

# The Effect of Three Model Concurrent Training on Maximal Oxygen Consumption, Biochemical Factors, Lipid Profile and Insulin Resistance Index in Overweight Inactive Men

Yazdan Foroutan <sup>1,\*</sup>, Abdolhossein Pernoow <sup>2</sup>, Saeid Daneshyar <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Science, Asadabad Branch of Islamic Azad University, Hamadan, Iran

<sup>2</sup> Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, Razi University, Kermanshah, Iran

<sup>3</sup> Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Ayatollah Ozma Boroujerdi, Lorastan, Iran

\* **Corresponding author:** Yazdan Foroutan, MSc, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Science, Asadabad Branch of Islamic Azad University, Hamadan, Iran. Tel: 09189058861, E-mail: [yazdanfrotan@yahoo.com](mailto:yazdanfrotan@yahoo.com)

Received: 2017/11/26

Accepted: 2018/03/3

Online published: 2018/03/07

## Abstract

**Introduction:** The incidence of metabolic disorders due to inactivity is growing. The aim of current study was to investigate the effect of 8 weeks of concurrent training on body composition and biochemical markers of metabolic disorders in overweight non-athlete men.

**Materials and Methods:** 30 young men aged 19 to 25 years and a BMI of 25 to 28 Kg/M<sup>2</sup>, randomly divided into three groups as aerobic-intermittent sauna, aerobic continuous-sauna and exercise strength-sauna (n = 10) groups. Subjects performed 3 sessions per week of periodic, continuous and strength aerobic exercise on individual days, and then 2 sessions of sauna program per week in even days for 20 to 30 minutes in a dry sauna with a temperature of 80°C. Blood samples were taken from subjects in fasting and two times before and after 8 weeks of intervention. Changes in serum lipid profiles (triglyceride, total cholesterol, high density lipoprotein cholesterol and low density lipoprotein cholesterol, lipoprotein A) and insulin resistance index were assessed by enzymatic method. The results were evaluated using variance analysis.

**Results:** The results showed that after intensive aerobic training, continues training and strength training simultaneously with the sauna, total cholesterol, triglyceride (TG), low density lipoprotein (LDL), lipoprotein A, body fat percentage, glucose concentration, insulin concentration and Insulin resistance index significantly decreased, while the aerobic power and high density lipoprotein (HDL) significantly increased ( $P \leq 0.05$ ). Also, there was no significant difference between groups except aerobic power ( $P \geq 0.05$ )

**Conclusions:** The results of this study indicate that periodic aerobic exercise, continuous aerobic exercise and strength training simultaneously with the sauna have a favorable effect on lipid profile and insulin resistance. Compared to most aerobic and strength exercises, the practice of coinciding strategy is seen to be more effective.

**Keywords:** Aerobic Exercise, Strength Training, Sauna, Lipid Profiles

# مقایسه اثر سه مدل تمرین همزمان بر حداکثر اکسیژن مصرفی، فاکتورهای بیوشیمیایی، نیمرخ لیپیدی و شاخص مقاومت به انسولین در مردان غیرفعال دارای اضافه وزن

یزدان فروتن<sup>۱\*</sup>، عبدالحسین پرنو<sup>۲</sup>، سعید دانشیار<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسدآباد، همدان، ایران

<sup>۲</sup> گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران

<sup>۳</sup> گروه تربیت بدنی ورزش، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی، لرستان، ایران

\* نویسنده مسئول: یزدان فروتن، کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد

اسدآباد، همدان، ایران. تلفن: ۰۹۱۸۹۰۵۸۸۶۱؛ ایمیل: [yazdanfrotan@yahoo.com](mailto:yazdanfrotan@yahoo.com)

انتشار آنلاین: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶

پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲

دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱۵

## چکیده

**مقدمه:** شیوع بیماریهای متابولیک ناشی از کم تحرکی به شدت در حال افزایش است. هدف از این تحقیق مقایسه اثر ۸ هفته تمرینات همزمان بر ترکیب بدن و برخی شاخصهای مرتبط با بیماریهای متابولیک در دانشجویان غیرورزشکار دارای اضافه وزن بود.

**مواد و روشها:** ۳۰ مرد جوان با دامنه سنی ۱۹ تا ۲۵ سال و شاخص توده بدن ۲۵ تا ۲۸ کیلوگرم بر متر مربع، به صورت تصادفی در سه گروه تمرین همزمان هوازی تناوبی-سونا، هوازی تداومی-سونا و تمرین قدرتی-سونا (هرگروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. آزمودنیها ۳ جلسه در هفته تمرین هوازی تناوبی، تداومی و قدرتی را در روزهای فرد و سپس ۲ جلسه در هفته برنامه مکمل سونا را در روزهای زوج به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه در داخل سونای خشک با حرارت ۸۰ درجه سانتی گراد اجرا کردند. نمونه خون از آزمودنیها در حالت ناشتا و در دو نوبت، قبل و بعد از ۸ هفته مداخله گرفته شد. تغییرات نیمرخ لیپیدی سرم (تری گلیسرید، کلسترول تام، کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی بالا و کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین آ) و شاخص مقاومت به انسولین با روش آنزیماتیک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج با استفاده از آزمون تحلیل واریانس استخراج شدند.

**یافتهها:** نتایج نشان داد پس از تمرینات هوازی تناوبی، هوازی تداومی و تمرین قدرتی همزمان با سونا، شاخصهای کلسترول تام، تری گلیسرید، کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین آ و درصد چربی بدن و غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین کاهش معنی دار یافت؛ و توان هوازی و کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی بالا، به طور معنی داری افزایش می دهد ( $P \geq 0/5$ ) و تفاوت بین گروهها بجز توان هوازی معنی دار نبود ( $P \leq 0/5$ ).

**نتیجه گیری:** انجام تمرینات همزمان هوازی تناوبی-سونا، هوازی تداومی-سونا و تمرین قدرتی-سونا، تأثیر مطلوبی بر فاکتورهای بیوشیمیایی و بهبود نیمرخ لیپیدی و نیز مقاومت به انسولین دارد و در مقایسه با بیشتر تحقیقات مربوط به تمرینات صرف هوازی و قدرتی، شیوه تمرین همزمان راهبرد موثرتری به نظر می رسد.

**کلمات کلیدی:** تمرین هوازی، تمرین قدرتی، سونا، نیمرخ لیپیدی

تمامی حقوق نشر برای معاونت پژوهش بیمارستان بقیه الله محفوظ است.

