

## تأثیر تمرین تناوبی شدید با مکمل سازی زردچوبه بر چربی احشایی، چربی زیر پوستی شکمی و مقاومت انسولین در زنان چاق

زهرا رستمی هاشجین<sup>۱</sup>، رامین امیر ساسان<sup>۲</sup>، سعید نیکو خصلت<sup>۳</sup>، وحید ساری صراف<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (نویسنده مسئول)

۳ و ۴. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۷

### چکیده

هدف از انجام مطالعه حاضر، تعیین تأثیر شش هفته تمرین تناوبی شدید با مکمل سازی زردچوبه بر چربی احشایی، چربی زیر پوستی شکمی و مقاومت انسولین در زنان چاق بود. تعداد ۳۰ زن چاق با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال در قالب یک طرح نیمه تجربی با پیش آزمون - پس آزمون، به صورت هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفی به دو گروه همگن ۱۵ نفری تمرین تناوبی شدید - مکمل زردچوبه (سه میلی گرم کورکومین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در یک روز) و گروه تمرین تناوبی شدید - دارونما تقسیم شدند. دوره آماده سازی به مدت سه هفته و تمرین تناوبی شدید به مدت شش هفته و چهار جلسه در هفته انجام شد. نمونه های خونی در دو مرحله؛ یعنی قبل از شروع دوره تمرینی و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی در فاز فولیکولی گرفته شدند. چربی شکمی با دستگاه اولتراسونوگرافی اندازه گیری شد و انسولین و گلوکز سرمی به ترتیب به روش ایمونواسی آنزیمی و فتومتر اندازه گیری شدند. داده ها در سطح معناداری  $P < 0.05$  تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که در هر دو گروه، چربی شکمی و مقاومت انسولین به طور معناداری کاهش یافتند. در مقادیر چربی احشایی و چربی شکمی دو گروه تفاوت معنادار وجود داشت. این مقادیر در گروه تمرین - زردچوبه کمتر بود. تمرین های تناوبی شدید با مکمل زردچوبه احتمالاً می توانند مقاومت انسولین و چربی شکمی (چربی احشایی و چربی زیر پوستی) را کاهش دهند. به نظر می رسد که تمرین تناوبی شدید و زردچوبه در مقایسه با تمرین تناوبی شدید در کاهش چربی شکمی مؤثرتر بودند.

**واژگان کلیدی:** تمرین تناوبی شدید، زردچوبه، چربی احشایی، مقاومت انسولین، چاقی.

1. Email: zahra.rostami.h@gmail.com

2. Email: amirsasanramin@gmail.com

3. Email: sa\_nikoo@yahoo.com

4. Email: sarraf@tabrizu.ac.ir

## مقدمه

روند فزاینده چاقی، چاقی را به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های سلامت در دنیا تبدیل کرده است (۱)؛ به‌ویژه اینکه چاقی شکمی عامل خطر مهمی برای توسعه مقاومت انسولین و دیابت نوع دو است. درمان چاقی بر چهار اصل کلی استوار است: ۱- تغییر سبک زندگی (از طریق فعالیت بدنی و رژیم غذایی) و اصلاح رفتار؛ ۲- دارودرمانی (استفاده از داروهای شیمیایی یا درمان سنتی با کمک گیاهان دارویی مثل چای سبز)؛ ۳- لیپوساکشن؛ ۴- جراحی که عمدتاً به روش باریاتریک<sup>۱</sup> انجام می‌شود. درمان اولیه چاقی و اضافه‌وزن، اصلاح سبک زندگی است (۲).

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که دور کمر و نسبت دور کمر به لگن نسبت به اندازه‌گیری چاقی کل بدن، عامل خطر مهمی برای دیابت نوع دو است. دور کمر نشانگر چربی قسمت مرکزی بدن است؛ ولی نمی‌تواند چربی احشایی را از بافت چربی زیرپوستی شکمی تمایز دهد (۳). مطالعاتی که بتوانند با روش‌های پیشرفته مانند اولتراسونوگرافی، تصویربرداری رزونانس مغناطیسی و توموگرافی کامپیوتری به ارزیابی مستقیم بافت آدیپوز بپردازند، بسیار اندک هستند (۳)؛ بنابراین، در مطالعه حاضر، برای اندازه‌گیری دقیق تغییرات چربی شکمی و اجزای آن از دستگاه اولتراسونوگرافی استفاده شده است.

در مطالعه حاضر، به‌عنوان اصل اول درمان چاقی زنان چاق غیرفعال، از تمرین‌های تناوبی شدید بهره گرفته شده است. بیشتر پروتکل‌های فعالیت ورزشی طراحی شده برای کاهش وزن، بر فعالیت یکنواخت منظم مانند راه رفتن و جاگینگ با شدت متوسط تمرکز دارند؛ ولی این نوع پروتکل‌ها به کاهش وزن کمی منجر می‌شوند و حتی برخی افراد تمرین‌های هوازی را یکنواخت، خسته‌کننده و زمان‌بر می‌دانند (۴، ۵)؛ بنابراین، به آن دسته از پروتکل‌های تمرینی نیاز است که با وجود تنوع تمرینی افراد با اضافه‌وزن/چاق و غیرفعال بتوانند آن‌ها را انجام دهند و به‌لحاظ کاهش چربی بدن به‌ویژه چربی احشایی مؤثرتر باشد. شواهد نشان می‌دهند که تمرین تناوبی شدید<sup>۲</sup> (HIIT) می‌تواند به‌طور بالقوه برای کاهش چربی افراد با اضافه‌وزن/چاق مؤثرتر باشد و به‌لحاظ زمانی نیز اقتصادی‌تر باشد (۵).

پروتکل تمرین تناوبی شدید برگرفته از آزمون وینگیت با تلاش حداکثری و بسیار شدید و ناراحت‌کننده است. تمرین تناوبی شدید با استفاده از آزمون وینگیت برای افراد فعال و با برانگیختگی بالا مناسب است؛ اما شواهد روبه‌رشد نشان می‌دهند که در افراد چاق/اضافه‌وزن غیرفعال نیز به‌خوبی اجرا می‌شود (۶)؛ ولی نیاز به چرخ کارسنج و سطح بالای انگیزتگی از محدودیت‌های این آزمون هستند؛ بنابراین، پروتکل تعدیل‌شده تمرین تناوبی شدید با حجم کم توسط مطالعات استفاده شده

1. Bariatric

2. High Intensity Interval Training (HIIT)

است که برای جمعیت چاق/ اضافه وزن و غیرفعال، کاربردی تر از تکرار آزمون وینگیت است (۸، ۷)؛ براین اساس، در مطالعه حاضر، با توجه به فواید تمرین تناوبی شدید به ویژه تمرین تناوبی شدید کم حجم و همچنین، تحمل نشدن شدت حداکثری فعالیت در وهله های طولانی توسط زنان چاق و غیرفعال، از تمرین تناوبی شدید کم حجم؛ یعنی وهله های بیست ثانیه ای فعالیت با شدت ۸۰ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت شش هفته برای چهار جلسه در هفته بهره گرفته شده است.

تمرین تناوبی شدید موجب سازگاری هایی در عضلات اسکلتی می شود؛ مانند افزایش اکسیداسیون چربی عضلات اسکلتی و بهبود تحمل گلوکز (۹، ۵). سهم اکسیژن مصرفی اضافی بعد از فعالیت (EPOC)<sup>۱</sup> تناوبی شدید، ۱۴ درصد کل هزینه انرژی است که در مقایسه با فعالیت متوسط یکسان (هفت درصد کل هزینه انرژی) بیشتر است (۱۰). اکسیژن مصرفی اضافی بعد از فعالیت، در موضوع کنترل وزن سودمند است؛ زیرا، موجب افزایش کل هزینه انرژی و نیز افزایش اکسیداسیون چربی می شود (۱۱). بعضی مطالعات نشان داده اند که تمرین تناوبی شدید آمادگی هوازی و بی هوازی را افزایش می دهد و مقاومت انسولین را به طور معناداری کاهش می دهد و تجمع چربی به ویژه چربی احشایی را کم می کند (۹، ۵)؛ ولی نتایج مطالعات مختلف متناقض است (۱۳، ۱۲، ۸، ۷).

