

## ارزیابی تغییرات پروفایل بیوشیمیایی - لیپیدی خون و توزیع چربی بدن در مردان غیرفعال دارای اضافه وزن به دنبال پروتکل‌های تمرینی «تداومی هوازی» و «تناوبی پرشدت»

فاطمه احمدی<sup>۱</sup>، دکتر مریم ابوالحسنی<sup>۲</sup>، دکتر رضا مشکاتی<sup>۳</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** چاقی اندروئیدی تهدیدی برای سلامت شهروندان به ویژه مردان در جامعه مدرن امروزی است. در راستای غلبه بر این تهدید، تحقیق حاضر به بررسی تغییرات پروفایل بیوشیمیایی - لیپیدی خون و توزیع چربی بدن در مردان غیرفعال دارای اضافه وزن به دنبال پروتکل‌های تمرین تداومی هوازی (CAT) و تمرین تناوبی پرشدت (HIIT) پرداخته است.

**مواد و روش ها:** تعداد ۲۶ نفر از آزمودنیها با میانگین سن  $45/3 \pm 6/1$  سال، وزن  $88/6 \pm 9/8$  کیلوگرم، و درصد چربی کل بدن  $32/3 \pm 5/7$  درصد، در سه گروه CAT ( $n=8$ )، HIIT ( $n=9$ ) و کنترل یا CO ( $n=9$ )، دوره مطالعه را تکمیل کردند. برنامه های تمرینی شامل ۱۲ هفته HIIT و CAT به صورت هفته ای ۳ جلسه بود. توزیع چربی بدن به روش DEXA و متغیرهای بیوشیمیایی - لیپیدی خون از طریق تحلیل نمونه خونی در ابتدا و پس از دوازده هفته مداخله تمرینی اندازه گیری شدند.

**یافته ها:** وزن بدن، BMI، درصد چربی بدن و سطح LDL سرم در هر دو گروه تمرینی بطورمعنی داری کاهش یافت ( $P < 0/05$ )، لیکن درصد کاهش در گروه CAT بطورمعنی داری بیشتر از گروه HIIT بود ( $P = 0/025$ ). دور کمر، WHR، درصد چربی تنه، درصد چربی اندروئیدی و نیز کلسترول کل، hs-CRP، و HDL سرم در گروه CAT بطورمعنی داری بهبود یافتند ( $P = 0/02$ )، اما در گروه HIIT تغییر معنی داری نکردند.

**نتیجه گیری:** مطابق با نتایج تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود که تمرین تناوبی پرشدت اگرچه به لحاظ کسب منافع آمادگی جسمانی و قلبی عروقی، یک راهکار تمرینی سودمند(به لحاظ زمانی) و قابل مقایسه با تمرین تداومی در افراد بزرگسال غیرفعال دارای اضافه وزن است، لیکن، در مورد توزیع چربی بدن و سلامت لیپیدی خون، منافی مشابه با تمرین تداومی با این نوع تمرینات حاصل نمی‌گردد.

**واژه های کلیدی:** مردان غیرفعال، پروفایل بیوشیمیایی - لیپیدی خون، توزیع چربی، تمرین تداومی، تمرین تناوبی پرشدت

## مقدمه

اگرچه در گذشته مهم‌ترین دلیل چاقی و اضافه وزن را عادات تغذیه‌ای نامناسب می‌دانستند، لیکن شواهد اخیر نشان می‌دهد که احتمالاً عدم فعالیت بدنی و تحرک در مقایسه با تغذیه عامل مهم‌تری برای چاقی است (۱). عوارض متابولیکی ناشی از چاقی، نه تنها در کشورهای توسعه یافته بلکه در کشورهای در حال توسعه نیز در حال رشد است (۲). شیوع این عارضه در همه گروه‌های سنی و در هر دو جنس رو به افزایش است (۳). لیکن، به نظر می‌رسد که مردان بیشتر در معرض خطرات ناشی از چاقی و تجمع چربی قرار دارند، چرا که چربی در زنان بیشتر به صورت چربی لگن و اندام تحتانی (ژینوئید<sup>۱</sup>) و در مردان بیشتر به صورت چربی احشائی و شکم (اندروئید<sup>۲</sup>) تجمع می‌یابد (۴). در چاقی اندروئیدی (سیبی شکل)، چربی در قسمت‌های میانی بدن شامل قسمت‌های فوقانی شکم، قفسه سینه، گردن، صورت و بازوها و اندام‌های درونی که چربی آنها را احاطه می‌کند از قبیل قلب، ششها، کبد و کلیه‌ها ذخیره می‌گردد. از این رو احتمال بروز بیماری‌های قلبی، دیابت، فشار خون بالا، سکت و بیماری‌های کیسه صفرا در چاقی اندروئیدی بیشتر از چاقی ژینوئیدی (گلایبی شکل) است (۵). از آنجایی که چاقی اندروئیدی اغلب در مردان پدید می‌آید، لذا تجمع چربی در بالاتنه مردان با افزایش خطر مقاومت انسولینی، پرفشارخونی، دیابت نوع دوم و بیماری‌های عروق کرونری همراه است (۶). تمرین تناوبی پرشدت<sup>۳</sup> (HIIT) می‌تواند به طور بالقوه منافع سلامتی را به شیوه‌ای موثر از نظر زمان فراهم نماید. این تمرین شامل وهله‌های تکراری از تمرین شدید می‌باشد که با دوره‌های بازگشت به حالت اولیه با شدت کم به صورت یک در میان قرار گرفته‌اند. شواهد رو به رشدی در جمعیت‌های سالم وجود دارد که نشان می‌دهند تمرین HIIT منجر به محدوده‌ای از منافع قلبی عروقی و متابولیکی می‌شود که مشابه یا بیشتر از منافع است که با انجام تمرینات هوازی تداومی<sup>۴</sup> (CAT) منظم حاصل می‌گردد. این منافع شامل افزایش آمادگی قلبی تنفسی (۷ - ۱۲) و بهبود ظرفیت کار (۱۳)، افزایش تکامل میتوکندریایی عضلانی و سطوح GLUT-4<sup>۵</sup> (۱۴) و بهبود حساسیت انسولین می‌شود (۸، ۱۰، ۱۱). همچنین نشان داده شده است که HIIT سبب بهبودهای قابل مقایسه‌ای نسبت به CAT در آمادگی جسمانی و حساسیت انسولین در جمعیت‌های بالینی، شامل افراد دارای اضافه وزن (۱۵ - ۲۰)، بیماری‌های قلبی عروقی (۲۱ تا ۲۴)، سندروم متابولیکی (۲۰) و دیابت نوع دوم (۲۵ و ۲۶) می‌شود. همچنین شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد HIIT می‌تواند در بهبود سطوح چربی بدن و سطوح لیپیدی خون به ویژه به لحاظ صرفه جویی در زمان، موثر باشد (۲۷، ۲۸، ۲۰، ۱۹، ۱۷، ۱۶، ۱۲، ۸). سوری و همکاران (۱۳۹۲) کاهش معنی‌دار BMI، جرم بدن، درصد چربی بدن، LDL و کلسترول کل و نیز افزایش معنی‌دار HDL را با HIIT در جوانان چاق ۲۰ تا ۳۰ ساله گزارش کرده‌اند (۲۹). به زارع و همکاران (۱۳۹۱) اثر معنی‌دار مشابه تمرینات تناوبی و تداومی بر کاهش کلسترول کل، LDL، hs-CRP و افزایش HDL را بدون تفاوت معنی‌دار بین این دو شیوه تمرینی گزارش کرده‌اند (۳۰). مک فرسون و همکاران (۲۰۱۱) و حیدری و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقاتی جداگانه نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند سبب کاهش معنی‌دار چربی تنه، محیط کمر و جرم بدن در نوجوانان و بزرگسالان شود (۱۲) و (۲۸). برخی محققان دیگر نیز این یافته‌ها را تایید کرده‌اند (۲۶، ۱۸، ۱۵، ۴). با این وجود برخی از این مطالعات

۱. Gynoid

۲. Android

۳. High intensity interval training

۴. Continiuise aerobic training

۳- GLUT4 یک پروتئین ناقل گلوکز موجود در سلولهای چربی و عضلات مخطط است که مسئول انتقال گلوکز تنظیم شده به وسیله انسولین به داخل سلول است.