## مقدمه

در جوامع صنعتی و متمدن امروزی، که فعالیت بدنی انسان روز به روز محدودتر شده، بیماری‌های خاصی همچون؛ چاقی، دیابت، فشار خون بالا، کبد چرب، افزایش سطوح چربی‌های خون، بیماری‌های قلبی-عروقی و متابولیسمی روز به روز در حال افزایش بوده و به عنوان یک مشکل اساسی مطرح شده است. مشکل اضافه وزن موجب شده تا بسیاری از پژوهش‌ها به سمت تنظیم و تعادل وزن پیش برود تا بتوان از رشد سریع‌تر و پیشرفت چاقی و اضافه وزن که خود به عنوان بحران سلامت عمومی از آن نام می‌برند، جلوگیری کرد. چاقی و کم تحرکی باعث افزایش میزان نیمرخ لیپیدی و مقدار لایه‌های چربی و ابتلا به بیماری سرخرگ کرونری شده و باعث وخامت آن می‌شوند. در همین راستا، شناخت سازوکارهای مرتبط با بروز چاقی از اهمیت خاصی برخوردار است، ترکیب بدنی، نیمرخ چربی، گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین از جمله این موارد می‌باشند. نیمرخ لیپیدی شامل؛ کلسترول تام، تری‌گلیسیرید، کلسترول- لیپوپروتئین با چگالی بالا، کلسترول- لیپوپروتئین با چگالی پایین و کلسترول- لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم است. نیمرخ لیپیدی بجز کلسترول و کلسترول- لیپوپروتئین با چگالی بالا، همبستگی مستقیم و معناداری با میزان توده چربی بدن دارد که این همبستگی بین لیپیدهای سرم و شاخص توده بدن با توده چربی در مقایسه با توده بدون چربی در افراد چاق بیشتر است [۱]. افزایش کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی پایین، افزایش کلسترول تام، سیگار، قند خون و کاهش کلسترول- لیپوپروتئین با چگالی بالا، افزایش غلظت کلسترول تام سرم موجب افزایش خطر ابتلا به بیماری عروق کرونر در مردان و زنان می‌شود. همچنین سطوح بالای کلسترول- لیپوپروتئین با چگالی بالا ممکن است نقش حفاظتی در برابر آترواسکلروز عروق کرونر، به عنوان چربی‌زدای درگیر در انتقال معکوس کلسترول از بافت‌های عروق محیطی به کبد برای دفع به صفا داشته باشد. همچنین مقاومت به انسولین به صورت پاسخ ناقص گلوکز به میزان خاصی از انسولین تعریف می‌شود. در بسیاری از این بیماران برای جبران این نقص، برای حفظ سطح گلوکز، سطح انسولین در گردش افزایش می‌یابد. فعالیت‌های ورزشی، روشی مناسب برای کاهش درصد چربی بدن، نمایه توده بدن و نتیجتاً کاهش وزن و چاقی است. همچنین برای تنظیم بلند مدت وزن بدن اهمیت دارد چرا که تا حد قابل ملاحظه‌ای میزان متابولیک در حالت استراحت را افزایش می‌دهد. بنابراین، دلیل منطقی قوی برای اهمیت دادن به فعالیت ورزشی در برنامه‌های بهبود شیوه زندگی برای جلوگیری یا درمان سندروم متابولیک و اجزای آن وجود دارد

[۲]. فعالیت ورزشی با تأثیرات مفید بر وضعیت متابولیسمی و ترکیب بدنی عامل پیشگیری کننده بیماری‌های قلبی-عروقی است که مرگ و میر ناشی از وقایع قلبی-عروقی را کاهش می‌دهد. به روشنی مشخص شده که افزایش فعالیت بدنی و آمادگی جسمانی با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط دارد، اما شدت مطلوب یا مدت فعالیت ورزشی لازم برای کاهش خطر هنوز شناخته نشده است. ورزش می‌تواند وزن بدن را با افزایش مصرف انرژی تحت تأثیر قرار بدهد، با توجه به اینکه درصد چربی بدن، چربی‌ها و لیپوپروتئین‌های خون دو بحث کاملاً مجزاست، ولی در پاره‌ای موارد دارای مشترکاتی هستند، از جمله این که بالا بودن درصد چربی بدن (چاقی) و بالا بودن میزان لیپیدها و کلسترول- لیپوپروتئین با چگالی پایین به نوعی با امراض قلبی و عروقی در ارتباط است، نتایج حاصله از تحقیقات علمی نشان داد که فعالیت بدنی منظم جهت کاهش درصد چربی بدن (چاقی) و میزان لیپیدها و کلسترول- لیپوپروتئین با چگالی پایین نقش بسیار ارزنده‌ای دارد [۳، ۴]. همچنین فعالیت ورزشی با تأثیرات مفید بر وضعیت متابولیسمی و ترکیب بدنی از بروز بیماری‌های قلبی-عروقی پیشگیری می‌کند و نقش بسزایی در کنترل شاخص‌های متابولیسمی (گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین، قند خون، دیابت نوع ۲ و عوارض مرتبط با دیابت نوع ۲) دارد [۵]. تمرینات هوازی و مقاومتی، هر دو باعث بهبود عملکرد گلوکز و انسولین (حداقل به طور موقت) شده و چنانچه به طور منظم انجام گیرند می‌توانند به کنترل قند خون، چربی، فشار خون، بیماری قلبی-عروقی و کاهش مرگ و میر کمک کنند. فعالیت ورزشی منظم باعث افزایش میزان مصرف انرژی روزانه، بهبود و افزایش اکسیداسیون چربی‌ها در عضلات اسکلتی و میتوکندری سلول‌های کبدی می‌شود و در نهایت، به کاهش چاقی احشایی و افزایش پاسخ دهی به انسولین در بافت چربی منجر شده که نتیجه آن، کاهش تراوش اسیدهای چرب آزاد به داخل کبد و کاهش رسوب گیری چربی در کبد است. فعالیت ورزشی نه تنها از طریق افزایش گیرنده انسولین و ناقل گلوکز بهبود پیام رسانی داخل سلولی و افزایش تحویل، گلوکز به عضله؛ بلکه به واسطه کاهش توده چربی و وزن بدن، مقاومت انسولینی را بهبود بخشیده و مقاومت به انسولین را تعدیل می‌کند [۶]. علاوه بر این پژوهشگران در مطالعات پیشین از تمرینات صرف هوازی و قدرتی با مداخلات تمرینی متفاوتی جهت بهبود فاکتورهای مرتبط با چاقی استفاده کرده‌اند. اجرای این نوع تمرینات به روش سنتی نیاز به صرف زمان و هزینه زیادی دارد. لذا افرادی که در ابتدا با هدف بهبود ترکیب بدنی شروع به اجرای این نوع تمرینات می‌کنند، اما در ادامه به دلیل

بدن با افزایش معنی‌دار سطح اسید چرب آزاد، ۳-هیدروکسی بوتیرات، گلیسرول و لاکتات خون همراه است. در همین حیطه پیلچ و همکاران (۲۰۱۰) و ابراهیم و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که بعد از قرارگیری در تمرینات هوازی-سونا و صرف سونا کلسترول تام و غلظت کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی کم، درصد چربی، غلظت اسیدهای چرب آزاد و توده بدنی کاهش و غلظت کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی زیاد افزایش می‌یابد [۱۰، ۱۱]. حال با توجه به اینکه پژوهش‌های صورت گرفته با هدف بررسی آثار حاد و چند هفته‌ای با پروتکل‌های متفاوت تمرینات هوازی و قدرتی هرکدام به نحوی اثرات تمرینات هوازی و قدرتی را بر ترکیب بدنی، نیمرخ لیپیدی و شاخص مقاومت به انسولین نشان دادند و از طرف دیگر نیز پژوهشگران گزارش کردند که سونا نیز می‌تواند اثرات مثبتی بر ترکیب بدنی، نیمرخ لیپیدی داشته باشد [۱۰، ۱۱]. نویسندگان در جستجوی آن بودند که اگر سونا با تمرینات هوازی تناوبی، تداومی و تمرین قدرتی همراه شود، می‌تواند نتایج بهتری حاصل کند یا خیر؟ این سؤال ضرورت این پژوهش را آشکار ساخت و از آنجا که مطالعه‌ای در این موضوع یافت نشد، لذا با توجه به موارد فوق، هدف این تحقیق بررسی اثر همزمانی یک دوره تمرینات ورزشی هوازی و قدرتی با سونا که رویکرد نسبتاً جدیدی در تمرینات ورزشی مرتبط با تندرستی است که می‌تواند آثار فیزیولوژیکی تمرینات استقامتی، قدرتی و هم سونا و را در پی داشته باشد، را بر ترکیب بدنی، نیمرخ لیپیدی می‌باشد. در واقع محقق به دنبال پاسخ این سؤال است که آیا فعالیت هوازی و قدرتی همزمان با سونا به یک اندازه سبب تغییر ترکیب بدنی و نیمرخ لیپیدی می‌شوند؟