در طول چند دهه گذشته، برای کنترل و مدیریت وزن استفاده از داروها و مواد گیاهی به عنوان اصل دوم درمان چاقی، توجه مردم عادی و جوامع علمی را به خود جلب کرده است. این مواد طبیعی از جمله زردچوبه در حفظ سلامت و پیشگیری از بیماری های مزمن مانند چاقی نقش دارند (۱۴). ماده موثر اصلی زیست فعال موجود در زردچوبه، کورکومین نام دارد. تعامل کورکومین با مسیرهای سیگنالی متعدد، مقاومت انسولین، هایپرگلاسمی، هایپرلیپیدمی و سایر علائم التهاب مرتبط با چاقی و بیماری های متابولیک را معکوس می کند (۱۵). بعضی مطالعات نشان داده اند که زردچوبه با تعدیل مقادیر گلوکز و انسولین پلازما در پیشگیری از دیابت نوع دو نقش دارد (۱۶)؛ ولی نتایج مطالعات مختلف در این زمینه متناقض است (۱۷، ۱۶). در مطالعه ای مصرف کورکومین در افراد مبتلا به سندرم متابولیک و اضافه وزن موجب کاهش وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن و کاهش دور کمر و لگن شد (۱۸). در مطالعه ای دیگر، مصرف کورکومین مقدار بافت آدیپوز را در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو کاهش داد و در مقایسه با گروه دارونما، بیمارانی که با کورکومین درمان شدند، چاقی شکمی کمتری را نشان دادند (۱۹). طبق بررسی های انجام شده، مطالعات کمی در زمینه تأثیر هم افزای پودر کامل زردچوبه و تمرین تناوبی شدید در افراد چاق یافت شدند؛ بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر،

تعیین تأثیر شش هفته تمرین تناوبی شدید با مکمل سازی زردچوبه بر چربی احشایی و زیربوستی شکمی و مقاومت انسولین در زنان چاق است.

### روش پژوهش

قبل از اجرای پژوهش، مجوز اخلاق پزشکی برای اجرای طرح از دانشگاه علوم پزشکی تبریز<sup>۱</sup> دریافت شد. همچنین، پروتکل مطالعه در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران<sup>۲</sup> ثبت شد. روش اجرای پژوهش حاضر، تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. شرایط ورود آزمودنی‌ها به مطالعه عبارت بودند از: خانم‌هایی با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال، چاق (شاخص توده بدن بیشتر و مساوی با ۳۰)، نداشتن فعالیت ورزشی منظم، مصرف نکردن دارو و مکمل. شرایط خروج آزمودنی‌ها از مطالعه، داشتن بیماری، داشتن حساسیت به ادویه‌جات و تمایل نداشتن آزمودنی به همکاری با پژوهشگر بودند.

تعداد ۳۰ نفر از داوطلبان چاق شرکت در مطالعه انتخاب شدند و بعد از اطلاع از فرایند پژوهش، فرم رضایت‌نامه توسط داوطلبان تکمیل شد. در این فرم تأکید شده بود که شرکت و خروج از مطالعه توسط داوطلب کاملاً آزاد و اختیاری است و همه اطلاعات فردی داوطلب کاملاً محرمانه است و نیز نتایج پژوهش‌ها در قالب اطلاعات کلی و گروهی منتشر خواهد شد. آزمودنی‌ها براساس شاخص توده بدن، درصد چربی و رژیم غذایی همگن شدند و با استفاده از جدول اعداد تصادفی در یکی از دو گروه تمرین تناوبی شدید با مکمل زردچوبه و تمرین تناوبی شدید با دارونما قرار گرفتند. در طول دوره، ۱۰ نفر از مجموع آزمودنی‌ها به علت غیبت بیش از دو جلسه از مطالعه خارج شدند که در نهایت، هر گروه شامل ۱۰ نفر شد. به ترتیب ثبت غذای دریافتی سه روزه و یادآمد غذایی ۲۴ ساعته، اندازه‌گیری ترکیب بدن و خون‌گیری قبل و بعد از دوره مداخله انجام شدند. به آزمودنی‌ها توصیه شد تا در طول دوره مداخله و ۴۸ ساعت قبل از هر آزمون رفتار، عادات غذایی و هرگونه فعالیت ورزشی دیگر را مانند گذشته کنترل کنند و از مصرف اضافی مواد غذایی حاوی کورکومین (مثل زردچوبه، هل، زنجبیل و خولنجان) خودداری کنند.

برای اندازه‌گیری متغیرهای آنتروپومتری، وزن با حداقل پوشش و بدون کفش با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. قد با استفاده از یک متر نواری غیرقابل ارتجاع در وضعیت ایستاده در کنار دیوار اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن<sup>۳</sup> (BMI) با نسبت وزن (کیلوگرم) بر مجذور

۱. کد اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تبریز : IR.TBZMED.REC.1396.1297

۲. کد کارآزمایی بالینی: IRCT20180317039120N1

قد (متر) محاسبه شد. دور لگن با استفاده از متر نواری غیرقابل ارتجاع و بدون تحمیل فشار با دقت ۰/۱ سانتی‌متر از برجسته‌ترین قسمت آن اندازه‌گیری شد. دور کمر نیز در سطح ناف و در شرایطی که فرد در انتهای بازدم طبیعی خود قرار داشت، اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ضخامت چربی شکمی که شامل دو بخش چربی زیرپوستی و چربی احشایی است، به وسیله دستگاه اولتراسونوگرافی انجام شد. چربی زیرپوستی فاصله بین پوست و سطح خارجی عضله رکتوس (راست) شکمی است و چربی احشایی به عنوان فاصله بین سطح داخلی عضله رکتوس شکمی و دیواره قدامی آئورتا تعریف می‌شود (۲۰). سونوگرافی در دو مرحله؛ یعنی ۲۴ ساعت قبل و بعد از انجام پروتکل توسط یک پزشک رادیولوژیست، به وسیله دستگاه ایتالیایی مارک ایساوت مدل مای لب کلاس ۱C انجام شد. برای حصول نتایج با اطمینان بیشتر، به آزمودنی‌ها توصیه شد که به مدت هشت ساعت ناشتا باشند و ۱۲ ساعت غذای بدون چربی مصرف کنند.

برای اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه‌های خونی پیش‌آزمون و پس‌آزمون، بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی و نمونه‌های پس‌آزمون، ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی گرفته شدند. نمونه‌های خونی پیش‌آزمون و پس‌آزمون تمامی آزمودنی‌ها در فاز فولیکولی از ورید آنته کوبیتال<sup>۲</sup> گرفته شدند و در دمای منفی ۴۰ درجه فریز شدند و برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه سلوی در تبریز انتقال داده شدند. مقادیر انسولین ناشتا به وسیله کیت مونوباند<sup>۳</sup>- آمریکا با حساسیت ۰/۰۵ میکرویونیت بر میلی‌لیتر به روش ایمونواسی آنزیمی<sup>۴</sup> و مقادیر گلوکز ناشتا به وسیله کیت شرکت پارس آزمون با حساسیت پنج میلی‌گرم بر دسی‌لیتر به روش فتومتری اندازه‌گیری شدند. مقاومت انسولین با فرمول HOMA-IR به روش زیر محاسبه شد. در فرمول زیر، واحد گلوکز نانومول بر لیتر و واحد انسولین میکرویونیت بر لیتر است.

$$\frac{22}{5} / \text{گلوکز ناشتا} \times \text{انسولین ناشتا} = \text{مقاومت انسولین}$$

رژیم غذایی با استفاده از فرم ثبت سه‌روزه مواد غذایی و فرم یادآمد ۲۴ ساعته، در طول دوره توسط آزمودنی‌ها ثبت شد. میزان انرژی و مواد مغذی دریافتی در سه مرحله ابتدا، وسط و پایان مطالعه توسط کارشناس تغذیه تجزیه و تحلیل شدند و تغییرات میانگین کالری دریافتی و مواد مغذی درون گروهی با آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و بین دو گروه با آزمون آنالیز واریانس

1. Esaote, MY Lab Class C
2. Antecubital Vein
3. Monobind
4. Enzyme Immunoassay

یک طرفه تجزیه و تحلیل شدند و مشاهده شد که اختلاف معنادار درون گروهی و بین گروهی وجود ندارد.