صرفاً به مقایسه HIIT با یک گروه کنترل (۲۷ و ۲۸) پرداخته یا قادر به تشخیص دقیق منافع مستقل HIIT از تأثیر تمرین تداومی همزمان یا مداخله رژیم غذایی نبوده اند (۱۷،۲۶) و یا اینکه از افراد سالم و جوان به عنوان آزمودنی های تحقیق استفاده کرده اند (۸، ۱۲) برخی محققان استفاده از تنها دو گروه (یک گروه تمرینی و یک گروه کنترل) را به عنوان محدودیت اصلی تحقیقات خود ذکر نموده اند (۲۷ و ۳۰). در حقیقت بیشتر تحقیقات قبلی که نشان دهنده تأثیرات مثبت کاردیومتابولیک حاصل از HIIT می باشند در افراد سالم و فعال بدنی انجام گرفته اند. این تحقیقات، از برنامه های HIIT که نیازمند انجام وهله های تمرینی ۸ تا ۳۰ ثانیه ای با حداکثر سرعت بوده اند استفاده کرده اند (۸،۱۲،۱۶،۲۸). اگرچه HIIT سرعتی ممکن است برای افراد سالم جوان مناسب باشد، با این وجود اجرای چنین تمریناتی در یک محیط بالینی برای افراد دارای اضافه وزن، منطقی نیست. با اینکه نشان داده شده است که برنامه های تمرین تناوبی با شدت کم و متوسط که از خطر پائینی برخوردارند باعث کسب منافع کاردیومتابولیک در افراد مبتلا به بیماری شریان کرونری و انسداد ریوی مزمن (۲۱ تا ۲۴)، افراد دارای اضافه وزن (۱۵-۱۷) یا افراد مبتلا به دیابت نوع دوم (۲۳) می شوند، لیکن مشخص شده است تمرین شدید باعث کاهش اشتها و افزایش میزان RMR می شود و در نهایت سبب افزایش تعادل منفی انرژی شده و لذا کاهش وزن را به همراه خواهد داشت (۱ و ۳۱). با این حال، تاکنون مقایسه کنترل شده ای از تأثیرات مستقل HIIT در مقابل تأثیرات تمرین تداومی بر روی سطوح چربی بدن و پارامترهای بیوشیمیایی- لیپیدی خون به عمل نیامده است.

از طرفی مریدان سلامت و آمادگی جسمانی تمایل دارند تا از تمرینات HIIT به جای تمرینات تداومی جهت کاهش وزن و بهبود توزیع چربی بدن استفاده نمایند. زیرا اعتقاد دارند که چنین تمریناتی در مدت زمان کوتاهی اجرا شده و اثرات خود را سریع تر نشان می دهند. با این وجود قضاوت دقیق راجع به کارآمدی تمرینات تناوبی پرشدت و تداومی از منظر اثربخشی بر توزیع چربی بدن و پروفایل بیوشیمیایی- لیپیدی خون مستلزم مطالعات بیشتر و طرح های تحقیقاتی تجربی تر می باشد. بنابراین در تحقیق حاضر، تأثیر دوازده هفته HIIT بر روی پروفایل بیوشیمیایی- لیپیدی خون و توزیع چربی بدن با تمرین هوازی تداومی و نیز با یک گروه کنترل در مردان غیرفعال بزرگسال دارای اضافه وزن مورد مقایسه قرار گرفته است.

### روش شناسی تحقیق

**آزمودنی ها:** تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود. شرکت کننده ها از طریق فراخوان عمومی به مشارکت در تحقیق دعوت شدند. معیارهای ورود آزمودنی ها به مطالعه به شرح ذیل بود: سن بین ۴۰ تا ۵۰ سال، عدم سابقه بیماری های قلبی- عروقی، کبدی، کلیوی، ریوی، و دیابت و عدم گزارش هر نوع ضایعه جسمی و ارتوپدی که با اجرای تمرینات تداخل داشته باشد، غیرفعال بودن (عدم مشارکت در فعالیت های ورزشی به طور منظم و سازمان یافته طی سه سال گذشته)، عدم مصرف داروها و مکمل های تأثیرگذار. تعداد ۳۳ مرد واجد شرایط شرکت در تحقیق، انتخاب شده و به هریک از گروه های مورد مطالعه، ۱۱ آزمودنی به طور تصادفی اختصاص داده شد، لیکن ۷ نفر به دلایل مختلف از تحقیق کنار گذاشته شدند و مجموعاً ۲۶ نفر در ۳ گروه HIIT (n=۹)، CAT (n=۸) و CO (n=۹)، دوره مطالعه را تکمیل کردند. آزمودنی ها پس از کسب اجازه از پزشک متخصص همکار، رضایت نامه ای مبنی بر شرکت داوطلبانه در تحقیق امضا نمودند. این تحقیق توسط کمیته اخلاقی تحقیقات انسانی دانشگاه علوم پزشکی تهران مورد تصویب قرار گرفت.

**مداخلات تمرینی:** آزمودنی‌ها به مدت دوازده هفته به صورت سه روز در هفته (هر روز یک جلسه) در برنامه تمرینی CAT و سه روز در هفته (هر روز دو جلسه)، در گروه HIIT، شرکت نمودند. برنامه‌های تمرینی در گروه‌های مداخله به طور مداوم توسط یک متخصص فیزیولوژی تمرین تحت نظارت بودند. همسان کردن حجم تمرین در گروه‌های تمرینی با برابر کردن زمان کل انجام تمرین در ۱۲ هفته انجام شد. ضربان قلب، میزان فشار دریافتی، و فشار خون به طور مداوم در طی تمرینات کنترل می‌شد. برنامه CAT شامل دوچرخه سواری مداوم بر روی دوچرخه کارسنج بود. تمرین از ۳۰ دقیقه در هر جلسه با شدت ۵۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه در هفته اول، به تدریج تا ۴۵ دقیقه در هر جلسه با شدت ۶۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه در هفته پنجم مطالعه پیشرفت نمود و در طی هفته‌های پنجم تا دوازدهم از شدت و مدت یکسانی برخوردار بود. اندازه گیری اکسیژن مصرفی بیشینه با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر حین آزمون فزاینده انجام گرفت. کل زمان تمرینی در هر جلسه (روز) از گرم کردن تا سرد کردن بین ۳۶ تا ۴۸ دقیقه و کل زمان تمرینی در هر هفته بین ۱۰۸ تا ۱۴۴ دقیقه متفاوت بود (۳۲). برنامه HIIT شامل اینتروال‌های تکراری بر روی دوچرخه کارسنج بود، این تمرینات به گونه‌ای طراحی شده بود که منجر به برون ده توانی معادل با ۱۲۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه شود. در بین اینتروال‌ها، دوچرخه سواری با شدت پایین (۳۰ وات) انجام می‌گرفت (۲۵). این برنامه بنا به گزارش‌های محققان به خوبی تحمل شده و منجر به بهبودهای معنی‌داری در آمادگی جسمانی (۱۵، ۱۷، ۲۵) و حساسیت به انسولین (۱۵ و ۲۵) می‌شود. برنامه HIIT در طی چهار هفته اول از چهار تا شش اینتروال به صورت زمان کار برابر با ۳۰ تا ۴۵ ثانیه با ۱۲۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه و زمان ریکاوری برابر با ۱۲۰ تا ۱۸۰ ثانیه با شدت کم، پیش رفت. از هفته‌های پنجم تا دوازدهم شرکت‌کنندگان شش اینتروال را به صورت نسبت زمان کار به ریکاوری ۶۰ به ۱۲۰ ثانیه انجام دادند. کل زمان تمرینی انجام شده در هر جلسه تمرینی همراه با دوره‌های گرم کردن و سرد کردن از ۱۸ تا ۲۴ دقیقه (در هر روز، بین ۳۶ تا ۴۸ دقیقه) و کل زمان تمرینی در هر هفته از ۱۰۸ تا ۱۴۴ دقیقه متفاوت بود (۲۵). برای گروه کنترل برنامه‌ای متشکل از حرکات کششی سبک و تمرینات ماساژ به صورت جلسات خانگی تجویز شد. اعضای این گروه هر دو هفته یک بار، در یک جلسه تحت نظارت متخصص فیزیولوژی تمرین شرکت می‌کردند. در این جلسه به آنها یادآوری و تاکید می‌شد که به فعالیت‌های روزانه معمول خود ادامه داده و از شرکت در تمرینات منظم و سازمان یافته خودداری نمایند.