## روش کار

این پژوهش از نوع کاربردی و بنیادی و از نظر کنترل متغیرهای پژوهش در سه گروه تجربی اجرا شد. اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش در دو نوبت و مقایسه به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت. نحوه‌گزینه‌ش آزمودنی‌ها به این صورت بود که به دنبال اطلاع‌رسانی و دعوت به همکاری در طرح ورزشی، طی یک جلسه هماهنگی، آزمودنی‌ها در جریان کامل طرح، اهداف و روش اجرای تحقیق قرارگرفتند و ضمن تکمیل فرم رضایت آگاهانه، پرسشنامه سلامتی و سابقه ورزشی، مورد معاینات پزشکی قرارگرفتند. سپس ۳۰ آزمودنی از مردان جوان غیر فعال با میانگین سن ۱۹ تا ۲۵ که سابقه بیماری خاصی نداشتند و براساس پرسشنامه (IPAQ: International Physical Activity Questionnaire) در دسته افراد بی‌تحرک قرار داشتند انتخاب شدند. آزمودنی‌ها پس از آگاهی از چگونگی اجرا و خطرات احتمالی ناشی از

شدت، حجم و زمان زیاد تمرین باعث نوعی دلزدگی و حتی انصراف از ادامه تمرینات می‌شود، بنابراین محققین برای حل این مشکل اقدام به ابداع شیوه‌های نوین تمرینی کرده‌اند، در همین زمینه محققین استفاده از تمرینات همزمان را توصیه می‌کنند، بدین صورت که در کنار پروتکل اصلی تمرین، برای مثال از تمرینات کششی، طناب‌زنی، سونا، ماساژ و... به صورت همزمان استفاده می‌کنند [۲، ۷]. تمرین موازی باعث درگیر شدن چند دستگاه تولید انرژی به صورت همزمان شده و حجم بیشتری عضلات و مفاصل را درگیر کرده و باعث ایجاد فشار و استرس بدنی بیشتر، مصرف بیشتر انرژی شده و در نهایت باعث بهبود بسیاری از شاخص‌های مرتبط با آمادگی جسمانی و حرکتی می‌شود. در همین زمینه مرور مطالعات محدود پیشین نشان می‌دهد تمرینات موازی نقش مؤثری در ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و فیزیکی دارند. بررسی تحقیقات نشان می‌دهد که فعالیت‌های ورزشی هوازی و قدرتی موجب بهبود شاخص‌های متابولیک، ترکیب بدنی، چربی و نیمرخ لیپیدی می‌شود برای مثال؛ کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۶) رضایی شیرازی و همکاران (۱۳۹۴) ترابی و همکاران (۱۳۹۶)، حکیمی و همکاران (۱۳۹۴) و گراندی و همکاران (۲۰۰۲) چنین گزارش کرد که تمرینات هوازی باعث بهبود نیمرخ لیپیدی، ترکیب بدن و برخی شاخص‌های متابولیکی آزمودنی‌های دارای اضافه وزن می‌شود [۲، ۳، ۶-۸]. همچنین اعتماد و همکاران (۱۳۸۸) مسیروا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند تمرین مقاومتی باعث بهبود معنی‌دار نیمرخ لیپیدی، ترکیب بدن و برخی شاخص‌های متابولیکی آزمودنی‌های دارای اضافه وزن می‌شود [۹، ۱۰]. از سوی دیگر، محققان نشان دادند که سونا به عنوان یک محیط گرم اثرات فیزیولوژیکی و درمانی فراوانی دارد. سونا به لحاظ درمانی سبب تسکین دردهای ناشی از ناهنجاری‌های عضلانی-اسکلتی گشته و حرکت مفاصل را در بیماران مبتلا به روماتیسم بهبود می‌بخشد. همچنین محققان نشان دادند که قرار گرفتن در معرض سونای خشک فنلاندی ۸۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش دمای مقعدی و کاهش فشار خون دیاستولی می‌گردد. ضربان نبض بعد از سونا افزایش یافته و همچنین پروتئین تام سرم، هموگلوبین افزایش و سدیم، پتاسیم و آهن سرم به طور معنی‌داری در سومین و هفتمین روز از حمام سونا کاهش یافتند. همچنین سونا یکی از عوامل مهم بازسازی بیولوژیکی است و مورد استفاده ورزشکاران و حتی افرادی که هیچ گونه فعالیت ورزشی ندارند، قرار می‌گیرد. سونا ممکن است دستگاه‌های مختلف بدن از جمله دستگاه غدد درون‌ریز را فعال کند. قرار گرفتن در معرض سونا سبب افزایش معنی‌دار سطح هورمون رشد، آدرنالین، گلوکاکورون و کورتیزول خون می‌شود [۱۰، ۱۱]. همچنین، افزایش گرمای

شرکت در این پژوهش به صورت داوطلبانه آمادگی خود را برای شرکت در این پژوهش اعلام کردند. نمونه‌های این پژوهش همگی دارای شاخص توده بدنی بیش از ۲۴ گیلو گرم بر مجذور متر بودند که پس از انتخاب به صورت تصادفی و براساس شاخص توده بدنی در سه گروه تجربی؛ شامل تمرین همزمان هوازی تناوبی-سونا، هوازی تداومی-سونا و تمرین قدرتی-سونا (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها پس از انتخاب و تقسیم در گروه‌های تجربی در یک جلسه توجیهی شرکت کردند و کاملاً با روند اجرای تمرین آشنا شدند. ضمناً در این جلسات توصیه‌های درخصوص نحوه تغذیه و حفظ رژیم غذایی گذشته خود، و رعایت برخی نکات تخصصی و عمومی تغذیه‌ای ارائه شد. تمرینات همزمان (هوازی تناوبی، هوازی تداومی و تمرین قدرتی) به مدت ۸ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه، و در روزهای یکشنبه، سه شنبه و پنجشنبه همزمان با دو جلسه برنامه مکمل سونا در روزهای دو شنبه و چهارشنبه با هم اجرا شد. به طوری که همه عضلات فعال در این حرکات، در هر جلسه تحت تمرین قرار می‌گرفتند. برنامه تمرین تناوبی شدید هوازی شامل؛ دویدن با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب تناوبی به صورت وهله‌های ۴ دقیقه‌ای (میدانی در پیست) بود که ۴ بار در هر جلسه تکرار شد و بین وهله‌های ۲-۴ دقیقه استراحت فعال در نظر گرفته شود. برنامه تمرین تداومی هوازی شامل؛ دویدن با شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب تناوبی به صورت وهله‌های ۳۶ دقیقه‌ای (میدانی در پیست) بود. لازم به ذکر است که شدت تمرینات هوازی تناوبی و تداومی بر اساس اصل اضافه بار فزاینده با افزایش در تعداد وهله‌ها یا کاهش تدریجی در زمان ریکاوری بین وهله‌ها اعمال شد. در ضمن شدت تمرینات هوازی با استفاده از روش درک فشار تمرین بورگ کنترل شد [۲، ۳، ۷]. تمرینات مقاومتی سه جلسه در هفته ۳ ست با شدت ۷۵ درصد یک تکرار تناوبی اجرا شد که هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن در ابتدای کار و سپس اجرای حرکات جلو ران، پشت ران، نشر از جانب، پرس سینه، زیر بغل سیم کش از پشت و پشت بازو ایستاده با ماشین با رعایت اصل اضافه بار و با فواصل استراحتی بین نوبتی (۳ دقیقه) و حرکتی (۱ دقیقه) منتخب بود که در پایان هر هفته یک تکرار تناوبی از همه حرکات ثبت می‌شد و شدت بسته به رکورد جدید اعمال می‌شد و در پایان جلسات تمرینات مقاومتی آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه به سرد کردن می‌پرداختند [۹]. ضمناً قابل ذکر است که در بیشتر پژوهش‌های پیشین از پروتکل تمرین آزمایشگاهی با استفاده از وسایلی مانند دوچرخه کارسنج، تردمیل و... استفاده شده است که در مقایسه با تمرینات میدانی (تمرین هوازی در پیست دو و