این پروتکل تمرینی با احتساب آماده سازی، به مدت نه هفته در داخل سالن ورزشی با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت ۴۰ درصد در فصل زمستان اجرا شد.

گروه تمرین تناوبی شدید- دارونما: سه هفته اول برای آماده سازی اولیه برای انجام تمرین های سنگین تمرین تناوبی شدید، به صورت تمرین های تداومی و تناوبی هوازی بلند و متوسط با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره بود (جدول شماره یک). از هفته چهارم تا نهم، تمرین تناوبی شدید به شکل دویدن (کار) و راه رفتن (استراحت) بود. شدت کار ۸۰ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب ذخیره در نظر گرفته شد (جدول شماره دو). گرم کردن به مدت ۱۵ دقیقه شامل کشش، دوی نرم و نرمش و سرد کردن به مدت ۱۰ دقیقه شامل کشش و راه رفتن بود.

گروه تمرین تناوبی شدید- مکمل زردچوبه: این گروه نیز برنامه تمرینی ذکر شده را انجام دادند و مکمل زردچوبه مصرف کردند. شدت تمرین با ضربان قلب (با استفاده از نبض سرخرگ کاروتید) و میزان درک فشار<sup>۱</sup> (RPE) کنترل شد.

مکمل زردچوبه: چوب تازه زردچوبه از بازار تبریز تهیه شد و سپس، پودر شد. طبق نتایج آزمایش در آزمایشگاه شیمی تجزیه دانشگاه تبریز، میزان خلوص کورکومین در زردچوبه پنج درصد اعلام شد. طبق پیشنهاد فائو و سازمان جهانی بهداشت، مصرف سه میلی گرم کورکومین به ازای وزن بدن در روز در نظر گرفته شد (۲۱). برای دریافت این میزان کورکومین، با در نظر گرفتن محتوای پنج درصد کورکومین در زردچوبه، مقدار مصرف روزانه زردچوبه برای فرد ۷۰ کیلوگرمی ۴/۲ گرم محاسبه شد. آزمودنی این مقدار را در قالب شش کپسول ۷۰۰ میلی گرمی، دو کپسول را در هر وعده غذایی همراه با غذا میل کرد.

جدول ۱- برنامه تمرینی آماده سازی

هفته	اول	دوم	سوم
تمرین های آماده سازی	تداومی	تناوبی هوازی بلند	تناوبی هوازی متوسط
شدت (ضربان قلب ذخیره)	۵۰ تا ۶۰ درصد و شاخص بورگ ۱۰ تا ۱۲	۶۰ تا ۷۰ درصد و شاخص بورگ ۱۲ تا ۱۴	۷۰ تا ۸۰ درصد و شاخص بورگ ۱۴ تا ۱۶
تعداد تکرار	شش تکرار پنج دقیقه ای	پنج تکرار سه دقیقه ای	شش تکرار دو دقیقه ای
تعداد ست	یک	سه	پنج
استراحت غیرفعال	یک تا دو دقیقه بین تکرار		پنج دقیقه بین ست
تعداد جلسه در هفته		چهار جلسه	
مجموع زمان (بدون احتساب گرم و سرد کردن)	۳۰ دقیقه	۴۵ دقیقه	۶۰ دقیقه

جدول ۲- برنامه تمرینی تناوبی شدید

هفته	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم
تمرین HIIT کار (دویدن): استراحت (راه رفتن)	۲۰ ثانیه : ۱۶۰ ثانیه	۱۵۰ : ۲۰	۱۴۰ : ۲۰	۱۳۰ : ۲۰	۱۲۰ : ۲۰	۱۱۰ : ۲۰
شدت (ضربان قلب ذخیره)	۸۰ تا ۹۰ درصد و شاخص بورگ ۱۱ تا ۱۶	۹۰ تا ۱۰۰ درصد و شاخص بورگ ۱۱ تا ۱۶				
تعداد تکرار		سه	چهار	چهار	پنج	
تعداد ست						
استراحت بین ست				پنج دقیقه غیرفعال		
تعداد جلسه در هفته				چهار جلسه		
مجموع زمان به دقیقه (بدون احتساب گرم و سرد کردن)	۴۶	۴۴	۵۷	۵۵	۶۶/۶	۶۳

با استفاده از برنامه نرم‌افزاری اس.پی.اس.اس.<sup>۱</sup> نسخه ۲۰، ابتدا طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک<sup>۲</sup> بررسی شد. برای مقایسه اختلاف میانگین و بررسی تعامل میانگین متغیرها در گروه‌ها، از تحلیل واریانس  $2 \times 2$  با اندازه‌گیری‌های مکرر و برای اندازه‌گیری اندازه اثر از فرمول کوهن<sup>۳</sup> (درون‌گروهی) در سطح معناداری  $\alpha < 0.05$  بهره گرفته شد.

## نتایج

میانگین و انحراف استاندارد پیش‌آزمون و پس‌آزمون تمام متغیرها در گروه‌های تمرین-دارونما و تمرین-زردچوبه، در جدول شماره سه ذکر شده است. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع تمام متغیرهای مطالعه طبیعی است ( $P > 0.05$ ).

جدول ۳-مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرها در گروه تمرین-دارونما و گروه تمرین-زردچوبه

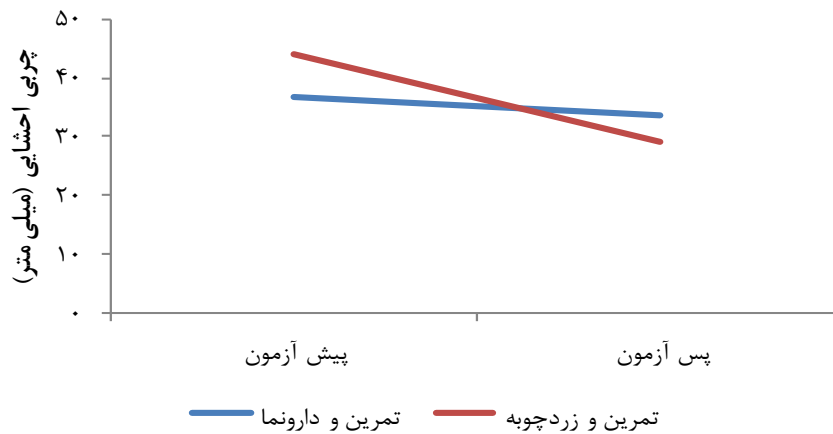
متغیر	انحراف استاندارد±میانگین			
	تمرین HIIT و زردچوبه		تمرین HIIT و دارونما	
	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون
چربی شکمی (میلی‌متر)	۵۱/۹±۷/۲	۷۴/۱۷±۲/۰	۵۵/۴±۲/۳	۶۳/۵±۵/۰۲
چربی احشایی (میلی‌متر)	۲۹/۶±۰/۶	۴۴/۱۳±۰/۳	۳۳/۴±۵/۰	۳۶/۳±۹/۸
چربی زیرپوستی شکمی (میلی‌متر)	۲۲/۵±۷/۴	۳۰/۶±۱/۹	۲۱/۳±۷/۷	۲۶/۲±۶/۸
انسولین (میکرونیوت بر میلی‌لیتر)	۸/۱±۳/۵	۹/۱±۷/۴	۸/۱±۴/۷	۹/۱±۶/۸
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	۸۳/۶±۸/۱	۹۱/۴±۶/۶	۸۸/۴±۷/۹	۹۴/۴±۸/۱
مقاومت انسولین (HOMA.IR)	۱/۷±۰/۳۱	۲/۲±۰/۳۲	۱/۸±۰/۳۹	۲/۲±۰/۳۹
WHR	۰/۷۹±۰/۰۵	۰/۸۳±۰/۰۵	۰/۸۰±۰/۰۳	۰/۸۴±۰/۰۴
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۱/۱±۱/۷	۳۳/۱±۱/۸	۳۱/۰ ± ۱/۴	۳۲/۱±۹/۸