**اندازه‌گیری پروفایل بیوشیمیایی - لیپیدی خون:** جهت اندازه‌گیری متغیرهای پروفایل بیوشیمیایی - لیپیدی خون از آزمودنی‌ها خون‌گیری بعمل آمد. بدین منظور از ورید قدامی ساعد در وضعیت نشسته توسط متخصص آزمایشگاه نمونه خونی (۵cc) گرفته شد. خون‌گیری بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتا انجام شده و نمونه‌های خونی سانتریفیوژ شده و سرم از لخته جدا گردید. کل نمونه خونی قبل از تجزیه و تحلیل برای مدت زمان ۲ تا ۳ ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد ذخیره شد. تحلیل متغیرهای بیوشیمیایی خون شامل گلوکز، انسولین، و پروتئین واکنش دهنده C با حساسیت بالا<sup>۱</sup> (hs-CRP) و نیز متغیرهای لیپیدی سرم شامل تری گلیسرید (TG)، کلسترول کل (TC)، کلسترول لیپوپروتئین پرچگال<sup>۲</sup> (HDL-c)، و کلسترول لیپوپروتئین کم چگال<sup>۳</sup> (LDL-c)، در همان روز جمع‌آوری نمونه خونی انجام گرفت. نمونه‌های خونی در آزمایشگاه اختصاصی و

۱. high sensitivity C-reactive protein

۲. High Density Lipoprotein Cholesterol(HDL-c)

۳. Low Density Lipoprotein Cholesterol(LDL-c)

با ابزار و کیت های مخصوص کمی سازی شدند. سطح کلسترول خون ناشتا با استفاده از کیت تشخیص کمی کلسترول سرم شرکت پارس آزمون با روش فتومتری CHOD/PAP و سطح تری گلیسرید نیز با استفاده از کیت اختصاصی این شرکت با روشی مشابه GPO/PAP اندازه گیری شد. سطح سرمی گلوکز، انسولین و پروتئین hs-CRP با روش الایزا و با استفاده از کیت (Company DBC, Ontario, Canada) اندازه گیری شد.

### ارزیابی متغیرهای آنتروپومتریک و توزیع چربی بدن:

جرم با حداقل پوشش و بدون کفش به وسیله یک ترازوی دیجیتالی با حساسیت ۱۰۰ گرم و قد در وضعیت ایستاده در کنار دیوار و بدون کفش با استفاده از متر نواری با حساسیت ۱ سانتی متر اندازه گیری شد. دور کمر به صورت عرضی، در نقطه میانی فاصله بین کناره پایینی دنده ها و کناره فوقانی خار خاصه در باریک ترین ناحیه آن هنگامی که فرد در انتهای بازدم طبیعی خود قرار داشت، اندازه گیری شد. دور لگن در وضعیت ایستاده قائم با پاهای جفت در قطورترین ناحیه باسن به صورت عرضی اندازه گیری شد. اندازه گیری دور کمر و لگن با استفاده از یک متر نواری غیر قابل ارتجاع با حساسیت ۰/۵ سانتی متر انجام شد. شاخص WHR نیز از طریق تقسیم دور کمر به دور لگن برحسب درصد محاسبه گردید. (۳۳). توزیع چربی کلی و موضعی با استفاده از اسکن کل بدن در ابتدای مطالعه و پس از هفته دوازدهم به روش DEXA<sup>۴</sup> و با دستگاه مدل Discovery W model QDR series S/N83167 ساخت کمپانی Hologic Inc از کشور آمریکا اندازه گیری شد. بررسی اجمالی و تجزیه و تحلیل DEXA توسط فردی انجام گرفت که از گروه بندی آزمودنی ها ناآگاه بود.

**روش های آماری:** برای آزمون طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون t همبسته برای مقایسه تغییرات درون گروهی و از آنالیز کوواریانس و متعاقب آن آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه تغییرات بین گروهی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده با نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ و ترسیم شکل ها با نرم افزار اکسل انجام شد. همچنین سطح معنی داری آزمون ها،  $P \leq 0.05$  در نظر گرفته شد.

### نتایج

به طور کلی در ۲۶ آزمودنی که دوره مطالعه را تکمیل کردند، میانگین سن،  $45/3 \pm 6/1$  سال، قد،  $171/3 \pm 14/5$  سانتیمتر، جرم،  $88/6 \pm 9/8$  کیلوگرم و شاخص توده بدن،  $29/4 \pm 2/8$  کیلوگرم بر متر مربع، بود. مشخصات دموگرافیک و فیزیولوژیک شرکت کنندگان در آغاز مطالعه به تفکیک گروه های مورد مطالعه در جدول ۱ توصیف شده است. همانطور که از جدول ۱ پیداست، تفاوت معنی داری در مشخصات دموگرافیک و فیزیولوژیک بین سه گروه تحقیق وجود نداشت.

۴. dual-energy X-ray absorptiometry

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف در آغاز مطالعه

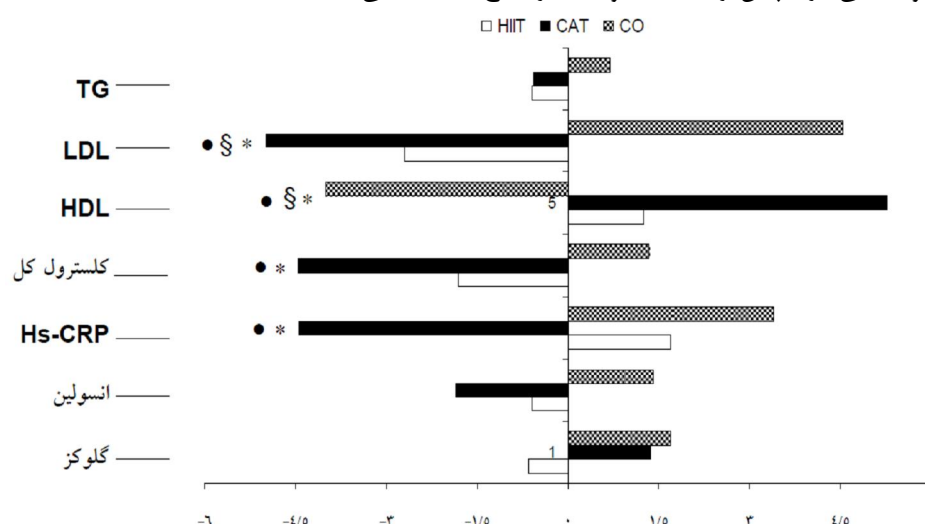
P	CO	CAT	HIIT	مشخصات
۰/۱۸۳	۴۵/۲۰±۸/۱	۴۷/۳±۶/۵	۴۴/۱۵±۷/۲	سن (سال)
۰/۲۲۹	۸۹/۰۸±۱۰/۲	۸۶/۱۵±۱۲/۵	۸۷/۲۲±۱۱/۸	جرم (kg)
۰/۱۱۶	۱۷۱/۹۲±۱۸/۱۷	۱۷۳/۳۰±۱۷/۱۳	۱۷۰/۲۵±۱۶/۷۵	قد (cm)
۰/۵۱۴	۲۹/۱۵±۷/۳۴	۳۰/۱۱±۷/۲۵	۲۹/۴۷±۶/۲۶	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
۰/۶۲۷	۱۲۰/۳±۱۲/۱	۱۱۷/۹±۱۴/۶	۱۱۹/۶±۱۴/۲	SBP (mmHg)
۰/۴۹۸	۷۸/۳±۹/۴	۷۶/۵±۸/۲	۷۹/۷±۹/۵	DBP (mmHg)
۰/۳۹۱	۷۹±۱۱	۷۳±۸	۸۱±۹	ضربان قلب (ضربه در دقیقه)
۰/۱۷۶	۳۰/۱۹±۹/۱۵	۲۶/۴۹±۸/۲	۲۹/۱۵±۷/۳۵	VO <sub>2peak</sub> (mL/kg/min)

**متغیرهای پروفایل بیوشیمیایی - لیپیدی خون:** میانگین متغیرهای پروفایل بیوشیمیایی - لیپیدی خون و تغییرات درون گروهی و بین گروهی آنها در جدول ۲ گزارش شده است. همچنین میزان تغییرات (درصد تغییرات) این متغیرها در شکل ۱ ترسیم گردیده است. تفاوت‌های معنی‌داری در متغیرهای گلوکز، انسولین، و تری‌گلیسرید، بین گروه‌ها و درون گروه‌ها مشاهده نشد. در گروه CAT، کلسترول کل (P=۰/۰۱۵)، hs-CRP (P=۰/۰۱۲) و LDL (P=۰/۰۱) به طور معنی‌داری کاهش و HDL (P=۰/۰۱) به طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی‌که در گروه HIIT، فقط LDL بطور معنی‌داری کاهش یافت (P=۰/۰۴) و تغییرات سایر متغیرها معنی‌دار نبود. میزان کاهش کلسترول کل، LDL و hs-CRP در گروه CAT به طور معنی‌داری بیشتر از گروه HIIT (P<۰/۰۳) و درصد افزایش HDL در گروه CAT به طور معنی‌داری بیشتر از گروه HIIT بود (P=۰/۰۰۱)، شکل ۲). درصد تغییرات hs-CRP بین گروه‌های HIIT و CO تفاوت معنی‌داری نداشت، اما درصد تغییرات HDL و LDL در گروه CO به طور معنی‌داری با گروه HIIT متفاوت بود (P<۰/۰۱، شکل ۲). در گروه CO، مقادیر LDL و hs-CRP به طور معنی‌داری افزایش (P<۰/۰۲) و HDL به طور معنی‌داری کاهش (P=۰/۰۱) یافت. بین گروه‌های CAT و CO تفاوت‌های معنی‌داری در درصد تغییرات hs-CRP، کلسترول کل، HDL و LDL وجود داشت (P<۰/۰۲).