میدانی و تمرین قدرتی در سالن بدنسازی) فشار و استراس کمتر و به تبع نیز عضلات کمتری نیز حین فعالیت درگیر می‌شده است. بنابراین در این پژوهش سعی شد برنامه تمرین به گونه‌ای تغییر کند که کاربردی و اجرایی‌تر از سایر پروتکل‌های تمرینی است که نیاز به تجهیزات کمتری دارد. تمرینات در هر سه گروه در ساعت ۶ الی ۸ بعد ظهر برگزار شد. در برنامه مکمل سونا آزمودنی‌ها به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه بدون هیچ فعالیتی در داخل سونای خشک با حرارت ۸۰ درجه سانتی گراد در بالاترین پله سونا که همسطح با دماسنج داخل سونا بود، [۱۰، ۱۱] نشستند. آزمودنی‌ها، دو روز در هفته (روزهای زوج) به مدت هشت هفته، برنامه سونا را همزمان پروتکل اصلی تمرین انجام دادند. در هر جلسه تمرینی پژوهشگر بر کار آزمودنی‌ها نظارت داشت. مدت زمان تمرینات هر سه گروه تجربی (تمرین همزمان هوازی تناوبی-سونا، هوازی تداومی-سونا و تمرین قدرتی-سونا) در هر جلسه تقریباً ۹۰ دقیقه بود. قبل از شروع تمرین در هر گروه، گرم کردن به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه (به ترتیب شامل فعالیت‌های هوازی دویدن و کششی) اجرا شد. پس از هر جلسه تمرین، سرد کردن با مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه (به ترتیب شامل دویدن نرم و کششی) نیز اجرا شد. هر دو هفته یک بار، از آزمودنی‌ها آزمون گرفته می‌شد. با توجه به مقدار پیشرفت متغیرهای تمرین برنامه جدید به آزمودنی داده می‌شد، تا اصل اضافه بار رعایت شده باشد. همچنین سعی شده تا حد امکان زمان تمرین در هر سه گروه با افزایش و کاهش زمان فعالیت همسان سازی شود. در این تحقیق حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2max}$ : Maximum Oxygen Consumption) از آزمون زیرتناوبی یک مایل (۱۶۰۰ متر) راه رفتن برآورد شد؛ به طوری که مسافت یک مایل را با حداکثر سرعتی که می‌توانستند راه رفتند. مدت زمان طی شده آزمون به دقیقه و تعداد ضربان قلب در دقیقه پس از اتمام دویدن ثبت شد و با اضافه کردن جنس (مرد ۱، زن ۰) وزن به کیلوگرم و سن بر حسب سال به فرمول، اکسیژن مصرفی تناوبی از طریق معادله مربوطه محاسبه شد. (تعداد ضربان قلب ۱۱/۵) - (وزن اجرای آزمون ۲۲۴) + (جنس ۵/۵۹۵) - (سن ۲۵/۷) - (وزن ۲۰/۰۲) +  $۶۹۶۵/۲ =$  حداکثر اکسیژن مصرفی

وزن آزمودنی‌ها بدون کفش با حداقل لباس با استفاده از ترازوی دیجیتالی سکا ساخت کشور آلمان، با دقت اندازه‌گیری ۰/۱ کیلوگرم محاسبه شد و قد نیز با استفاده از قدسنج دیواری (مدل ۴۴۴۴۰ ساخت شرکت کاوه، ایران با دقت  $\pm 0/1$  سانتیمتر) در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش و درحالی‌که کتف‌ها در شرایط عادی بودند اندازه‌گیری شد.

**جدول ۱:** اثر هشت هفته تمرینات همزمان هوازی تناوبی، تداومی و قدرتی با برنامه سونا بر روی حداکثر اکسیژن مصرفی، وزن و درصد چربی و پارامترهای بیوشیمیایی سرم

گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات
<b>حداکثر اکسیژن مصرفی (ml.kg.nim)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۴۱/۱۱ ± ۲/۳۴	۴۲/۸۴ ± ۱/۹۱ <sup>#</sup>	+۰/۰۴
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۴۱/۲۶ ± ۲/۶۸	۴۵/۶۱ ± ۲/۴۴ <sup>***</sup>	+۰/۹۶
تمرین هوازی تداومی-سونا	۴۰/۹۴ ± ۴/۴۰	۴۴/۲۶ ± ۳/۶۷ <sup>***</sup>	+۰/۷۳
<b>وزن بدن (کیلوگرم)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۷۰/۲۹ ± ۶/۱۰	۶۷/۵۴ ± ۵/۸۸ <sup>*</sup>	-۰/۷۲
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۷۲/۰۰ ± ۴/۵۶	۶۸/۸۸ ± ۴/۸۸ <sup>***</sup>	-۴/۱۵
تمرین هوازی تداومی-سونا	۶۹/۰۰ ± ۴/۵۶	۶۷/۵۸ ± ۴/۶۷ <sup>***</sup>	-۲/۱۱
<b>درصد چربی بدن</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۹/۸۰ ± ۰/۵۷	۹/۰۵ ± ۰/۵۸ <sup>*</sup>	-۰/۳۲
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۱۰/۲۵ ± ۱/۱۰	۹/۷۲ ± ۱/۱۸ <sup>***</sup>	-۰/۵۵
تمرین هوازی تداومی-سونا	۹/۹۸ ± ۱/۳۹	۹/۶۶ ± ۱/۳۹ <sup>***</sup>	-۰/۳۳
<b>LDL-C (میلی گرم / دسی لیتر)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۸۶/۵۵ ± ۱۶/۴۴	۸۰/۷۷ ± ۱۱/۲۵ <sup>***</sup>	-۰/۷۲
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۸۵/۷۷ ± ۱۶/۲۲	۸۰/۷۸ ± ۱۱/۰۹ <sup>***</sup>	-۰/۶۲
تمرین هوازی تداومی-سونا	۸۴/۴۴ ± ۱۶/۰۲	۸۰/۶۵ ± ۱۰/۰۱ <sup>***</sup>	-۰/۴۷
<b>HDL-C (میلی گرم / دسی لیتر)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۴۷/۲۲ ± ۱۲/۲۸	۵۴/۴۳ ± ۱۰/۳۸ <sup>*</sup>	+۰/۱۳
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۴۶/۱۱ ± ۱۱/۸۲	۵۲/۵۶ ± ۱۰/۴۱ <sup>***</sup>	+۰/۱۲
تمرین هوازی تداومی-سونا	۴۵/۸۸ ± ۹/۵۶	۵۰/۵۵ ± ۸/۲۳ <sup>***</sup>	+۰/۹۲
<b>LP(a) (میلی گرم / دسی لیتر)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۱۸/۲۲ ± ۱۵/۳۳	۱۸/۰۱ ± ۱۴/۸۷ <sup>*</sup>	-۰/۱۲
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۱۷/۹۰ ± ۱۴/۴۵	۱۷/۲۲ ± ۱۳/۱۱ <sup>*</sup>	-۰/۳۹
تمرین هوازی تداومی-سونا	۱۷/۵۵ ± ۱۴/۵۵	۱۷/۱۲ ± ۱۳/۲۰ <sup>*</sup>	-۰/۲۵
<b>تریگلیسیرید (میلی گرم / دسی لیتر)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۱۴۰/۷۰ ± ۱۴/۱۹	۱۲۷/۰۰ ± ۱۳/۲۵ <sup>**</sup>	-۰/۲۷
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۱۳۶/۶۹ ± ۱۳/۷۷	۱۲۴/۰۰ ± ۱۲/۲۸ <sup>**</sup>	-۰/۱۰
تمرین هوازی تداومی-سونا	۱۳۵/۲۲ ± ۱۳/۵۵	۱۲۶/۰۰ ± ۱۲/۱۱ <sup>**</sup>	-۰/۷۳
<b>کلسترول تام (میلی گرم / دسی لیتر)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۱۷۵/۳۰ ± ۲۸/۰۱	۱۶۶/۰۰ ± ۲۴/۱۱ <sup>*</sup>	-۰/۵۶
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۱۷۸/۱۲ ± ۲۹/۲۲	۱۶۷/۰۰ ± ۲۵/۰۹ <sup>*</sup>	-۰/۶۷
تمرین هوازی تداومی-سونا	۱۶۹/۳۳ ± ۲۷/۲۲	۱۶۰/۰۰ ± ۲۳/۲۴ <sup>**</sup>	-۰/۵۸
<b>گلوکز ناشتا (میلی گرم / دسی لیتر)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۸۵/۵۵ ± ۱۱/۳۲	۸۳/۲۴ ± ۷/۴۵ <sup>**</sup>	-۰/۲۸
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۸۶/۱۲ ± ۱۱/۳۲	۸۲/۵۵ ± ۷/۵۵ <sup>**</sup>	-۰/۴۳
تمرین هوازی تداومی-سونا	۸۴/۹۰ ± ۱۱/۰۱	۸۱/۱۲ ± ۷/۴۳ <sup>**</sup>	-۰/۴۷
<b>انسولین (میکرویونیت / میلی لیتر)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۵/۴۱ ± ۱/۵۵	۵/۰۰ ± ۰/۰۰ <sup>**</sup>	-۰/۸۲
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۶/۱۴ ± ۱/۲۲	۵/۴۵ ± ۰/۰۰ <sup>***</sup>	-۰/۱۲
تمرین هوازی تداومی-سونا	۵/۵۷ ± ۱/۷۸	۵/۲۲ ± ۰/۰۰ <sup>**</sup>	-۰/۶۷
<b>شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)</b>			
تمرین قدرتی-سونا	۴/۴۱ ± ۱/۵۵	۳/۰۸ ± ۰/۰۰ <sup>*</sup>	-۰/۴۳
تمرین هوازی تناوبی-سونا	۴/۱۴ ± ۱/۲۲	۲/۷ ± ۰/۰۰ <sup>**</sup>	-۰/۵۳
تمرین هوازی تداومی-سونا	۴/۵۷ ± ۱/۷۸	۳/۰۸ ± ۰/۰۰ <sup>**</sup>	-۰/۴۷