نتایج تحلیل واریانس  $2 \times 2$  با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که شش هفته تمرین تناوبی شدید با در نظر گرفتن استفاده از مکمل زردچوبه یا دارونما کاهش معناداری در مقادیر چربی احشایی ( $F_{1,18} = 26, P < 0.001$ )، چربی زیرپوستی شکمی ( $F_{1,18} = 19, P < 0.001$ )، چربی شکمی ( $F_{1,18} = 61, P = 0.001$ ) و مقاومت انسولین ( $F_{1,18} = 297, P < 0.001$ ) دارد. بین استفاده یا استفاده‌نشدن

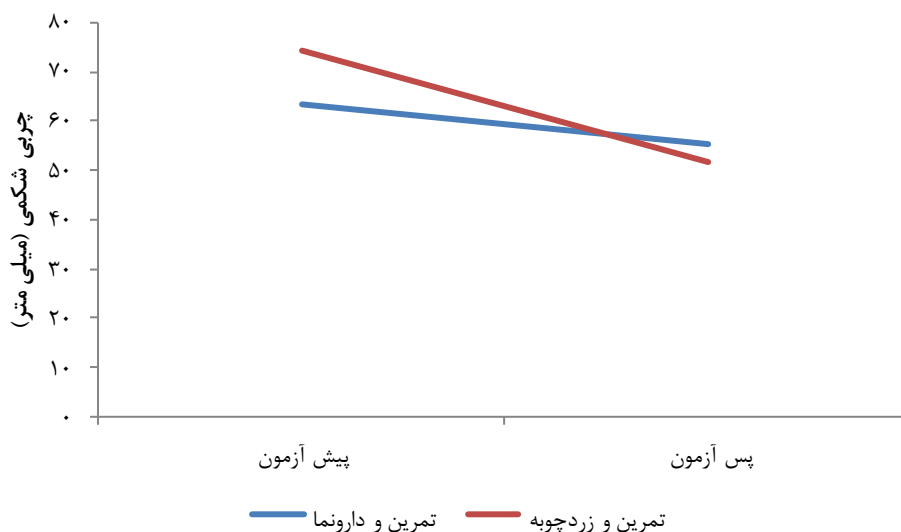
1. SPSS
2. Shapiro- Wilk
3. Cohen's Effect Size



از مکمل زردچوبه برای مقادیر چربی احشایی ( $F_{1,18} = 10, P = 0.004$ ) و چربی شکمی ( $F_{1,18} = 12, P = 0.002$ )، در پاسخ به شش هفته تمرین تناوبی شدید تعامل معناداری مشاهده شد. مشاهده شکل یافته‌های پژوهش کاهش بیشتر چربی احشایی (شکل شماره یک) و چربی شکمی (شکل شماره دو) را در گروه تمرین- زردچوبه نسبت به گروه تمرین- دارونما نشان می‌دهد؛ ولی تعامل معناداری بین استفاده یا استفاده‌نشدن از مکمل زردچوبه برای مقاومت انسولین ( $F = 0.63, P = 0.43$ )، در پاسخ به شش هفته تمرین تناوبی شدید مشاهده نشد؛ اما اندازه اثر کوهن<sup>۱</sup> برای مقاومت انسولین در گروه تمرین- زردچوبه ( $d = 4.69$ ) بیشتر از گروه تمرین- دارونما ( $d = 4.48$ ) بود.



شکل ۱- تغییرات چربی احشایی قبل و بعد از مداخله در دو گروه تمرین- دارونما و تمرین- زردچوبه



شکل ۲- تغییرات چربی شکمی قبل و بعد از مداخله در دو گروه تمرین - دارونما و تمرین - زردچوبه

### بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به لگن، چربی شکمی و اجزایش و مقاومت انسولین در اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید با مکمل سازی زردچوبه، در زنان چاق کاهش معنادار داشتند و کاهش چربی احشایی و شکمی در گروه تمرین - زردچوبه به طور معناداری بیشتر از گروه تمرین - دارونما بود.

در مطالعه حاضر، چربی شکمی و اجزایش که چربی احشایی و چربی زیرپوستی شکمی هستند، در اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید کاهش معنادار داشتند. اغلب مطالعات از جمله مطالعات بوچرا<sup>۱</sup> و همکاران (۵)، حیدری و همکاران (۷)، ژانگ<sup>۲</sup> و همکاران (۹) و لوگان<sup>۳</sup> و همکاران (۱۳) تأثیر تمرین تناوبی شدید بر کاهش چربی احشایی و زیرپوستی شکمی را تأیید کرده اند؛ در حالی که اسکلیک<sup>۴</sup> و همکاران (۸) تغییر نکردن چربی شکمی را مشاهده کردند. در مطالعه اسکلیک و همکاران، تمرین های تناوبی شدید کم حجم به مدت دو هفته در مردان چاق به کار گرفته شدند که احتمالاً این مدت زمان کم نتوانسته بود مؤثر واقع شود. در برنامه تمرین تناوبی شدید شامل تکرار و هله های ورزشی شدید

