

## اثر هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای و مکمل یاری زعفران بر سطوح سرمی ویسفاتین و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن

پریا معقولی<sup>۱</sup>، رقیه افرونده<sup>۱\*</sup>، محمد ابراهیم بهرام<sup>۱</sup>، آمنه پوررحیم قورقچی<sup>۱</sup>

### چکیده

**مقدمه:** هدف از این مطالعه بررسی اثر هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای و مکمل یاری زعفران بر سطوح سرمی ویسفاتین و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن بود.

**روش‌ها:** در این پژوهش نیمه‌تجربی، ۴۰ نفر از دانشجویان چاق و دارای اضافه‌وزن، به‌طور تصادفی به چهار گروه تمرین، تمرین+مکمل، مکمل و کنترل (هر گروه ۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه‌های تمرین به‌مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به‌مدت ۹۰ دقیقه در نوبت عصر تمرین‌های مقاومتی دایره‌ای انجام دادند. گروه مکمل و تمرین+مکمل، از قرص زعفران با دوز ۳۰ میلی‌گرم در روز به‌عنوان مکمل استفاده کردند. نمونه‌های خونی در دو مرحله پیش‌آزمون و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آماری کوواریانس و  $t$  زوجی در سطح معنی‌دار  $P \leq 0/05$  تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** نتایج  $t$  همبسته کاهش معناداری در میزان ویسفاتین و مقاومت به انسولین در پس‌آزمون گروه تمرین، تمرین+مکمل و مکمل نسبت به پیش‌آزمون نشان داد ( $P \leq 0/05$ ). نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد، میزان ویسفاتین افزایش و شاخص مقاومت به انسولین در گروه تمرین، تمرین+مکمل و مکمل نسبت به گروه کنترل کاهش معنادار داشت ( $P \leq 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** به‌نظر می‌رسد هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای و مکمل یاری زعفران بر سطوح سرمی ویسفاتین و مقاومت به انسولین می‌تواند منجر به کاهش این دو متغیر در مردان دارای اضافه وزن شود. گیاه زعفران می‌تواند به‌دلیل دارا بودن فلاونوئیدها و به واسطه تحریک ترشح ویسفاتین، نقش محافظتی را ایفا کند.

**واژگان کلیدی:** تمرین‌های دایره‌ای، مکمل زعفران، ویسفاتین، مقاومت به انسولین

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

\***نشانی:** اردبیل، انتهای خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه فیزیولوژی ورزشی، کد پستی ۵۶۱۹۹۱۱۳۶۷، تلفن: ۰۹۱۴۱۵۳۲۱۳۶، پست الکترونیک: afroundeh@uma.ac.ir

## مقدمه

همین دلیل پیشنهاد شده است که ماکروفاژها، ویسفاتین را در پاسخ به سیگنال‌های التهابی آزاد می‌کنند [۱۰]. ویسفاتین در شرایط آزمایشگاهی، جذب گلوکز را توسط آدیپوسیت‌ها و مونوسیت‌ها افزایش داده و مانع از رهاسازی گلوکز توسط کبد می‌شود [۱۱]. مطالعات مختلف ارتباط مثبتی بین تغییرات سطح ویسفاتین و بیماری‌هایی مانند چاقی، دیابت و بیماری کلیوی گزارش کرده‌اند [۵]. علاوه بر این سطوح ویسفاتین در گردش، به‌طور تنگاتنگی با تجمع بافت چربی سفید (WAT<sup>۴</sup>) مرتبط بوده و سنتز آن به‌وسیله چندین فاکتور از جمله TNF- $\alpha$ <sup>۵</sup>، گلوکوکورتیکوئیدها، اینترلوکین-۶ (IL-6) و هورمون رشد (GH) تنظیم می‌گردد [۱۱]. هرگاه سیستم ضدآکسایشی بدن در طول فعالیت ورزشی شدید و طاقت‌فرسا یا کمبودهای تغذیه‌ای دچار اختلال گردد؛ به پایدار شدن «فشار آکسایشی» در محیط منتهی می‌شود. در چنین مواقعی مصرف مواد و مکمل‌های ضدآکسایشی طبیعی و خوراکی، اهمیت زیادی پیدا می‌کنند. با توجه به آشکار بودن عوارض جانبی و آثار زیان‌بخش داروهای شیمیایی، مسئله بازگشت به داروهای گیاهی و طبیعی در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه واقع شده و همچنین گیاهان دارویی یک منبع مهم از مواد شیمیایی با اثرات درمانی قوی هستند [۱۲].