$P < ۰/۰۵$ ،  $P < ۰/۰۱$  و  $P < ۰/۰۰۱$  \*\*\* نسبت به گروه پیش آزمون درون گروهی و  $P < ۰/۰۵$  # بین گروهی معنی دار است.

تمرین از فرمول  $\{(\text{pos-pre})/\text{pre}\} \times 100$  استفاده شد. سطح معناداری،  $(P \leq 0/5)$  در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

بر اساس جدول ۱، هشت هفته برنامه تمرین همزمان منتخب منجر به افزایش معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی مردان چاق غیرفعال شد. و تفاوت بین گروه‌ها نیز معنادار بود  $(P \leq 0/5)$  نتایج نشان داد، پس از هشت هفته تمرین همزمان سطوح گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت انسولین در مردان چاق غیرفعال کاهش معنی‌دار داشته است  $(P \leq 0/5)$  همچنین بر اساس نتایج این جدول، تغییرات وزن، درصد چربی، کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی کم، کلسترول-لیپوپروتئین آ، تری گلیسرید و کلسترول بدن پس از پایان تمرینات همزمان کاهش معنی‌دار را نشان داد. میانگین‌های بین گروهی تفاوت معنی‌دار نداشت. اما سطوح کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی بالا پس از آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری را نشان داد و تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها مشاهده نشد  $(P \geq 0/5)$ .

### بحث

هدف پژوهش حاضر مطالعه تغییرات، حداکثر اکسیژن مصرفی، غلظت گلوکز، انسولین، شاخص مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی پلاسمای خون مردان غیرفعال، به دنبال تمرینات همزمان هوازی تناوبی، تداومی و قدرتی با برنامه سونا بود. نتایج نشان داد که تمرینات همزمان باعث افزایش معنی‌دار در میزان حداکثر اکسیژن مصرفی، کلسترول-لیپوپروتئین پرچگال پلاسمای می‌شود. همچنین، این مدل تمرینات همزمان باعث کاهش معنی‌دار مقادیر؛ توده بدنی، چربی بدن، کلسترول-لیپوپروتئین کم چگال، تری گلیسرید، کلسترول-لیپوپروتئین آ، کلسترول تام و غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد هشت هفته اجرای تمرینات همزمان (هوازی تناوبی-سونا، هوازی تداومی-سونا و تمرین قدرتی-سونا) باعث افزایش معنی‌دار حداکثر اکسیژن مصرفی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون شد  $(P \leq 0/5)$  که این افزایش در گروه تمرین هوازی تناوبی و تداومی نسبت به گروه تمرین قدرتی به طور معناداری بیشتر بود. این یافته‌ها هم راستا با نتایج مطالعات، جعفری و همکاران (۱۳۹۶) اثر تمرینات قدرتی و قراخانلو و همکاران (۱۳۸۶) اثر تمرینات صرف قدرتی، هوازی و همزمان را بررسی کردند، همخوانی داشت [۱۳، ۱۴]. همچنین همسو با این نتایج حسینی و همکاران (۱۳۸۷) و نیکرو و همکاران (۱۳۹۰) نیز افزایش معنی‌دار میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی را نشان دادند و اذعان داشتند که تمرینات هوازی باعث افزایش تعداد مویرگ‌های تارهای عضلانی و سطح مقطع عضله می‌شود که به

شاخص توده بدنی از تقسیم وزن فرد کیلوگرم بر مجذور قد (متر) محاسبه شد درصد چربی و توده بدون چربی بدن با استفاده از کالیپر (مدل هارپندن) و تکنیک نیشگون گرفتن در هفت ناحیه‌ای و از طریق فرمول جکسون و پولاک اندازه‌گیری شد. برنامه تمرین شامل؛ ۱۰ دقیقه گرم کردن تمرین مقاومتی شامل؛ ۳ ست تمرینات منتخب بالاتنه (پرس سینه، پشت بازو، جلو بازو و سرشان) و ۳ ست تمرینات منتخب پایین‌تنه (اسکات، پرس پای شیب‌دار، اکستنشن زانو ولانچ) با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و حداکثر تکرار تا رسیدن به خستگی بود و تمرینات به صورت دایره‌ای انجام شد. در ضمن استراحت بین ست‌ها ۱۲۰ ثانیه در نظر گرفته شد [۴، ۱۲]. در ادامه نمونه‌های خونی به صورت ناشتا از آزمودنی‌ها به عمل آمد سه روز بعد اولین تمرین تناوبی انجام و آزمودنی‌ها در مجموع در طی ۸ هفته تمرین منتخب شرکت کردند. حدود ۷۲ ساعت پس از پایان آخرین جلسه فعالیت آزمون‌های مربوط به ترکیب بدنی و نمونه خونی مجدداً و تحت شرایط یکسان با پیش آزمون از آزمودنی‌ها گرفته شد و با پیش آزمون مورد مقایسه قرار گرفت. برای بررسی متغیرهای خونی عمل خون‌گیری حدود سه روز قبل از شروع برنامه تمرین و نیز بعد از سه روز از آخرین جلسه تمرینات به صورت ناشتا و در ساعت ۱۰ صبح توسط متخصص آزمایشگاه گرفته شد. برای گرفتن نمونه خونی از آزمودنی‌ها خواسته شد به مدت ۱۵ دقیقه بر روی صندلی مخصوص استراحت سپس از سیاهرگ دست راست آزمودنی‌ها در حالت نشسته، با حجم ۵ ml گرفته شد و همچنین مرحله دوم خون‌گیری نیز جهت جلوگیری از تأثیر تمرین بر متغیرهای مورد مطالعه پس از گذشت ۷۲ ساعت از آخرین جلسه تمرینی مانند مرحله پیش آزمون بعد از ساعت ناشتایی در ساعت ۱۰ صبح گرفته شد و سپس نمونه‌های خونی برای سنجش و آنالیز بیوشیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافتند.