1. Boutcher
2. Zhang
3. Logan
4. Skleryk

که به‌طور متناوب با دوره‌های کوتاه‌مدت استراحت جدا می‌شوند، به‌نظر می‌رسد حین فعالیت کربوهیدرات بیشتر از چربی مصرف می‌شود؛ اما کاهش چربی در اثر تمرین تناوبی شدید با افزایش هزینه انرژی بعد از فعالیت (که با تکرار وهله‌های فعالیت شدید تحریک می‌شود) ارتباط دارد (۹). در مطالعه ژانگ و همکاران (۹) مشخص شد که میزان اکسیژن مصرفی و هزینه انرژی بعد از فعالیت تمرین تناوبی شدید نسبت به فعالیت استقامتی با شدت کم تا متوسط بیشتر است و بعد از فعالیت، زیاد باقی می‌ماند. به‌علاوه، وایت<sup>۱</sup> و همکاران (۲۲) نشان دادند که بهره تنفسی به‌مدت ۱۸ تا ۲۲ ساعت بعد از تکرار وهله‌های کوتاه دوچرخه‌سواری کمتر از گروه کنترل است که نشان‌دهنده افزایش اکسایش چربی بعد از فعالیت است. سهم اکسیژن مصرفی اضافی بعد از فعالیت تناوبی شدید، ۱۴ درصد کل هزینه انرژی است که در مقایسه با فعالیت متوسط یکسان (هفت درصد کل هزینه انرژی) بیشتر است. اثر انباشته اکسیژن مصرفی اضافی بعد از فعالیت، با فعالیت منظم می‌تواند در بلندمدت اثری مثبت بر تعادل انرژی داشته باشد؛ بنابراین، کاهش چربی را تسهیل می‌کند (۱۰). از طرفی، فعالیت تناوبی شدید موجب کاهش ذخایر آدنوزین منوفسفات، فسفوکراتین و گلیکوژن می‌شود. این امر موجب فعال شدن «کیناز پروتئینی فعال شده با آدنوزین منوفسفات»<sup>۲</sup> (AMPK) و درنهایت، افزایش «هم‌فعال‌کننده - یک آلفا گیرنده گاما فعال شده با تکثیرکننده پروکسی‌زوم» (PGC-1 $\alpha$ ) می‌شود (۵)؛ بنابراین، فعالیت تناوبی شدید ظرفیت میتوکندریایی عضله اسکلتی را از طریق تنظیم افزایشی هم‌فعال‌کننده - یک آلفا گیرنده گاما فعال شده با تکثیرکننده پروکسی‌زوم افزایش می‌دهد (۲۳). از طرف دیگر، فعالیت تناوبی شدید منظم آمادگی هوازی و بی‌هوازی را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد و بدین طریق موجب افزایش ظرفیت عضله اسکلتی برای اکسایش اسیدچرب و محتوای آنزیم گلیکولیتیکی می‌شود (۵). مکانیسم احتمالی دیگر، سرکوب اشتها بعد از فعالیت تمرین تناوبی شدید است (۵). مکانیسم دقیق علت کاهش بیشتر چربی احشایی و زیرپوستی شکمی در اثر تمرین تناوبی شدید نسبت به تمرین‌های با شدت متوسط یکسان مشخص نیست؛ ولی پژوهشگران احتمال می‌دهند که تمرین تناوبی شدید هورمون‌های لیپولیتیکی را بیشتر تحریک می‌کند. در موارد بالینی، بیماران آکرومگالی که هورمون رشد و هورمون رشد شبه‌انسولینی I بیشتری نسبت به افراد سالم داشتند، چربی زیرپوستی و احشایی شکمی کمتری داشتند (۹).

1. Whyte

2. AMP-Activated Protein Kinase (AMPK)

3. Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator 1-Alpha (PGC-1 $\alpha$ )

در مطالعه حاضر، چربی شکمی و اجزایش (چربی احشایی و چربی زیرپوستی) در اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید و زردچوبه کاهش معنادار داشتند. مطالعه مشابهی که تأثیر هم‌زمان تمرین تناوبی شدید و زردچوبه/ کورکومین را بر چربی شکمی بررسی کند، یافت نشد؛ ولی در مطالعه ری حمیدیه<sup>۱</sup> و همکاران (۲۴) عنوان شده است که ترکیب تمرین‌های ورزشی با کورکومین به‌طور هم‌افزا می‌تواند اکسایش چربی‌ها را از طریق افزایش بیوژنز میتوکندریایی و افزایش آنزیم‌های درگیر در فسفوریلاسیون اکسایشی افزایش دهد. مکانیسم‌های وابسته بدین شرح هستند: کورکومین یک پلی‌فنول بسیار قوی است که از طریق فعالیت آنتی‌اکسیدانی‌اش می‌تواند ظرفیت میتوکندریایی را گسترش دهد. قطعات فعال اکسیژن<sup>۲</sup> (ROS) تولیدشده در عضلات حین فعالیت و امانده‌ساز، یک محرک برای بیوژنز میتوکندریایی است (۲۴). همچنین، فعالیت ورزشی و کورکومین می‌توانند نسبت غلظت آدنوزین منوفسفات به آدنوزین تری فسفات<sup>۳</sup> سلولی را در عضلات اسکلتی افزایش دهند و کیناز پروتئینی فعال شده با آدنوزین منوفسفات (که نقش اساسی در تنظیم بیوژنز میتوکندریایی دارد) را فعال کنند (۲۴). به‌علاوه، فعالیت ورزشی (با تغییر وضعیت انرژی درون سلولی) و کورکومین موجب افزایش غلظت نسبت نیکوتین آمید آدنین دی‌نوکلئوتید اکسیدشده به احیاشده<sup>۴</sup> درون سلولی و سپس، فعال شدن سیرتوئین یک<sup>۵</sup> (SIRT1) و درنهایت، فسفوریلاسیون و دی‌استیلاسیون هم‌فعال‌کننده- یک آلفا گیرنده گاما فعال شده با تکثیرکننده پروکسیزوم می‌شوند. کورکومین و فعالیت ورزشی مقادیر آدنوزین منوفسفات حلقوی و فسفوریلاسیون پروتئین متصل به عامل پاسخ آدنوزین منوفسفات حلقوی<sup>۶</sup> (CREB) و کیناز کبدی B1<sup>۷</sup> (LKB-1) را افزایش می‌دهند که در تنظیم بیوژنز میتوکندریایی مشارکت دارند. شناسایی آدنوزین منوفسفات حلقوی به‌عنوان هدف کورکومین می‌تواند توضیح دهد که کورکومین چگونه از بعضی جنبه‌های فعالیت ورزشی تقلید می‌کند. از طرف دیگر، فعال شدن هم‌فعال‌کننده- یک آلفا گیرنده گاما فعال شده با تکثیرکننده پروکسیزوم در اثر کورکومین و تمرین ورزشی موجب می‌شود که مارکر سیتوکروم c اکسیداز<sup>۸</sup> (COX IV) میتوکندریایی، فعالیت آنزیم سیترات سنتاز و بیان زیرواحدهای مسیر فسفوریلاسیون اکسایشی<sup>۹</sup> (OXPHOS) و تعداد کپی DNA میتوکندریایی افزایش یابند (۲۴). مطالعات نشان می‌دهند که تمرین تناوبی شدید نیز می‌تواند بیان

- 
1. Ray Hamidie
  2. Reactive Oxygen Species
  3. AMP/ATP
  4. NAD<sup>+</sup>/NADH
  5. Sirtuin 1
  6. cAMP Response Element-Binding Protein
  7. Liver Kinase B1
  8. Cytochrome c Oxidase
  9. Oxidative Phosphorylation

کیناز پروتئینی فعال شده با آدنوزین منوفسفات و همفعال کننده- یک آلفا گیرنده گاما فعال شده با تکثیر کننده پروکسیزوم را افزایش دهد. حتی پیشنهاد شده است که تمرین تناوبی شدید در این زمینه مؤثرتر از تمرین های تداومی با شدت متوسط عمل می کند (۲۵).

طبق بررسی ها، مطالعات کمی درباره تأثیر پودر کامل زردچوبه بر چاقی یافت شدند؛ از جمله لی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۶) در مطالعه خود عنوان کردند که مشخص نیست تأثیر مهارت پودر زردچوبه رژیم غذایی بر چاقی به علت کورکومین است یا به علت کاهش دریافت غذا. در مطالعه لی و همکاران، دوز بالای زردچوبه دریافت غذا را در موش ها کاهش داد. این پژوهشگران بیان کردند که احتمالاً کاهش دریافت غذای حاوی زردچوبه به طعم قوی آن بستگی دارد یا به دلیل فیبرهای موجود در زردچوبه است که موجب ترشح هورمون های گوارشی می شود که سیری را تحریک می کنند و دریافت غذا را کاهش می دهند (۲۶). مکانیسم های احتمالی تأثیر کورکومین بر کاهش چربی به شرح زیر است: کورکومین با افزایش آنزیم های درگیر در اکسایش چربی مانند لیپاز حساس به هورمون<sup>۲</sup> (HSL) و کارنیتین پالمیتویل ترانسفراز- یک<sup>۳</sup> (CPT-1) لیپولیز را افزایش می دهد و با کاهش فعالیت آنزیم های سازنده اسیدچرب مثل استیل کوا کربوکسیلاز<sup>۴</sup> (ACC) و آنزیم سازنده ذخایر تری گلیسیرید مثل گلیسرول- سه- فسفات آسپیل ترانسفراز- یک<sup>۵</sup> (GPAT-1) لیپوژنز را مهار می کند (۱۴). بعضی مطالعات نشان داده اند که مداخله کورکومین با دوز زیاد در رت ها چربی احشایی را کاهش می دهد (۲۷). لون<sup>۶</sup> و همکاران (۲۸) نشان دادند که کورکومین به افزایش بیان پروتئین های میتوکندریایی مثل CPT-1 و سیتوکروم C منجر می شود. افزایش بیان این دو پروتئین احتمالاً عملکرد تحریکی کورکومین را با توجه اکسیداسیون چربی منعکس می کند. در مطالعه لون و همکاران، کورکومین لیپولیز را تحریک کرد و لیپوژنز را سرکوب کرد؛ زیرا، بیان مقادیر لیپاز حساس به هورمون و استیل کوا کربوکسیلاز فسفوریله (غیرفعال) را افزایش داد. این پژوهشگران اظهار کردند، آدیپوسیت هایی که با کورکومین درمان شدند، دارای تعداد زیادی از قطرات چربی کوچک هستند که سطح رویه بزرگ تری برای عمل آنزیم های لیپولیتیکی دارند. با توجه به اینکه در مطالعه لون و همکاران بیان کیناز پروتئینی فعال شده