جدول ۲- مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی پروفایل بیوشیمیایی- لیپیدی خون

گروه ها متغیرها	HIIT		CAT		CO	
	پیش از مداخله	پس از مداخله	پیش از مداخله	پس از مداخله	پیش از مداخله	پس از مداخله
گلوکز (mmol/L)	۴/۶±۰/۸	۴/۵۷±۰/۷	۴/۳۵±۰/۵	۴/۴۱±۰/۷	۴/۱۵±۰/۶	۴/۲۲±۰/۶
انسولین (mU/L)	۸/۲±۰/۹	۸/۱۵±۰/۸	۸/۱±۰/۷	۷/۹۵±۰/۶	۷/۱۸±۰/۶	۷/۹۱±۰/۸
(mg/L) hs-CRP	۲/۹۵±۰/۴	۳/۰±۰/۵	۳/۳۵±۰/۵	* ۳/۲±۰/۴	۲/۳۵±۰/۲	* ۲/۴۳±۰/۳
کلسترول کل (mmol/L)	۱/۶±۰/۰۹	۱/۶۲±۰/۰۸	۱/۵۲±۰/۰۶	* ۱/۶±۰/۰۸	۱/۵±۰/۰۶	* ۱/۴۴±۰/۰۵
(mmol/L) HDL	۳/۷±۰/۷	* ۳/۶±۰/۰۶	۴/۰±۰/۸	* ۳/۸±۰/۳	۳/۳±۰/۷	* ۳/۴۵±۰/۵
(mmol/L) LDL	۱/۵۹±۰/۰۸	۱/۵۸±۰/۰۸	۱/۷±۰/۰۶	۱/۶۹±۰/۰۶	۱/۴۱±۰/۰۷	۱/۴۲±۰/۰۸
(mmol/L) TG						

\* تفاوت معنی دار با پیش از مداخله، تفاوت ها در سطح  $P \leq 0.05$  می باشد.



شکل ۱- مقایسه درصد تغییرات متغیرهای پروفایل بیوشیمیایی- لیپیدی خون بین گروه های مختلف. \* تفاوت معنی دار بین گروه های HIIT و CAT در میزان تغییرات. §: تفاوت معنی دار بین گروه های HIIT و CO. •: تفاوت معنی دار بین گروه های CAT و CO.

اندازه های آنتروپومتریکی و توزیع چربی بدن: مقادیر میانگین پارامترهای آنتروپومتریکی و ترکیب و توزیع چربی بدن و نیز مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی آنها در جدول ۳ گزارش شده است. همچنین درصد تغییرات این متغیرها به ترتیب در اشکال ۲ و ۳ ترسیم گردیده است. جرم و شاخص توده بدن در گروه های HIIT (به ترتیب،  $P=0.02$  و  $P=0.025$ ) و CAT (به ترتیب،  $P=0.001$  و  $P=0.01$ ) به طور معنی داری کاهش یافتند. علاوه بر این همانطور که شکل ۳ نشان می دهد، میزان کاهش (درصد تغییرات) حاصل از تمرینات HIIT

در جرم ( $P=0/001$ ) و شاخص توده بدن ( $P=0/01$ ) به طور معنی داری کمتر از میزان کاهش حاصل از تمرینات CAT بود. دور کمر، دور لگن و WHR در گروه HIIT تغییر معنی داری نکردند، اما در گروه CAT، دور کمر ( $P=0/02$ ) و WHR ( $P<0/01$ ) به طور معنی داری کاهش یافتند. در حالی که دور لگن تغییر معنی داری نکرد. همچنین دور کمر ( $P=0/03$ ) و WHR ( $P=0/02$ ) در گروه CO افزایش معنی داری داشتند. درصد تغییرات دور کمر ( $P=0/001$ ) و WHR ( $P=0/001$ ) در گروه CAT به طور معنی داری بیشتر از گروه HIIT و نیز بیشتر از گروه CO ( $P<0/05$ ) بود (شکل ۲).

در حالیکه جرم چربی و درصد چربی کل بدن در گروه CO به طور معنی داری افزایش یافت ( $P<0/02$ )، لیکن در هر دو گروه HIIT و CAT به طور معنی داری کاهش یافت ( $P<0/05$ )، با این حال این کاهش در گروه CAT، به طور معنی داری بیشتر از گروه HIIT بود ( $P<0/01$ ، شکل ۳). چربی تنه در گروه HIIT تغییر معنی داری نکرد ولی در گروه CAT به طور معنی داری کاهش ( $P=0/02$ ) و در گروه CO به طور معنی داری افزایش ( $P=0/04$ ) نشان داد. درصد تغییرات چربی تنه بین گروه های HIIT و CAT به طور معنی داری متفاوت بود ( $P=0/011$ ). درصد چربی اندروئیدی در گروه CAT به طور معنی داری کاهش ( $P=0/001$ ) و در گروه CO به طور معنی داری افزایش ( $P=0/01$ ) یافت، اما در گروه HIIT تغییر معنی داری نکرد. درصد تغییرات چربی اندروئیدی بین گروه های HIIT و CAT به طور معنی داری متفاوت بود ( $P=0/01$ ). در هر دو گروه HIIT و CAT، برخلاف گروه CO، درصد چربی ژینوئیدی نسبت به مقادیر شروع تحقیق کاهش یافت ( $P<0/01$ )، اما در بین گروه های HIIT و CAT هیچگونه تفاوت معنی داری در میزان این کاهش وجود نداشت (شکل ۳). همچنین تغییرات معنی داری در توده بدون چربی ایجاد نشد.

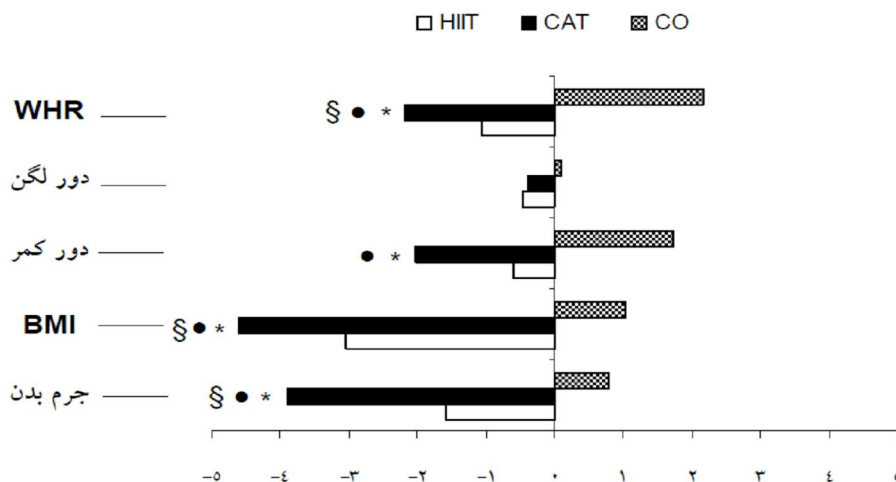
### جدول ۳- مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی متغیرهای آنترپومتریکی