نیمرخ لیپیدی با روش‌های آنزیماتیک توسط آنالایزر دو Selectra و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون-ایران اندازه‌گیری شد. غلظت سرمی انسولین به وسیله کیت Monobind از کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. مقاومت به انسولین با استفاده از روش هموستازی مقاومت به انسولین (HOMA-IR) تعیین گردید. در پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل تغییرات متغیرها از پیش آزمون تا پس آزمون از روش آماری تحلیل واریانس (ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. برای حصول اطمینان از همسان بودن گروه‌ها نتایج پیش آزمون بین گروهی با استفاده روش آماری کلموگروف-اسمیرنوف (K-S: Kolmogorov Smirnov) تجزیه و تحلیل شد و تفاوت معناداری مشاهده نشد. برای محاسبه درصد تغییرات بعد از تمرینات نسبت به نتایج قبل از

خون رسانی بهتر عضله منجر می‌شود؛ هم چنین تعداد و اندازه میتوکندری عضله اسکلتی افزایش یافته و امکان متابولیسم اکسایشی عضله را بهبود می‌بخشد که نتیجه این تغییرات افزایش ظرفیت هوازی عضلات است [۱۵، ۱۶]. در همین زمینه در مطالعه موافق دیگری معتمدی و همکاران (۲۰۱۷) نیز بر اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی مردان چاق تأکید داشتند، از دلایل احتمالی این افزایش سطح حداکثر اکسیژن مصرفی می‌توان به افزایش حجم خون، افزایش قطر پایان دیاستولی، جریان بهتر خون به عضلات فعال، افزایش تراکم مویرگی و میتوکندری عضله فعال در پی تمرینات منتخب اشاره کرد [۱].

نتایج پژوهش نشان داد هشت هفته تمرینات همزمان متفاوت باعث بهبود ترکیب بدنی آزمودنی‌ها شد ( $P \leq 0/5$ ) که این افزایش در تمرینات هوازی نسبت به تمرین قدرتی بیشتر بود اما این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این یافته‌ها همسو با مطالعات؛ پوزش جدیدی و همکاران (۱۳۹۲)، مارسل و همکاران (۲۰۰۵)، خلیلی و همکاران (۱۳۹۲) و سهیلی و همکارانش (۱۳۹۰) که اثر مثبت اجرای تمرین قدرتی بر کاهش وزن و بهبود چربی و ترکیب بدنی را گزارش کردند، می‌باشد و از جمله دلایل احتمالی بهبود این فاکتورها می‌تواند به؛ تواتر تمرین، سن، جنس، تفاوت‌های فردی، سطح آمادگی آزمودنی‌ها و شدت تمرین اشاره کرد [۱۶-۱۸]. همچنین بررسی سایر تحقیقات مرتبط با آثار تمرین ورزشی نشان داد که نتیجه تحقیق حاضر همسو با مطالعه معتمدی و همکاران (۱۳۹۳) که اثر ۸ هفته تمرین هوازی را بر وزن، نمایه توده بدن، درصد چربی بدن مردان چاق غیر فعال مطلوب گزارش کرده و باعث کاهش معنادار آنها می‌شود، می‌باشد [۱]. در همین حیطه در مطالعه موافق دیگری پرابدی و همکاران با بررسی شش هفته تمرینات اینتروال روی سطوح آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی ۲۶ شرکت کننده به این نتیجه رسیدند که وزن بدن، نمایه توده بدن و درصد چربی بدن به طور معنی‌داری در پایان دوره کاهش یافت [۱۹]. اما، در مقابل این نتایج با یافته‌های فکورپان و همکاران (۱۳۹۱) مبنی بر اثر اجرای تمرینات ورزشی بر بهبود ترکیب بدنی همخوانی ندارد [۲۰]. ترکیب بدن به طور قابل توجهی با فعالیت‌های بدنی قابل تغییر است. فعالیت‌های دراز مدت ورزشی سبب افزایش توده بدون چربی و کاهش توده چربی می‌شود. مقدار تغییرات مذکور متناسب با نوع ورزشی که انجام می‌شود، متفاوت است. در نتیجه به نظر می‌رسد که وزن توده عضلانی افزایش یافته و جایگزین وزن چربی بدن شده است که به این ترتیب نمایه توده بدن نمونه‌ها تغییر معنی‌داری یافته است. در یک جمع بندی کلی می‌توان بیان کرد که کاهش درصدچربی بدن

پژوهش حاضر به نوع تمرینات ارتباط مستقیمی دارد، بدین معنا که تمرینات ورزشی باعث افزایش توده بدون چربی بدن و کاهش چربی زیرپوستی شده و در نهایت باعث بهبود ترکیب بدنی می‌شود و این کاهش به دلیل اثر فعالیت منظم ورزشی همزمان پژوهش است که از جمله دلایل بهبود ترکیب بدن و کاهش معناداری درصدچربی بدن می‌باشد، ولی دخالت متغیرهای دیگری همچون؛ تغذیه، فعالیت روزانه آزمودنی‌ها نحوه انجام تمرینات (همزمان) و وضعیت ارائه آنها قبل از شروع تحقیق، نیز می‌تواند از دلایل احتمالی یافته‌های حاضر باشد [۱۹، ۲۰]. یافته دیگر پژوهش نشان داد که ۸ هفته تمرین همزمان در مردان غیرفعال و دارای اضافه وزن باعث کاهش معنی‌دار کلسترول تام، تری گلیسیرید، کلسترول-لیپوپروتئین آ و کلسترول-لیپوپروتئین کم چگال و افزایش معنی‌دار کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی بالا شده است. بنابراین این موضوع نشان می‌دهد، اگر شدت و مدت تمرین مناسب باشد می‌تواند تأثیر مثبتی بر نیمرخ چربی داشته باشد. لازم به ذکر است که به دلیل نبود مطالعه مشابه (تمرینات همزمان)، بررسی سایر تحقیقات نشان داد که یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج مطالعات وتون و همکاران (۲۰۱۲)، تسکورس و همکارانش (۲۰۰۸) و امینی و همکاران (۱۳۹۵) که بر اثرات مثبت تمرینات قدرتی بر نیمرخ لیپیدی تأکید داشتند، مطابقت دارد، و از علل مطابقت نتایج پژوهشی در این زمینه می‌توان به تعداد آزمودنی‌ها، ویژگی‌های جمعیتی نوع، نژاد، سن و جنس و وضعیت سلامتی و نیز آمادگی بدنی قبلی، شدت فعالیت و نیز تفاوت در نحوه اندازه‌گیری این شاخص اشاره کرد، به طوری که، در تحقیق حاضر از آزمودنی‌های دارای اضافه وزن استفاده شد، که با برخی تحقیق مشابه بود. از سوی دیگر، دامنه سنی و جنسیت در برخی تحقیق به طور میانگین ۳۵ سال بود و از هر دو گروه مردان و زنان استفاده شد، در حالی که آزمودنی‌های تحقیق حاضر را مردان جوان با میانگین سنی ۲۵ سال تشکیل می‌دادند [۴، ۲۱، ۲۲]. همچنین بررسی سایر تحقیقات مرتبط با آثار تمرین ورزشی نشان داد که نتیجه تحقیق حاضر همسو با مطالعه توفیقی و همکاران (۱۳۹۶) که اثر تمرین هوازی بر آزمودنی‌ها غیرورزشکار را بررسی و بهبود شاخص‌های نیمرخ لیپیدی گزارش کردند، همراستا می‌باشد. همچنین در همین زمینه اوکاو و همکاران (۲۰۱۲) به منظور تعیین آثار فعالیت ورزشی پرشدت و تمرین ورزشی کم شدت (راه رفتن) ۹۰ زن سالم چاق را به سه گروه رژیم غذایی، رژیم غذایی همراه با فعالیت کم شدت، و رژیم غذایی همراه با فعالیت پرشدت تقسیم کردند. این افراد ۳ روز در هفته و به مدت ۱۴ هفته به فعالیت پرداختند، و گزارش کردند که همه عوامل خطرزا در هر دو گروه تمرین با شدت زیاد و شدت کم غلظت لیپوپروتئین با