- 
1. Lee
  2. Hormone Sensitive Lipase
  3. Carnitine Palmitoyltransferase I
  4. Acetyl-CoA Carboxylase
  5. Glycerol-3-Phosphate Acyltransferases-1
  6. Lone

با آدنوزین منوفسفات و شکل فعال آن (فسفریله) در اثر کورکومین افزایش یافت، نتیجه‌گیری شد که آثار کورکومین توسط کیناز پروتئینی فعال شده با آدنوزین منوفسفات واسطه‌گری می‌شوند (۲۸). در مطالعه حاضر، کاهش چربی احشایی و شکمی در گروه تمرین-زردچوبه به‌طور معناداری بیشتر از گروه تمرین-دارونما بود. حین فعالیت شدید ورزشی (بیشتر از ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) پاسخ‌های کاتکولامین به‌طور معناداری افزایش می‌یابند که لیپولیز را از طریق گیرنده‌های بتا آدرنرژیک افزایش می‌دهند. چربی شکمی شامل بافت آدیپوز زیرپوستی شکمی و بافت آدیپوز احشایی است و محتوای گیرنده‌های بتا آدرنرژیک در قسمت احشایی بیشتر از بافت آدیپوز زیرپوستی است؛ بنابراین، فعال‌سازی سیستم عصبی سمپاتیک (توسط ره‌ایش نورآدرنالین) حین دویدن در تمرین تناوبی شدید، اکسایش چربی‌های ناحیه احشایی را نسبت به بافت چربی زیرپوستی بیشتر افزایش می‌دهد (۲۹). شواهدی وجود دارند مبنی بر اینکه مصرف منظم کورکومین زیرواحدهای گیرنده آدرنرژیک را در موش و همستر تنظیم می‌کند؛ بدین‌صورت که کورکومین موجب افزایش بیان گیرنده‌های بتا آدرنرژیک می‌شود (۳۱، ۳۰). احتمالاً یکی دیگر از دلایل کاهش بیشتر چربی احشایی در گروه تمرین-زردچوبه نسبت به گروه تمرین-دارونما این است که ترکیب کورکومین و تمرین تناوبی شدید، هر دو به‌واسطه فعال کردن گیرنده‌های بتا آدرنرژیک در چربی احشایی می‌توانند به‌طور هم‌افزا عمل کنند. یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر، اندازه‌گیری نشدن گیرنده‌های بتا آدرنرژیک چربی احشایی به‌علت عدم نبود امکان نمونه‌برداری بافتی در انسان است.

در مطالعه حاضر، مقاومت انسولین در اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید کاهش معناداری داشت. این نتیجه با مطالعات آلمنینگ<sup>۱</sup> و همکاران (۱۲) و خدادادی و همکاران (۳۲) همسو بود؛ ولی با مطالعات اسکلیک و همکاران (۸) ناهمسو بود. در مطالعه اسکلیک و همکاران، مقاومت انسولین بعد از دو هفته تمرین تناوبی شدید تغییری نکرد. احتمالاً دلیل ناهمسوئی مدت زمان کم تمرین بوده است. با توجه به اینکه عضله اسکلتی محل اولیه دسترسی گلوکز از طریق انسولین و غیروابسته به انسولین است، چند سازگاری مولکولی بعد از تمرین تناوبی شدید در عضله اسکلتی شناسایی شده‌اند: ۱- مطالعات افزایش محتوای انتقال‌دهنده گلوکز چهار<sup>۲</sup> (Glut4) عضله اسکلتی بعد از تمرین تناوبی شدید مشاهده شده است؛ ۲- در عضله اسکلتی بیماران متابولیک، محتوا و عملکرد میتوکندریایی و مارکرهای بیوژنز میتوکندریایی کاهش می‌یابند که این امر در مقاومت انسولین دخالت دارد. مطالعات نشان داده‌اند که بعد از تمرین تناوبی شدید ظرفیت میتوکندریایی از طریق افزایش فعالیت سیترات سنتاز و محتوای کمپلکس زنجیره انتقال الکترون و نیز هم‌فعال‌کننده- یک آلفا گیرنده گاما فعال شده

- 
1. Almenning
  2. Glucose Transporter Type 4 (GLUT-4)

با تکثیرکننده پروکسیزوم افزایش می‌یابد؛ ۳- در بزرگسالان مبتلا به سندرم متابولیک، بعد از تمرین تناوبی شدید افزایش ۵۰ تا ۶۰ درصدی در برداشت مجدد کلسیم به درون شبکه سارکوپلاسمی مشاهده شده است که نشان‌دهنده بهبود ظرفیت کاری عضله، خستگی دیرتر و آمادگی بعد از تمرین تناوبی شدید است (۳۳). مطالعاتی که آثار طولانی‌مدت تمرین تناوبی شدید (دو هفته و بیشتر) را گزارش کرده‌اند، نشان داده‌اند گلوکز ناشتا که عمدتاً مارکر حساسیت انسولین کبدی است، کاهش می‌یابد (۳۳). حساسیت انسولین محیطی از طریق افزایش انتقال‌دهنده گلوکز چهار و ظرفیت آنزیم‌های هوازی و آنزیم‌های هگزوکیناز و گلیکوژن سنتاز در عضله اسکلتی افزایش می‌یابد (۳۳). در مطالعه حاضر، مقاومت انسولین در اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید و زردچوبه کاهش معناداری داشت. مطالعه مشابهی که تأثیر هم‌زمان تمرین تناوبی شدید و پودر زردچوبه را بر مقاومت انسولین بررسی کرده باشد، یافت نشد. برای دهه‌های متعددی فرض می‌شد که کورکومین آثار ضد‌دیابتی‌اش را توسط عمل ضدهایپرگلاسمیک اعمال می‌کند. هماهنگ با این، کورکومین از طریق مکانیسم‌های متعددی که موجب فعال شدن آنزیم‌های گلیکولیتیک، افزایش فعالیت گلوکوکیناز کبدی و محتوای گلیکوژن و تنظیم منفی آنزیم‌های گلوکونئوژنیک (توسط مهار گلوکز شش- فسفاتاز و فسفوانول پیرووات کربوکسی‌کیناز) می‌شوند، گلوکز پلاسما را کاهش می‌دهد. گلوکوکیناز تبدیل گلوکز به گلوکز شش- فسفات را کاتالیز می‌کند و فعالیتش توسط پروتئین کیناز A مهار می‌شود و توسط کیناز پروتئینی فعال شده با آدنوزین منوفسفات تحریک می‌شود. کورکومین فعالیت پروتئین کیناز A را کاهش می‌دهد و کیناز پروتئینی فعال شده با آدنوزین منوفسفات را در هپاتوسیت و بافت آدیپوز موش‌ها فعال می‌کند؛ بنابراین، احتمالاً پروتئین کیناز پروتئینی فعال شده با آدنوزین منوفسفات می‌تواند هدف اصلی کورکومین برای تنظیم هموستاز گلوکز هپاتیک باشد (۳۳). همچنین، کورکومین می‌تواند آنزیم‌های مرتبط با دیابت مثل آلفا گلوکوسیداز یک، آلدوز رداکتاز را مهار کند (۳۴). در مجموع، کورکومین می‌تواند مقاومت انسولین را از طریق سه مکانیسم مختلف بهبود دهد: ۱- بر گیرنده انسولین اثر می‌گذارد. احتمالاً افزایش حساسیت گیرنده انسولین از طریق مهار آنزیم پروتئین- تیروزین فسفاتاز یک B<sup>۱</sup> اتفاق می‌افتد؛ ۲- مسیر انسولین را فعال می‌کند. هدف کورکومین در سیگنالینگ انسولین، سوبسترای گیرنده انسولین یک است؛ ۳- التهاب و استرس اکسایشی را مهار می‌کند. کورکومین با مهار فاکتور هسته‌ای کاپا B<sup>۲</sup> (NF-κB) و فاکتور نکروز تومور آلفا و واسطه‌های