#### و توزیع چربی بدن

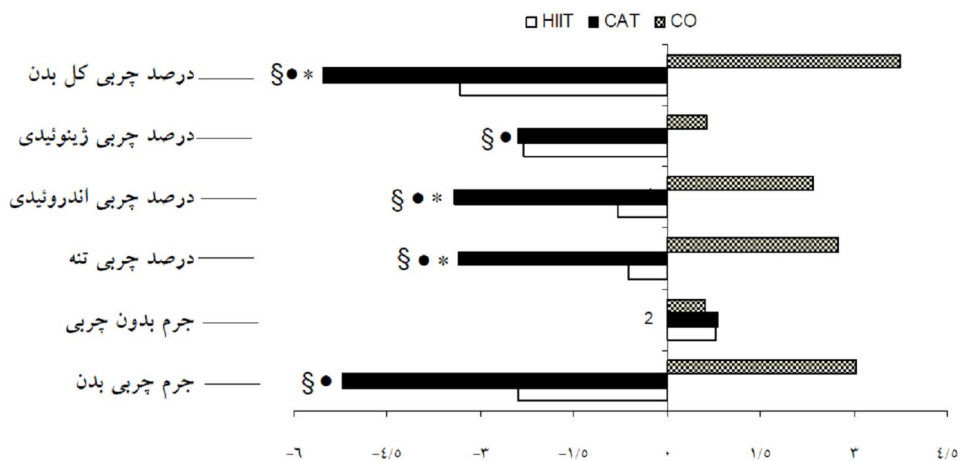
متغیرها	گروه ها		HIIT		CAT		CO	
	پیش از مداخله	پس از مداخله	پیش از مداخله	پس از مداخله	پیش از مداخله	پس از مداخله	پیش از مداخله	پس از مداخله
جرم بدن (kg)	۸۷/۲±۱۱/۸	۸۵/۸±۹/۴	۸۶/۵±۱۲/۵	۸۳/۱±۹/۸	۸۹/۱±۱۰/۲	۸۹/۱±۱۲/۶	۸۹/۱±۱۲/۶	۸۹/۱±۱۲/۶
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	۲۹/۵±۶/۳	۲۸/۶±۵/۸	۳۰/۱±۷/۳	۲۸/۷±۶/۹	۲۹/۲±۷/۳	۲۹/۵±۸/۱	۲۹/۵±۸/۱	
دور کمر (cm)	۱۰۰/۳±۱۱/۷	۹۹/۷±۱۱/۶	۱۰۳/۵±۱۳/۵	۱۰۱/۴±۱۱/۹	۹۸/۶±۱۰/۸	۱۰۰/۳±۱۱/۲	۱۰۰/۳±۱۱/۲	
دور لگن (cm)	۱۰۷/۳±۱۲/۳	۱۰۶/۸±۱۰/۹	۱۰۸/۱±۱۰/۸	۱۰۷/۷±۱۱/۵	۱۰۸/۴±۹/۱	۱۰۸/۵±۹/۷	۱۰۸/۵±۹/۷	
WHR	۰/۹۴±۰/۰۵	۰/۹۳±۰/۰۵	۰/۹۱±۰/۰۶	۰/۸۹±۰/۰۴	۰/۹۲±۰/۰۴	۰/۹۴±۰/۰۳	۰/۹۴±۰/۰۳	
جرم چربی (kg)	۳۷/۴±۶/۱	۳۶/۵±۶/۱	۳۶/۴±۶/۴	۳۴/۵±۷/۲	۳۶/۳±۷/۹	۳۷/۴±۸/۵	۳۷/۴±۸/۵	
جرم بدون چربی (kg)	۵۱/۰±۹/۶	۵۱/۴±۹/۱	۴۹/۹±۸/۴	۵۰/۳±۸/۳	۵۲/۱±۹/۷	۵۲/۴±۸/۸	۵۲/۴±۸/۸	
درصد چربی تنه	۴۸/۴±۸/۳	۴۸/۱±۷/۹	۴۷/۶±۹/۴	۴۶/۰±۷/۷	۴۷/۲±۸/۷	۴۸/۵±۷/۴	۴۸/۵±۷/۴	
درصد چربی اندروئید	۵۰/۳±۱۰/۴	۴۹/۹±۹/۸	۴۹/۶±۸/۵	۴۷/۹±۷/۳	۵۱/۲±۱۱/۱	۵۲/۴±۱۱/۶	۵۲/۴±۱۱/۶	
درصد چربی ژینوئید	۴۷/۵±۸/۵	۴۶/۴±۷/۸	۴۵/۷±۹/۳	۴۴/۶±۷/۳	۴۶/۴±۸/۲	۴۶/۷±۸/۳	۴۶/۷±۸/۳	
درصد چربی کل بدن	۳۲/۹±۸/۴	۳۱/۸±۹/۲	۳۱/۲±۷/۴	۲۹/۵±۶/۸	۳۲/۱±۹/۴	۳۳/۳±۸/۳	۳۳/۳±۸/۳	

WHR: نسبت دور کمر به دور لگن می باشد. \*: تفاوت معنی دار با پس از مداخله، #: تفاوت معنی دار HIIT با CO پس از مداخله، §: تفاوت معنی دار CAT با CO پس از مداخله، ●: تفاوت معنی دار HIIT با CAT پس از مداخله. سطح معنی داری  $P \leq 0/05$  می باشد.





شکل ۲- مقایسه درصد تغییرات متغیرهای آنترپومتریکی بین گروه های مختلف. \*: تفاوت معنی دار بین گروه های HIIT و CAT در میزان تغییرات. §: تفاوت معنی دار بین گروه های HIIT و CO. ●: تفاوت معنی دار بین گروه های CAT و CO.



شکل ۳- مقایسه درصد تغییرات متغیرهای ترکیب و توزیع چربی بدن بین گروه های مختلف. \*: تفاوت معنی دار بین گروه های HIIT و CAT در میزان تغییرات. §: تفاوت معنی دار بین گروه های HIIT و CO. ●: تفاوت معنی دار بین گروه های CAT و CO.

## بحث و بررسی

در تمرینات تناوبی پرشدت، فواصل استراحتی بین اینتروال‌های شدید ضمن بازسازی ذخایر فسفوکراتین و میوگلوبین، با برداشت لاکتات در کاهش غلظت لاکتات خون موثر است. این امر زمینه ارجحیت تمرینات تناوبی پرشدت بر تمرینات تداومی را فراهم می‌سازد زیرا در تمرینات تداومی هوازی به دلیل کسر فسفوکراتین و استفاده از ذخایر اکسیژن متصل به میوگلوبین، سطح لاکتات خون افزایش می‌یابد. بنابراین تمرینات تناوبی در مقایسه با تمرینات تداومی با نرخ کاری مشابه قادرند بدون بکارگیری سوخت و ساز بی‌هوازی و تجمع اسید لاکتیک، بر عضلات محیطی و ارگان‌های ناقل اکسیژن، فشاری بیشینه تحمل کنند (۲۹). لیکن انتخاب شیوه تمرینی مناسب بدون در نظر گرفتن سایر جنبه‌ها و نیز هدف پروتکل تمرینی، میسر نیست. طبیعتاً هریک از این شیوه‌های تمرینی دارای مزایا و معایب خاص خود می‌باشند، لذا انتخاب هر شیوه بایستی بر مبنای هدف ویژه‌ای که متخصص تمرین درمانی متناسب با ضعف‌های جسمانی و عملکردی جامعه مورد مطالعه در نظر دارد، صورت گیرد.

همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد، جرم و شاخص توده بدن در هر دو گروه تمرینی به طور معنی‌داری کاهش یافتند لیکن، میزان کاهش حاصل در گروه HIIT به طور معنی‌داری کمتر از گروه CAT بود. دور کمر، دور لگن و WHR در گروه HIIT تغییر معنی‌داری نکردند، اما در گروه CAT، دور کمر به طور معنی‌داری کاهش یافت و دور لگن تغییر معنی‌داری نکرد، بنابراین WHR نیز به طور معنی‌داری کاهش نشان داد. با این حال، محققان دیگر، کاهش معنی‌دار دور کمر و WHR را با تمرینات تناوبی در مقایسه با تمرینات تداومی متوسط نشان داده‌اند (۳۴). لیکن در تحقیق آنها، تمرینات تناوبی با شدت بیشینه و به طور هوازی انجام شده و تمرینات تداومی با شدتی متوسط اجرا گردید. همچنین در این مطالعه نشان داده شد که جرم چربی و درصد چربی کل بدن در هر دو گروه HIIT و CAT به طور معنی‌داری کاهش یافت، با این حال این کاهش در گروه CAT، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه HIIT بود. این نتایج مورد تایید سایر محققان است که نشان دادند پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی، وزن، درصد چربی، WHR، و BMI به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۳۵). سوری و همکاران (۱۳۹۲) نیز کاهش معنی‌دار BMI، جرم بدن، جرم چربی و درصد چربی بدن را با تمرینات تناوبی پرشدت و نیز عدم تاثیر معنی‌دار این تمرینات بر محیط دور کمر، دور لگن و WHR گزارش کردند، با این حال آنها فقط به مقایسه گروه تمرین تناوبی با یک گروه کنترل پرداختند (۲۹). محققان دیگر اثر معنی‌دار تمرین تناوبی پرشدت را در کاهش محیط کمر و بافت چربی زیرجلدی آن در مردان چاق نشان داده‌اند (۱۶ و ۳۶). براساس نتایج تحقیق حاضر، چربی تنه در گروه HIIT تغییر معنی‌داری نکرد ولی در گروه CAT به طور معنی‌داری کاهش نشان داد. این نتیجه با یافته‌های سایر محققان که نشان دادند چربی تنه با تمرینات تداومی هوازی به طور معنی‌دار کاهش یافته اما با تمرینات تناوبی پرشدت حتی ممکن است افزایش یابد (۳۷)، همخوانی داشت. علاوه بر این مطابق نتایج تحقیق حاضر، درصد چربی اندروئیدی در گروه CAT به طور معنی‌داری کاهش یافت، اما در گروه HIIT تغییر معنی‌داری نکرد و درصد چربی ژینوئیدی در هر دو گروه HIIT و CAT، کاهش یافت. سایر محققان نیز کاهش درصد چربی اندروئیدی با تمرینات تداومی و عدم تغییر معنی‌دار آن با تمرینات تناوبی پرشدت را تایید کرده‌اند (۳۷). اما برخلاف نتایج تحقیق حاضر، محققان دیگر نشان داده‌اند که تمرینات تناوبی پرشدت سبب کاهش چربی تنه و چربی احشایی و شکمی در مردان جوان دارای اضافه وزن می‌شود (۲۸). والمن

و همکاران (۲۰۰۹) نیز کاهش چربی اندروئیدی را با تمرینات تناوبی گزارش کرده اند (۱۷). لیکن این محققان از شدت های متوسط تمرین (و نه شدت های بالا) استفاده کرده و مهمتر اینکه با آموزش آزمودنی ها، یک کنترل نسبی را بر رژیم غذایی آنها بعمل آورده اند.

هنگامی که اثر معنادارتر تمرینات تناوبی بر کاهش جرم چربی را همراه با تاثیر بالفعل آنها بر کاهش درصد چربی تنه و نیز کاهش درصد چربی اندروئیدی تجسم نماییم، خواهیم دید که به لحاظ کاهش چربی نیمه فوقانی بدن- که محل اصلی تجمع چربی در مردان است- تمرینات تناوبی پرشدت، بهترین شیوه نبوده و فقط در صورت عدم امکان شرکت در تمرینات تناوبی، می توان چنین تمریناتی را برای کاهش وزن در مردان چاق توصیه نمود. از آنجاییکه تجمع چربی در مردان بزرگسال غالبا در قسمت فوقانی شکم و پهلوها و به صورت چربی احشایی یا آندروئیدی نمود می یابد، لذا به نظر می رسد تمرینات تناوبی پرشدت با وجود نقش قابل توجه در بهبود آمادگی جسمانی (۶، ۱۲، ۱۹، ۲۰)، به ویژه اگر انتظار تغییرات مثبت عمده ای در کوتاهمدت داشته باشیم، قادر به بهبود توزیع چربی بدن نمی باشند.

لذا اگرچه پیشنهاد شده است که تمرین تناوبی پرشدت برای مدیریت سطوح چربی بدن موثر است (۲۸، ۱۹، ۱۶، ۱۲)، لیکن نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که تمرین هوازی تناوبی، منجر به کاهش دور کمر، درصد چربی تنه، درصد چربی کل بدن و چربی اندروئیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن می شود درحالیکه اثرات کاهش وزن وابسته به تمرینات تناوبی پرشدت غالبا معطوف به درصد چربی ژئوئیدی شده و کمتر چربی آندروئیدی، چربی تنه و دور کمر را تحت تاثیر قرار می دهد. درحالیکه چنانچه می دانیم هدف اساسی پروتکل های تمرینی در مردان بزرگسال دارای اضافه وزن، بایستی کاهش درصد چربی تنه و چربی آندروئیدی باشد و نه چربی ژئوئیدی. زیرا چنانچه می دانیم چربی آندروئیدی به دلیل تجمع در قسمت های میانی بدن (شکم و ناحیه فوقانی آن، سینه، زیر بغل، پایین گردن و به صورت پوسته ای روی قلب، ششها، کبد و کلیه ها) با بیماریهایی همچون دیابت نوع ۲، بیماریهای قلبی عروقی، پرفشارخونی، سکته و بیماریهای کیسه صفرا مرتبط است (۳۸). بنابراین می توان گفت درحالیکه تمرین تناوبی پرشدت یک ابزار موثر از نظر زمان برای بهبود آمادگی جسمانی و قلبی تنفسی و نیز کاهش عوامل خطر متابولیکی می باشد (۳۹)، با این وجود این تمرین نباید به عنوان یک ابزار موثر از نظر زمان برای کاهش میزان چربی تنه و بهبود توزیع چربی بدن در این جمعیت ترویج داده شود. در همین راستا، محققان، پیشنهاد کرده اند که تمرین HIIT یکی از عوامل موثر در کاهش مولکول چسبان ICAM-1 به حساب می آید و جهت بروز تغییرات مفید در دیواره عروق، این تمرینات باید در شدت های بالا اجرا شوند لیکن به منظور بهره مندی از فواید سلولی و بهبود شاخص های لیپیدی بایستی از این تمرینات شدید به طور مداوم استفاده شود (۲۹).

گزارش های اخیر تاثیر تمرینات تناوبی پرشدت بر روی آمادگی قلبی تنفسی بزرگسالان را با تمرینات هوازی تناوبی قابل مقایسه دانسته اند (۲۵، ۱۶، ۷، ۸). این امر سبب استفاده از HIIT به صورت بخشی از رویکرد تمرینی برای مدیریت خطر کاردیومتابولیک در بزرگسالان غیرفعال شده است. با وجود این، انباشته شدن بیش از حد چربی، بویژه چربی شکمی و احشایی، به عنوان یک عامل خطرزای مستقل برای مقاومت انسولین و بیماری های قلبی عروقی (۴۰) و مرگ و میر (۵) شناخته شده است. درحالیکه برخی تحقیقات اخیر پیشنهاد داده اند که تمرینات تناوبی برای تغییر در ترکیب بدنی افراد چاق مفید می باشند (۲۹، ۲۸، ۱۹، ۸)، با این وجود شواهد دقیق

اندکی وجود دارد که از این پیشنهاد حمایت کند، زیرا اکثر تحقیقات به مطالعه دو یا چند گروه تمرینی (۹، ۱۹، ۳۰) یا یک گروه تمرینی در کنار یک گروه کنترل (۱۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹) و احیانا چند گروه از یک نوع تمرین با شدت‌های مختلف (۱، ۵)، پرداخته‌اند. ناکارآمدی آشکار تمرینات تناوبی پرشدت در بهبود سطوح چربی و نیز توزیع چربی بدن که در مطالعه کنونی مشاهده شده است، حاکی از اینست که ترجیح دادن تمرینات تناوبی پرشدت بر تمرینات هوازی تداومی به منظور مدیریت سطوح چربی بدن به ویژه در مردان دارای اضافه وزن، فاقد پایه و اساس علمی است.