پی اجرای تمرینات قدرتی را با سه شدت متفاوت گزارش کردند [۱۶، ۱۸-۲۵]. علاوه بر این موارد، در پژوهش‌های موافق دیگری در همین حیطه سهیلی و همکاران (۱۳۹۰) نیز اثر مثبت تمرین قدرتی را بر کاهش غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را گزارش کردند [۱۸]. دریک جمع‌بندی کلی عوامل مؤثر کاهش غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را می‌توان تحت موارد زیر توصیح داد؛ سیستم قلبی-عروقی در برابر فشار تمرینی از طریق بهبود ترکیب بدنی، افزایش حجم، شدت و طول دوره تمرینات واکنش نشان می‌دهد. از آنجایی که قرار گرفتن در محیط پرفشار مانند تمرینات ورزشی سبب افزایش کارایی متابولیکی و کاهش وزن و چربی بدن می‌شود و باعث بهبود عملکرد فیزیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها می‌شود که پیامد آن کاهش غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین می‌باشد. همچنین به دلیل محدود بودن مطالعه مستقیم در مورد آثار تمرینات همزمان، بررسی سایر تحقیقات مرتبط با آثار تمرین ورزشی نشان داد که اجرای تمرینات هوازی-سونا و تمرین قدرتی-سونا تحقیق حاضر همسو با یافته‌های تحقیقات آذربایجانی و همکاران (۱۳۹۰)، اینون و همکاران (۲۰۱۵) و احمدایزدی و همکاران (۱۳۹۳) همسو [۲۶-۲۸] و با یافته‌های ایزدی و همکاران (۱۳۹۲) و جیون و همکاران (۱۳۹۲) ناهمسو بود [۲۹، ۳۰]. در همین زمینه رضایی شیرازی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که ۳ ماه تمرین هوازی شدید باعث بهبود شاخص مقاومت به انسولین آزمودنی‌های چاق مبتلا به کبد چرب می‌شود [۳]. در تأیید صحت این یافته‌ها کاظم زاده و همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان دادند که ۸ هفته تمرین هوازی شدید باعث افزایش مقاومت به انسولین آزمودنی‌های جوان داری اضافه وزن می‌شود [۲]. در یک جمع بندی کلی مکانیسم‌ها و مداخلات مؤثر مبنی بر بهبود این شاخص‌ها را تحت موارد زیر توضیح دادند؛ ۱- افزایش mRNA GLUT<sub>4</sub>؛ ۲- افزایش پروتئین انتقال دهنده گلوکز GLUT<sub>4</sub>؛ ۳- افزایش فعالیت گلیکوژن سنتاز و هگزوکیناز؛ ۴- افزایش آزاد سازی اسیدهای چرب آزاد؛ ۵- افزایش آزاد سازی قند خون به عضله به علت افزایش تراکم مویرگی و ۶- تغییرات در نوع عضله برای افزایش جذب گلوکز منجر به کاهش سطح انسولین و بهبود مقاومت به انسولین می‌شود [۱۶].

### نتیجه گیری

بنابراین به نظر می‌رسد فرهنگ سازی جهت ارتقای سطح فعالیت بدنی در جامعه و فراهم نمودن امکانات و اقدامات لازم جهت ترغیب افراد مختلف (سن و جنس) و حتی سالمندان به شرکت در برنامه‌های منظم ورزشی از جمله تمرینات همزمان به زمینه سازی ارتقای سلامت جامعه و کاهش بیماری‌های

چگالی کم کاهش و غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا افزایش معنی‌دار را نشان داد و این تغییرات در گروه تمرین با شدت بالا بیشتر بود [۲۳، ۲۴]. علاوه بر این کسلر و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله مروری گزارش کردند که حداقل هشت هفته تمرین تناوبی هوازی یا بی‌هوازی برای بهبود سطح کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی پایین لازم است، و در مطالعات کمتر از هشت هفته، هیچ تغییری در پروفایل لیپیدی گزارش نشده است، که می‌توان از نقاط قوت این مطالعه اشاره به بهبود مثبت نیمرخ چربی مردان بی‌تحرك دارای اضافه وزن داشت. همچنین محافظت در برابر عوامل خطر قلبی عروقی توسط کاهش کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی پایین و افزایش کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌تواند توسط این برنامه تسهیل شود [۲۵]. تغییرات در مقدار لیپوپروتئین آ در اثر فعالیت بدنی با خط پایه مقدار لیپوپروتئین آ رابطه داشت. به طوری که هرچه این مقدار بالاتر باشد؛ تغییرات بیشتر و سریع‌تر است. همچنین فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز بعد از فعالیت بدنی ممکن است در این پدیده نقش داشته باشد. این آنزیم اتصال لیپوپروتئین آ را به پروتوگلیسین هپارین سولفاید در سطح سلول تسهیل می‌کند و بنابر این کاتابولیسم آن را افزایش می‌دهد. همچنین در فعالیت گیرنده کلسترول-لیپوپروتئین با چگالی پایین که به وسیله فعالیت بدنی تحریک می‌شود؛ افزایش مشاهده می‌شود. علاوه بر این کاهش بیشتر لیپوپروتئین آ در افراد با اضافه وزن بالا مشاهده شد و نتیجه گرفته شد که افزایش لیپوپروتئین لیپاز در نتیجه تمرینات بدنی باعث برداشت لیپوپروتئین آ به وسیله بافت‌های محیطی می‌شود. با برداشت لیپوپروتئین آ به وسیله بافت‌های محیطی، لیپوپروتئین برای تولید انرژی تجزیه می‌شود [۲۲، ۲۴].

در بخش دیگری از پژوهش یافته‌ها نشان داد اجرای تمرینات همزمان باعث کاهش معنی‌دار غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین مردان غیرفعال دارای اضافه وزن پس از آزمون در مقایسه با پیش آزمون شد ( $P \leq 0/5$ ) که این کاهش در گروه تمرین هوازی تناوبی و تداومی نسب به گروه تمرین قدرتی بیشتر بود اما تجزیه و تحلیل واریانس تفاوت معنی داری را نشان نداد، این یافته حاکی از آن است که فشار و استرس ناسی سه مدل تمرین همزمان به طور یکسانی باعث کاهش شاخص‌های منتخب شده هرچند این کاهش در گروه تمرین هوازی تناوبی-سونا بیشتر بود. این نتایج با یافته‌های برخی مطالعات غیرمستقیم در خصوص اثر تمرینات قدرتی بر کاهش غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین همسو است، برای مثال؛ پوزش جدیدی و همکاران (۱۳۹۲)، آتلنتس و همکارانش (۲۰۰۹)، مارسل و همکاران (۲۰۰۵) و خلیلی و همکارانش (۱۳۹۲) نیز کاهش شاخص مقاومت به انسولین در

مطالعه‌ای یافت نکردیم که به صورت ترکیبی تمرینات هوازی تناوبی، تداومی و تمرین قدرتی و برنامه مکمل سونا را بررسی کرده باشد و این نتایج به اجرای پژوهش‌های بیشتری در آینده نیاز دارد.

