515-21