از طرفی در تحقیق حاضر مشاهده شد که ۱۲ هفته تمرین هوازی تداومی سبب کاهش معنی‌دار سطوح کلسترول کل، LDL، hs-CRP و افزایش معنی‌دار HDL می‌شود در حالیکه ۱۲ هفته تمرین تناوبی پرشدت فقط سبب کاهش معنی‌دار سطوح LDL می‌گردد و درصد این تغییرات در گروه تمرین تداومی به طور معنی‌داری بیشتر است. این یافته‌ها نیز نتایج پیشین تحقیق حاضر را تقویت کرده و حاکی از اثربخشی بیشتر تمرینات تداومی بر بهبود سلامت لیپیدی خون نسبت به تمرینات تناوبی پرشدت می‌باشد. عدم تغییر معنی‌دار متغیرهای پروفایل لیپیدی خون با تمرینات تناوبی پرشدت، با نتایج محققان دیگر که اظهار داشتند ۴ هفته (۴۰) و ۱۲ هفته (۴۱) تمرین تناوبی پرشدت منجر به تغییرات معنی‌داری در پروفایل لیپیدی خون نمی‌شود، همخوانی داشت. محققان اظهار داشته‌اند که علاوه بر فاکتورهایی از قبیل سطح اولیه آمادگی بدنی (و نه سطح چربی) و سطح اولیه لیپیدهای خون، مدت زمان تمرین یک عامل مهم در عدم تغییر معنی‌دار این متغیرهاست (۴۰). با این وجود، در تحقیق حاضر، اجرای چنین تمریناتی حتی در مدت به مراتب بیشتری نیز تغییرات معنی‌داری را در متغیرهای پروفایل لیپیدی خون (به جز سطح LDL) ایجاد نکرد. با این حال، محققان دیگر کاهش معنی‌دار LDL و افزایش HDL را به دنبال تمرینات تناوبی پرشدت گزارش کرده‌اند (۲۹). لیکن همانطور که پیش‌تر گفته شد این محققان از گروه تمرین تداومی جهت مقایسه دقیق‌تر در تحقیقشان استفاده نکرده‌اند، ضمن اینکه آزمودنی‌های آنها را جوانان ۲۰ تا ۳۰ ساله تشکیل داده‌اند. همچنین محققان دیگر، اثر معنی‌دار مشابه تمرینات تناوبی و تداومی بر کاهش کلسترول کل، hs-CRP، LDL و افزایش HDL را بدون تفاوت معنی‌دار بین این دو شیوه تمرینی گزارش کرده‌اند (۳۰). با این حال، پروتکل تمرین تناوبی مورد استفاده این محققان شامل تمریناتی با شدت کم تا متوسط بوده است و آزمودنی‌های آنها زنان ۳۵ تا ۴۵ ساله بوده‌اند، علاوه بر این فقدان یک گروه کنترل برای مقایسه دقیق‌تر گروه‌های پژوهش با یکدیگر توسط این محققان به عنوان محدودیت اصلی تحقیق آنها ذکر گردیده است که منطقی می‌تواند نتایج را تحت تاثیر بگذارد. سایر محققان نیز در تحقیقی نشان داده‌اند که تمرین تناوبی سبب افزایش معنی‌دار HDL و عدم تغییر معنی‌دار لپتین سرم در دانشجویان پسر غیرورزشکار می‌شود. این محققان اظهار داشته‌اند که نوع تغذیه، مدت زمان جلسات تمرین، شدت تمرین، مدت کل تمرین و زمان انجام تمرین در تغییرات این متغیرها موثر می‌باشند (۴۲).

محققان دیگر نشان داده‌اند که فعالیت بدنی با مقادیر پلاسمایی hs-CRP رابطه معکوسی داشته و تکرار بیشتر فعالیت بدنی با التهاب سیستمیک کمتر و بهبود حساسیت به انسولین همراه است (۴۳). در تحقیق حاضر تنها اثر تمرینات هوازی تداومی بر کاهش شاخص التهابی hs-CRP معنی‌دار بود. مشخص شده است که هنگام تمرینات هوازی دستگاه غدد درون ریز بدن با افزایش هورمون‌های اپی نفرین، نوراپی نفرین، GH و کورتیزول، لیپولیز را افزایش داده و با افزایش فراخوانی و استفاده از اسیدهای چرب آزاد برای تولید انرژی عضلات هنگام

فعالیت، سبب کاهش توده چربی بدن می گردد که مکانیسمی برای کاهش شاخص های التهابی می باشد (۴۴) و (۴۵). با این حال برخی محققان نتایجی مبنی بر اثر غیرمعنی دار فعالیت بدنی بر شاخص های التهابی hs-CRP (۴۶ تا ۴۹) و پروفایل لیپیدی (۵۰ و ۵۱) را گزارش کرده اند. لیکن در مطالعه این شاخص ها، توجه به نوع تمرینات، شدت، مدت و حجم آنها و نیز مقادیر پایه این شاخص ها حائز اهمیت زیادی است.

اگرچه در تحقیق حاضر نشان داده شد که تمرینات تناوبی پرشدت در بهبود توزیع چربی بدن و کاهش چربی اندروئیدی موثر نمی باشند، لیکن پیشنهاد شده است که این تمرینات نیز ممکن است در کاهش چربی احشایی موثر باشند (۲۸). چنین نتایج به ظاهر متناقضی ممکن است همراه با هم بر این موضوع دلالت داشته باشند که افزایش تجزیه چربی و در دسترس بودن چربی های آزاد از طریق تمرینات تناوبی پرشدت لزوماً منجر به افزایش قابل ملاحظه در اکسیداسیون اسیدهای چرب و سرانجام کاهش چربی نمی شود. زیرا میزان کلی اکسیداسیون چربی - که تابعی از میزان در دسترس بودن اسیدهای چرب آزاد، میزان سوخت و ساز، و مدت زمان تمرین می باشد- ممکن است در تمرینات تناوبی پرشدت نسبت به تمرینات هوازی طولانی مدت سنتی پایین تر باشد.

یکی از محدودیت های تحقیق حاضر، کم بودن تعداد آزمودنی در هر گروه بود. چنین تحقیقی اگر با تعداد آزمودنیهای بیشتر انجام شود قابلیت تعمیم نتایج و تصمیم گیری درباره فواید عملکردی تمرینات تناوبی و تداومی را بهبود می بخشد. از دیگر محدودیت های تحقیق، عدم کنترل شیوه زندگی آزمودنیها از جمله رژیم غذایی و میزان فعالیت جسمانی در خارج از جلسات تمرین بود که بیشتر تحقیقات نیمه تجربی را تحت تاثیر قرار می دهد. با این حال از امتیازات این مطالعه می توان به مقایسه سه گروه (دو گروه تمرینی و یک گروه کنترل) در یک طرح نیمه تجربی با کنترل نسبی اشاره نمود.

### نتیجه گیری

به طور کلی نتایج تحقیق حاضر حاکی از عدم بهبود قابل ملاحظه توزیع چربی بدن و نیز سطوح لیپیدی خون به دنبال تمرینات تناوبی پرشدت می باشد. با توجه به این نتایج می توان گفت که تمرین تناوبی پرشدت اگرچه به لحاظ کسب منافع آمادگی جسمانی (۲۲)، آمادگی قلبی- تنفسی (۲۳ و ۲۴)، و بهبود ظرفیت کار (۵۲) به عنوان یک راهکار مداخله ای سودمند و قابل مقایسه با تمرین تداومی در افراد بزرگسال غیرفعال دارای اضافه وزن مورد حمایت قرار گرفته است، لیکن، این شیوه تمرینی نمی تواند باعث کسب منافی مشابه با تمرین تداومی در مورد توزیع چربی بدن و سلامت لیپیدی خون شود. لذا حائز اهمیت است مریبان ورزش، سلامت و آمادگی جسمانی توجه داشته باشند که چنانچه هدف از طراحی برنامه های مبتنی بر کاهش وزن، بهبود توزیع چربی و ترکیب بدن است، تمرینات تناوبی پرشدت از کارایی لازم برخوردار نمی باشند. لیکن چنانچه هدف اصلی، بهبود سلامت فیزیکی و کسب منافع آمادگی جسمانی به ویژه در کوتاهمدت است می توانند از تمرینات تناوبی پرشدت به طور جایگزین استفاده نمایند، زیرا این تمرینات در مدت زمان کوتاهتری اجرا شده و اثرات خود را سریع تر نشان می دهند. با این وجود قضاوت صحیح و دقیقتر راجع به کارآمدی تمرینات تناوبی پرشدت و تداومی از منظر اثربخشی بر توزیع چربی بدن و پروفایل بیوشیمیایی- لیپیدی خون مستلزم مطالعات بیشتر و طرح های تحقیقاتی تجربی تر و کنترل شده تر از جمله به لحاظ رژیم غذایی، استرس روانی و سطح فعالیت بدنی روزانه می باشد.

## تقدیر و تشکر

بدینوسیله از مسئولین محترم دانشگاه علوم پزشکی تهران و بیمارستان های سینا و رسول اکرم جهت کمک به انجام امور آزمایشگاهی و نمونه گیری خونی، تشکر می گردد.