### سپاسگزاری

از زحمات کلیه ورزشکاران شرکت کننده در تحقیق که پژوهشگران رادرانجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

### Reference

- Motamedy P, Nikroo H, Hejazi K. The Effects of Eight-Weeks Aerobic Training on Serum Leptin Levels, Anthropometric Indices and VO<sub>2</sub>max in Sedentary Obese Men. *J Ergon*. 2017;5(1):36-42. doi: 10.21859/joe-05015
- Kazem Zadeh Y, Baniyarif Abdol A, Ghiroanis R, Hossein A. [Effects of 8 weeks full-time period practice. (HIIT) on body composition, fat profile and insulin sensitivity in overweight young men]. *J Physiol Exerc Phys Act*. 2016;18:1385-94.
- Rezaee Shirazi R. [Effects of 12 weeks high intensity interval training on plasma Adiponectin, Leptin and insulin resistance in obese males with non-alcoholic fatty liver]. *J Exerc Sci Fitn*. 2015;5(1):23-35.
- Amini R, Rajabi H, Amirseifadini M, Divsalar K. [Study of changes in adiponectin, leptin, and plasma lipid profile of Inactive men the result 24 session, playing futsal]. *Two Q Res Sport Med Technol*. 2014;12(28):11-22.
- Arefi Reza A, Hematin M, Kordi Mohammad R. [Effect of Severe Periodic Exercise (HIIT) on the Lipid profile of inactive young men]. *J Sport Sci*. 2017;6(3):259-72.
- Torabi S, Asadi M, Tabrizi A. [The Effect of 8 Weeks of Moderate-Intensity Endurance Training on Serum Levels of Liver Enzymes and Insulin Resistance Index in Women with Type 2 Diabetes]. *Qom Univ Med Sci J* 2017;11(7):47-55.
- Hakimi M, Sheikholeslami-Vatani D, Ali-Mohammadi M. [Comparing the effect of 8-week resistance with combined training (resistance- massage) on leptin serum, lipid profile and body composition in overweight young male]. *J Exerc Physiol*. 2015;25:15-32.
- Grundly SM. Obesity, metabolic syndrome, and coronary atherosclerosis. *Circulation*. 2002;105(23):2696-8. pmid: 1205 7978
- Eatamade Z, Ismail Nasab N. [The effect of triceps muscle resistance training on body composition and serum lipids in students of Islamic Azad University, Sanandaj Branch]. *J Med Sci KurdIstan*. 2009;14:8-20.
- Misra A, Alappan NK, Vikram NK, Goel K, Gupta N, Mittal K, et al. Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2008;31(7):1282-7. doi: 10.2337/dc07-2316 pmid: 18316394
- Ebrahim K, Salehpour M, Ahmadi N. [Comparison of the effect of a single bout of aerobic activity and sauna on blood free fatty acids levels]. *Iranian J Physiol Pharmacol*. 2015;1(2):105-11.
- Pilch W, Szygula Z, Klimek AT, Palka T, Cison T, Pilch P, et al. Changes in the lipid profile of blood serum in women taking sauna baths of various duration. *Int J Occup Med Environ Health*. 2010;23(2):167-74. doi: 10.2478/v10001-010-0020-9 pmid: 20682487
- Jafari M, Mogharnasi M, Galdavi R. [The Effect of 8 Weeks of Resistance Training and a Period of Short-Term Detraining on Plasma Levels of Cholesterol and Body Composition in Overweight and Obese Females]. *Sport Physiol Sport Manage Invest*. 2017;9(1):9-20.
- Ghahramanloo R, Agha Alinejad H, Gharakhanlou R. [Effects of Strength, Endurance and Concurrent Training on Bioenergetics' Characteristics, Maximum Strength and Body Composition in Untrained Men]. *Nat Olymp Commit Islamic Republic Iran*. 2007;15(4):45-53.
- Nikroo H, Nematy M, Sima HR, Attarzade Hosseini SR. Effect of restricted diet with or without aerobic training program on cardio respiratory fitness and anthropometric indices in patients with non alcoholic steatohepatitis. *J North Khorasan Univ Med Sci*. 2011;3(3):91-9. doi: 10.29252/jnkums.3.3.91
- Jadidi RP, Peeri M, Azarbayjani M, Homae HM. The effect of resistance training on the levels of glucose, insulin and insulin resistance index among untrained academic women. *Eur J Exp Biol*. 2013;3(6):455-61.
- Marcell TJ, McAuley KA, Traustadóttir T, Reaven PD. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. *Metab Clin Exp*. 2005;54(4):533-41.
- Sohaily S, Eizadi M, Shahedi V, Kameabnia M. [The Effect of Resistance Training on Adiponectin and Insulin Resistance Index in Over Weight College,s Students Girl]. *International Conference on Environmental, Biomedical and Biotechnology; Iran2011*. p. 102-6.
- Pourabdi K, Shakeriyan S, Pourabdi Z, Janbozorgi M. [Effects of Short-Term Interval Training Courses on Fitness and Weight Loss of Untrained Girls]. *Ann Appl Sport Sci*. 2013;1(2):1-9.
- Fakourian A, Azarbayjani M, Peeri M. Effect a period of selective military training on physical fitness, body mass index, mental health and mood in officer students. *J Army Univ Med Sci*. 2012;10(1):17-27.
- Wooten JS, Biggerstaff KD, Anderson C. Response of lipid, lipoprotein-cholesterol, and

- electrophoretic characteristics of lipoproteins following a single bout of aerobic exercise in women. *Eur J Appl Physiol*. 2008;104(1):19-27. doi: [10.1007/s00421-008-0770-2](https://doi.org/10.1007/s00421-008-0770-2) pmid: 18509669
22. Tsekouras YE, Magkos F, Kellas Y, Basioukas KN, Kavouras SA, Sidossis LS. High-intensity interval aerobic training reduces hepatic very low-density lipoprotein-triglyceride secretion rate in men. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2008;295(4):E851-8. doi: [10.1152/ajpendo.90545.2008](https://doi.org/10.1152/ajpendo.90545.2008) pmid: 18664593
23. Tofighi A, Jamali B, Babaei S, Amaghani A. [Effect of regular exercise on serum levels of homocysteine and lipid profile in obese female]. *Med J Tabriz Uni Med Sci Health Serv*. 2017;39(5):20-7.
24. Okura T, Nakata Y, Tanaka K. Effects of exercise intensity on physical fitness and risk factors for coronary heart disease. *Obes Res*. 2003;11(9):1131-9. doi: [10.1038/oby.2003.154](https://doi.org/10.1038/oby.2003.154) pmid: 12972684
25. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med*. 2012;42(6):489-509. doi: [10.2165/116309100000000000000](https://doi.org/10.2165/116309100000000000000) pmid: 22587821
26. Azebaijan M, Abedi B, Pirie M, Rasai Mohammad J. [The Effect of a Combined Resistance and Aerobic Exercise Session on Serum Leptin Concentration and Anabolism Intensity Indicator in Inactive Men]. *Qom Univ Med Sci*. 2002;6(1):46-53.
27. Inoue DS, De Mello MT, Foschini D, Lira FS, De Piano Ganen A, Da Silveira Campos RM, et al. Linear and undulating periodized strength plus aerobic training promote similar benefits and lead to improvement of insulin resistance on obese adolescents. *J Diabetes Complications*. 2015;29(2):258-64. doi: [10.1016/j.jdiacomp.2014.11.002](https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2014.11.002) pmid: 25441178
28. Ahmadizad S, Ghorbani S, Ghasemikaram M, Bahmanzadeh M. Effects of short-term nonperiodized, linear periodized and daily undulating periodized resistance training on plasma adiponectin, leptin and insulin resistance. *Clin Biochem*. 2014;47(6):417-22. doi: [10.1016/j.clinbiochem.2013.12.019](https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2013.12.019) pmid: 24380765
29. Ezadi M, Goudarzi M, Soheili S, Dahali H. [Effect of Short-term Sport Activities on Adiponectin Level and Insulin Sensitivity in Type 2 Diabetic Patients: A Short Report]. *Rafsanjan Univ Med Sci*. 2013;12:863-70.
30. Jeon JY, Han J, Kim HJ, Park MS, Seo DY, Kwak YS. The combined effects of physical exercise training and detraining on adiponectin in overweight and obese children. *Integr Med Res*. 2013;2(4):145-50. doi: [10.1016/j.imr.2013.10.001](https://doi.org/10.1016/j.imr.2013.10.001) pmid: 28664066