1. Protein-Tyrosin Phosphatase1B (PTB1B)
2. Nuclear Factor Kappa-Light-Chain-Enhancer of Activated B Cells (NF-κB)

پایین دستی آن‌ها مانند اینترلوکین‌ها، سیکلواکسیژناز دو<sup>۱</sup> (COX2) و غیره موجب کاهش التهاب و مقاومت انسولین می‌شود (۳۵).

در مطالعه حاضر، تفاوت معناداری در مقاومت انسولین بین دو گروه تمرین-زردچوبه و تمرین-دارونما مشاهده نشد؛ ولی اندازه اثر گروه تمرین-زردچوبه برای کاهش مقاومت انسولین و کاهش مقادیر انسولین و گلوکز ناشتا بیشتر بود. در بررسی‌های انجام شده مطالعه مشابهی یافت نشد؛ ولی در مطالعه شاهین و همکاران (۳۶) نشان داده شد که مقادیر پروتئین انتقال دهنده گلوکز چهار در گروه ترکیبی تمرین ورزشی و کورکومین بیشتر از گروه‌های تمرین (به تنهایی) و کنترل است. احتمالاً دلیل نبود تفاوت معنادار بین دو گروه مطالعه حاضر، مسئله زیست‌فراهمی اندک کورکومین به ویژه به روش خوراکی است. پودر زردچوبه حاوی فیبرهای غذایی، پروتئین، روغن‌های ضروری و تنها دو تا هشت درصد کورکومین است (۲۶). این مقدار اندک کورکومین در کبد و روده انسان و جوندگان دچار زیست دگرگونی می‌شود و به متابولیت‌هایش تبدیل می‌شود. کورکومین در آب نامحلول است و در دستگاه گوارش بسیار ضعیف جذب می‌شود و به سرعت متابولیزه می‌شود و از گردش خون حذف می‌شود؛ باوجوداین، زیست‌فراهمی پایین این ماده خواص درمانی آن را محدود کرده است (۳۵). مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر استفاده نکردن از عصاره زردچوبه و اندازه‌نگرفتن فاکتورهای التهابی مانند فاکتور نکروز تومور آلفا بود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین‌های تناوبی شدید با مکمل زردچوبه احتمالاً می‌تواند موجب کاهش معنادار مقادیر انسولین، گلوکز، مقاومت انسولین، چربی زیرپوستی شکمی، چربی احشایی و وزن بدن شود. به نظر می‌رسد که تمرین تناوبی شدید و زردچوبه در مقایسه با تمرین تناوبی شدید به تنهایی در کاهش چربی شکمی مؤثرترند. این یافته نشان دهنده تأثیر هم‌افزایی تمرین تناوبی شدید و زردچوبه بر کاهش چربی شکمی تنها از طریق کاهش چربی احشایی است. برای پی بردن به مکانیسم‌های دقیق به انجام مطالعات بیشتری نیاز است.

**پیام مقاله:** توصیه می‌شود که برای کاهش چربی احشایی تمرین‌های تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل زردچوبه انجام شوند.

## تشکر و قدردانی

از تمام افراد مورد مطالعه و همه عزیزانی که ما را در روند اجرای این طرح یاری رساندند، تقدیر و تشکر می‌کنیم.

1. Cyclooxygenase 2 (COX2)



## منابع

1. Tabatabaei O, Larijani B. A review of the prevalence of obesity and its management in Iran. *Iran J Diabetes and Metab.* 2013;12(5):357-74. (In Persian).
2. Hasani-Ranjbar S, Jouyandeh Z, Abdollahi M. A systematic review of anti-obesity medicinal plants-an update. *J Diabetes Metab Disord.* 2013;12(28):1-10.
3. Mutsert R, Gast K, Widya R, Koning E, Jazet I, Lamb H, et al. Associations of abdominal subcutaneous and visceral fat with insulin resistance and secretion differ between men and women: The etherlands epidemiology of obesity study. *Metab Syndr Relat Disord.* 2018;16(1):1-10.
4. Afshari S, Kordi M.R, Mohammad-Amoli M, Daneshyar S. The effect of high intensity interval training (HIIT) on gene expression of uncoupling protein 1 (UCP-1) in subcutaneous white adipose tissue of wistar rats. *Sport Physiol.* 2018;10(39):17-32. (In Persian).
5. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes.* 2011; 2011: 1-10.
6. Alahmadi AM. High-intensity interval training and obesity. *J Nov Physiother.* 2014;4(3):1-6.
7. Heydari M, Freund J, Boutcher SH. The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *J Obes* 2012; 2012:1-8.
8. Skleryk JR, Karagounis LG, Hawley JA, Sharman MJ, Laursen PB, et al. Two weeks of reduced-volume sprint interval or traditional exercise training does not improve metabolic functioning in sedentary obese men. *Diabetes, Obes. Metab.* 2013; 15:1146-53.
9. Zhang H, Tong TK, Qiu W, Wang J, Nie J, He Y. Effect of high intensity interval training protocol on abdominal fat reduction in overweight chinese women. *Kinesiology.* 2015;47(1):57-66.
10. LaForgia J, Withers RT, Gore CJ. Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *J Sport Sci.* 2006;24(12):1247-64.
11. Stenman M. Effects of high-intensity interval training on VO<sub>2</sub>max and post-exercise fat consumption in recreationally active adults compared to steady-state running [Master's thesis]. [City of Jyväskylä]: University of Jyväskylä; 2016.
12. Almenning I, Rieber-Mohn A, Lundgren KM, Shetelig Lovvik T, Garnaes K, Moholdt T. Effects of high intensity interval training and strength training on metabolic, cardiovascular and hormonal outcomes in women with polycystic ovary syndrome: A pilot study. *PLoS One.* 2015;10(9): e0138793.
13. Logan GR, Harris N, Duncan S, Plank LD, Merien F, Schofield G. Low-active male adolescents: A dose response to high-intensity interval training. *Med Sci Sports Exercise.* 2016;48(3):481-90.
14. Meydani M, Hasan ST. Dietary polyphenols and obesity. *Nutrients.* 2010;2(7): 737-51.
15. Shehzad A, Ha T, Subhan F, Lee Y. S. New mechanisms and the anti-inflammatory role of curcumin in obesity and obesity-related metabolic diseases. *Eur J Nutr.* 2011;50(3):151-61.