### References:

1. Mohebbi H, Hajilu H, Damirchi A, Ruhani H, 2011, Effect of aerobic training intensity on body fat distribution and composition in overweight men Olympic. 4: 91-103.
2. Ren J, 2004. Leptin and hyperleptinemia-From friend to foe for cardiovascular function. J Endocrinol. 181: 1-10.
3. Nammi S, Koka S, Chinnala KM, Boini KM, 2004. Obesity: An overview on its current perspectives and treatment options. Nutr J, 3:3
4. Mohebbi H, Ramezani-Nezhad R, Amiri Dumari M, 2005. Cardiorespiratory fitness, body fat and risk factors of heart coronary disease in adolescent boys, Olympic. 29: 107-214.
5. Fox C, Massaro JM, Hoffmann U, et al, 2007. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham heart study, Circulation. 116: 1, 39-48.
6. Pischon T, Boeing H, Hoffmann K, et al 2008. General and abdominal adiposity and risk of death in Europe, The New England Journal of Medicine. 359: 20, 2105-20.
7. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, et al. 2008. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans, The Journal of Physiology. vol. 586, no. 1, pp. 151-160.
8. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH 2008. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women, International Journal of Obesity, vol. 32, no. 4, pp. 684-691.
9. Nybo L, Sundstrup E, Jakobsen MD, et al 2010. High-intensity training versus traditional exercise interventions for promoting health, Medicine & Science in Sports & Exercise. vol. 42, no. 10, pp. 1951-1958.
10. Babraj JA, Vollaard NB, Keast C, et al 2009. Timmons, Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthymales, BMC Endocrine Disorders. vol. 9, article 3.
11. Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, et al 2010. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension, Hypertension Research. vol. 33, no. 8, pp. 836-843.
12. MacPherson RE, Hazell TJ, Olver TD, et al 2011. Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output, Medicine & Science in Sports & Exercise. vol. 43, no. 1, pp. 115-122.
13. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJF, et al 2005. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans, Journal of Applied Physiology. vol. 98, no. 6, pp. 1985-90.
14. Little JP, Safdar A, P, Wilkin G, et al 2010. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms, The Journal of Physiology. 588:6, 1011-22.
15. Hood MS, Little JP, Tarnopolsky MA, et al, 2011. Low-volume interval training improves muscle oxidative capacity in sedentary adults, Medicine & Science in Sports & Exercise. vol. 43, no. 10, pp. 1849-1856.

16. Whyte LJ, Gill JMR, Cathcart AJ, 2010. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men, *Metabolism*. 59:10, 1421–28.
17. Wallman K, Plant LA, Rakimov B, Maiorana AJ, 2009. The effects of two modes of exercise on aerobic fitness and fat mass in an overweight population, *Research in Sports Medicine*. 17: 3, 156–170.
18. Richards JC, Johnson TK, Kuzma JN, et al, 2010. Short-term sprint interval training increases insulin sensitivity in healthy adults but does not affect the thermogenic response to  $\beta$ -adrenergic stimulation. *The Journal of Physiology*, 588: 15, 2961–72.
19. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjønnå AE, et al, 2008. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clinical Science*, vol. 115, no. 9, p p. 283–293.
20. Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, et al, 2008. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study, *Circulation*. vol. 118, no. 4, pp. 346–354.
21. Moholdt T, Aamot IL, Granøien I, et al, 2012. Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, vol. 26, no. 1, pp. 33–44.
22. Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, et al, 2004. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease, *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*. 11: 3, 216–22.
23. Wisløff U, Ellingsen Ø, Kemi OJ, 2009. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 37: 3, 139–46.
24. Warburton DER, McKenzie DC, Haykowsky MJ, 2005. Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease, *The American Journal of Cardiology*. 95: 9, 1080–84.
25. Little JP, Gillen JB, Percival ME, 2011. Low-volume high intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes, *Journal of Applied Physiology*. 111: 6, 1554–60.
26. Boudou. P, Sobngwi. E, Mauvais-Jarvis. FP, et al, .2003. Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men, *European Journal of Endocrinology*. 149: 5, 421–24.
27. Tjønnå AE, Stølen TO, Bye A, 2009. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents, *Clinical Science*. 116: 3-4, 317–26.
28. Heydari M, Freund J, Boucher SH, 2012. The effect of high intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males, *Journal of Obesity*. vol. 2012, Article ID 480467, 8 pages.
29. Soori R, Ranjbar K, Salehian O, Eslamdust M, 2013. Effect of high intensity interval training on sICAM-1 changes, plasma, lipid profile and body composition in sedentary obese men. *Sport biosciences*, 3: 91-102.
30. Beh-Zare A, Gaeni A, Mogharnasi M, Taherzade J, et al, 2011. Comparison of two type of aerobic continues and interval on hs-CRP and blood fat as predictor factors of cardiovascular diseases. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*. 4: 35-42.

31. Trapp EG, Chisholm DJ, Boutcher SH, 2007. Metabolic response of trained and untrained women during high-intensity intermittent cycle exercise. *American Journal of Physiology*. 293: 6, 2370–75.
32. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al, 2011. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise, *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 43: 7, 1334–59.
33. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, et al, 2000. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci in Sports Exerc*, 32: 9 suppl: 498-504.
34. Mazurek K, Krawczyk K, Zmijewski P, Norkowski H, et al, 2014. Effects of aerobic interval training versus continuous moderate exercise programme on aerobic and anaerobic capacity, somatic features and blood lipid profile in collegiate females. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 21: 4.
35. Taghian F, Zolfaghari M, Hedayati M, 2014. Effects of Aerobic Exercise on Serum Retinol Binding Protein4, Insulin Resistance and Blood Lipids in Obese Women. *Iranian J Publ Health*, 43(5): 658-665.
36. Leggate M, Carter WG, Evans MJ, Vennard et al, 2012. Determination of inflammatory and prominent proteomic changes in plasma and adipose tissue after high-intensity intermittent training in overweight and obese males. *J Appl Physiol*, 112: 1353-1360.
37. Keating SE, Machan EA, O'Connor HT, Gerofi JA, et al, 2014. Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults. *Journal of Obesity*, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/834865>.
38. Damirchi A, Mehrabani J, 2009. Prevalence of obesity, overweight and hypertension and their related risk factors in older men. *Olympic*, 47: 87-103.
39. Alahmadi MA, 2014. High-intensity Interval Training and Obesity. *J Nov Physiother*, 4:3.
40. Mirghani SJ, Yousefi MS, 2014. The effect of interval recovery periods during HIIT on liver enzymes and lipid profile in overweight women. *Science & Sports*, In Press.
41. Ouerghi N, Khammassi M, Boukorra S, Feki M, et al, 2014. Effects of a high-intensity intermittent training program on aerobic capacity and lipid profile in trained subjects. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5: 243–248
42. Marandi SM, Ghadiri BAN, Esfarjani F, Mojtahedi H, Ghasemi G, 2013. Effects of Intensity of Aerobics on Body Composition and Blood Lipid Profile in Obese/Overweight Females. *Int J Prev Med*. 4(Suppl 1): 118–125.
43. Daryanoosh F, Aminian T, Gaeni A, Ravasi A, 2008. Study effect of interval Sprint training on leptin and HDL lipoprotein in non-athletes men students of Tehran University. *Sport & biosciences*, 1: 38-43.
44. Pischon T, Hankinson SE, Hotamisligil GS, 2003. Leisure-time physical activity and reduced plasma levels of obesity-related inflammatory markers. *Obes Res*, 11(9):1055-64.
45. Mogharnasi M, Gaeini AA, Javadi E, Sheikholeslami-vatani D, 2009. The Effect of Endurance Training on Inflammatory Biomarkers and Lipid Profiles in Wistar Rats. *WJSS*, 2(2):82-88.
46. Ziccardi P, Nappo F, Giugliano G, 2002. Reduction of inflammatory cytokine concentrations and improvement of endothelial functions in obese women after weight loss over one year *Circulation*. 19,105(7):804-9.



47. Yannakoulia M, Chrousos GP, Sidossis LS, 2005. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism*, 54(11):1472-9.
48. Nicklas, BJ, Ambrosius, W, Messier, SP, (2004), Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial, *Am J Clin Nutr*, 79(4):544-51.
49. Zoppini, G, Targher, G, Zamboni, C, (2006), Effects of moderate-intensity exercise training on plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in order patients with type 2 diabetes, *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 16(8):543-9.
50. Hammett, CJ, Prapavessis, H, Baldi, JC, (2006), Effects of exercise training on 5 inflammatory markers associated with cardiovascular risk, *Am Heart J*, 151(2):367.
51. Guerra, RL, Prado, WL, Cheik, NC, et al, (2007), Effects of 2 or 5 consecutive exercise days on adipocyte area and lipid parameters in Wistar rats, *Lipids Health Dis*, 2(6):16.
52. Irving, BA, Davis, CK, Brock, DW, (2008), Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40: 11, 1863-72.