16. Wickenberg J, Ingemansson S. L, Hlebowicz J. Effects of *Curcuma longa* (turmeric) on postprandial plasma glucose and insulin in healthy subjects. *Nutr J.* 2010;9(43): 1-5.
17. Shao W, Yu Z, Chiang Y, Yang Y, Chai T, Foltz W, Lu H, Fantus I. G, Jin T. Curcumin prevents high fat diet induced insulin resistance and obesity via attenuating lipogenesis in liver and inflammatory pathway in adipocytes. *PLoS One.* 2012;7(1): e28784.
18. Di pierro F, Bressan A, Ranaldi D, G. Rapacioli, Giacomelli L, Bertuccioli A. Potential role of bioavailable curcumin in weight loss and omental adipose tissue decrease: preliminary data of a randomized, controlled trial in overweight people with metabolic syndrome: Preliminary study. *Riv Eur Sci Med Farmacol.* 2015;19: 4195-202.
19. Chuengsamarn S, Rattanamongkolgul S, Phonrat B, Tungtrongchitr R, Jirawatnotai S. Reduction of atherogenic risk in patients with type 2 diabetes by curcuminoid extract a randomized controlled trial. *J Nutr Biochem.* 2014;25:144–50.
20. Ribeiro-Filho FF, Faria A, Azjen S, Zanella MT, Ferreira SRG. Methods of estimation of visceral fat: Advantages of ultrasonography. *Obes Res.* 2003;11(12):1488-94.
21. FAO/WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants. Sixty-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 922; 2004.
22. Whyte LJ, Ferguson C, Wilson J, Scott RA, Gill JM. Effects of single bout of very high-intensity exercise on metabolic health biomarkers in overweight/obese sedentary men. *Metabolism.* 2013;62(2):212-9.
23. Little JP, Safdar A, Bishop D, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 $\alpha$  and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2011;300(6):R1303-10.
24. Ray Hamidie, R. D. Yamada, T. Ishizawa, R. Saito, Y. Masuda, K. Curcumin treatment enhances the effect of exercise on mitochondrial biogenesis in skeletal muscle by increasing cAMP levels. *Metabolism.* 2015;64(10): 1334-47.
25. Su H, Jiang ZH, Cao G, Wen T, Shao J, Li L. Effects of HIIT and MICT for 10 weeks on myocardial AMPK and PGC-1 $\alpha$  in rats. *Exercise Biochem Rev.* 2018; 1(2): 23-5.
26. Lee CH, Kim AU, Pyun CW, Fukushima M, Han KH. Turmeric (*curcuma longa*) whole powder reduces accumulation of visceral fat mass and increases hepatic oxidative stress in rats fed a high-fat diet. *Food Science and Biotechnology.* 2014;23(1):261-7.
27. Pahl J. Curcumin use in the attenuation of diet-induced metabolic syndrome in rats [Bachelor's thesis]. [Queensland]: University of Southern Queensland Toowoomba; 2016
28. Lone J, Choi JH, Kim SW, Yun JW. Curcumin induces brown fat-like phenotype in 3T3-L1 and primary white adipocytes. *J Nutr Biochem.* 2016;27:193-202.
29. Maillard F, Pereira B, Boisseau N. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: A meta-analysis. *Sports Med.* 2017; DOI 10.1007/s40279-017-0807-y.

30. Najjil G, Anju TR, Jayanarayanan S, Paulose CS. Curcumin pretreatment mediates antidiabetogenesis via functional regulation of adrenergic receptor subtypes in the pancreas of multiple low-dose streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutr Res.* 2015;35:823-33.
31. Dewar AM, Clark RA, Singer AJ, Frame MD. Curcumin mediates both dilation and constriction of peripheral arterioles via adrenergic receptors. *J Invest Dermatol.* 2011;131: 1754-60.
32. Khodadadi H, Rajabi H, Attarzadeh SR, Abbasian S. The effect of high intensity interval training (HIIT) and pilates on levels of irisin and insulin resistance in overweight women. *Iran J Endocrin Metab.* 2014;16(3):190-6. (In Persian).
33. Cassidy S, Thoma C, Houghton D, Trenell M I. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia.* 2017;60: 7-23.
34. He Y, Yue Y, Zheng X, Zhang K, Chen S, Du Z. Curcumin, inflammation, and chronic diseases: How are they linked? *Molecules.* 2015;20(5):9183-213.
35. Jimenez-Osorio AS, Monroy A, Alavez S. Curcumin and insulin resistance Molecular targets and clinical evidences. *BioFactors.* 2016;42(6):561-80.
36. Sahin K, Pala R, Tuzcu M, Ozdemir O, Orhan C, Sahin N, Juturu V. Curcumin prevents muscle damage by regulating NF-kappaB and Nrf2 pathways and improves performance: an in vivo model. *J Inflammation Res.* 2016;9:147-54.

### ارجاع دهی

رستمی هاشجین زهرا، امیرساسان رامین، نیکوخصلت سعید، ساری صراف وحید. تأثیر تمرین تناوبی شدید با مکمل سازی زردچوبه بر چربی احشایی، چربی زیرپوستی شکمی و مقاومت انسولین در زنان چاق. *فیزیولوژی ورزشی.* پاییز ۱۳۹۸؛ ۱۱(۴۳): ۷۴-۵۵. شناسه دیجیتال: 10.22089/spj.2019.7155.1881

Rostami Hashjin Z, Amirsasan R, Nikoukheslat S, Sari-Sarraf V. Effect of High Intensity Interval Training with Turmeric Supplementation on Visceral Fat, Subcutaneous Abdominal Fat and Insulin Resistance in Obese Females. *Fall 2019; 11(43): 55-74.* (In Persian). DOI: 10.22089/spj.2019.7155.1881

## **Effect of High Intensity Interval Training with Turmeric Supplementation on Visceral Fat, Subcutaneous Abdominal Fat and Insulin Resistance in Obese Females**

**Z. Rostami Hashjin<sup>1</sup>, R. Amirsasan<sup>2</sup>, S. Nikoukheslat<sup>3</sup>,  
V. Sari-Sarraf<sup>4</sup>**

1. Ph.D. Student of Exercise Physiology, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. Associated Professor of Exercise Physiology, University of Tabriz, Tabriz, Iran (Corresponding Author)
3. Associated Professor of Exercise Physiology, University of Tabriz, Tabriz, Iran
4. Associated Professor of Exercise Physiology, University of Tabriz, Tabriz, Iran

**Received: 2019/03/04**

**Accepted: 2019/06/17**

---

### **Abstract**

The aim of this study was to determine the effect of six weeks high intensity interval training (HIIT) with turmeric supplementation on visceral fat, subcutaneous abdominal fat and insulin resistance in obese females. Thirty obese women aged 20-25 years in quasi-experimental study with pre-post testing design, were selected purposefully and were randomly divided into two homogeneous groups of 15 participants: HIIT & placebo, and HIIT & Turmeric supplement (3 milligram curcumin per kilogram body weight per day). Preparation period performed for 3 weeks and HIIT performed for 6 weeks and 4 sessions per week. Blood samples were taken in two phases, before and 48 hours after last exercise session in the follicular phase. Abdominal fat was measured by ultrasound system. Serum insulin and glucose were measured by enzyme immunoassay and photometric method respectively. The data were analyzed at  $\alpha < 0.05$ . Abdominal fat and insulin resistance significantly decreased in both groups. There was significant difference between groups for abdominal and visceral fat. These values were lower in HIIT & Turmeric group. High intensity interval training with turmeric supplementation probably could decrease insulin resistance and abdominal fat (visceral and subcutaneous fat). It seems that, HIIT & Turmeric compared to HIIT was more effective in reduction of abdominal fat.

**Keywords:** High Intensity Interval Training, Turmeric, Visceral Fat, Insulin Resistance, Obesity.

---

- 
1. Email: zahra.rostami.h@gmail.com
  2. Email: amirsasanramin@gmail.com
  3. Email: sa\_nikoo@yahoo.com
  4. Email: sarraf@tabrizu.ac.ir