گیاه زعفران با نام علمی (*Crocus sativus L.*) از خانواده Iridaceae گیاهی علفی و بدون ساقه است. مهم‌ترین ترکیبات موجود در این گیاه شامل کارتوتنوئیدها، آلدئیدها و فلاونوئیدها است و با توجه به ترکیبات پلی‌فنول‌ها و آنتی‌اکسیدانی موجود در این گیاه به نظر می‌رسد، آثار سودمندی بر سلامتی داشته باشد [۱۳]. امروزه ورزش به‌عنوان یک روش درمانی برای سندرم متابولیک، چاقی و مقاومت به انسولین مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۴]. از آنجایی که تغییرات در غلظت آدیپوکین‌ها نشانه اولیه کاهش بافت چربی است، ورزش و فعالیت بدنی برای کاهش وزن نیز بسیار مهم است [۱۵]. به‌دلیل اهمیت فعالیت بدنی در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، یکی از عواملی است که با کاهش چربی و افزایش حساسیت بافت‌ها به انسولین، باعث بهبود عملکرد عروق می‌شود [۵]. تأثیر ورزش به اشکال مختلف بر سطوح آدیپوکین‌ها در نمونه‌های انسانی و حیوانی بررسی

چاقی یکی از معضلات بهداشتی قرن حاضر است که با عوارضی نظیر دیابت نوع دو، اختلالات چربی خون و بیماری‌های قلبی-عروقی همراه است [۱]. امروزه افراد زیادی در نقاط مختلف جهان دچار اضافه وزن یا چاقی هستند و این شرایط تنها محدود به کشورهای توسعه یافته نیست [۲]. در سال‌های اخیر شیوع این معضل و نارسایی‌های مربوط به آن، از مشکلات اصلی در کشور ما هم محسوب می‌شود؛ بر همین اساس گزارش شده است ۵۸ درصد زنان و ۷۵ درصد مردان ایرانی از اضافه وزن و چاقی رنج می‌برند. همچنین ۴۶ درصد علت مرگ‌ومیرها در ایران، ناشی از نارسایی‌های عروق کرونر در نتیجه کم‌تحریکی، چاقی و عوارض ناشی از آن نظیر دیابت است [۳]. شیوع چاقی و اضافه وزن علاوه بر ذخیره انرژی برای مدت طولانی، منجر به ترشح بسیاری از مولکول‌های بیولوژیکی مانند آدیپوکین‌ها می‌گردد که عملکردهای فیزیولوژیکی (التهاب، هموستاز انرژی و ایمنی) را کنترل می‌کنند [۴]. این آدیپوکین‌ها تنظیم‌کننده‌های مهم رشد بافت چربی را تولید می‌کنند و به‌طور قابل توجهی بر متابولیسم گلوکز در بافت‌های مختلف بدن تأثیر گذاشته و در تعادل انرژی در سطح سیستماتیک مفید هستند [۵، ۶]. بافت چربی به‌عنوان اندام اندوکروینی فعال در کنترل سوخت‌وساز بدن شناخته شده است و صرفاً محلی برای ذخیره انرژی نیست [۷]. این بافت ارگانی درون‌ریز و متابولیک پیچیده و بسیار فعالی است که نه‌تنها مسئول تولید انرژی بوده، بلکه پروتئین‌های متعددی نظیر لپتین، ویسفاتین، آدیپونکتین و... را تولید و ترشح می‌کند که آدیپوکاین نامیده می‌شوند.

ویسفاتین<sup>۱</sup> به‌عنوان فاکتور تقویت‌کننده کلنی سلول‌های B یا فسفریبوزیل‌ترانسفراز شناخته می‌شود [۸]. ویسفاتین، یک پروتئین ۵۲ کیلودالتونی است که در انسان از ۴۹۱ آمینواسید تشکیل شده و به‌عنوان فاکتور افزایش‌دهنده کلنی (سلول‌های پیش‌ساز B<sup>۲</sup>) شناخته می‌شود [۹]. به‌دلیل تولید بالاتر این هورمون در بافت چربی احشایی<sup>۳</sup> نسبت به بافت چربی زیرجلدی، ویسفاتین نامیده می‌شود. اگرچه مطالعات نشان می‌دهند که این پروتئین ممکن است به مقدار زیادی در ماکروفاژهایی که به درون بافت چربی نفوذ می‌کنند، بیان شود. به

<sup>۴</sup> White Adipose Tissue

<sup>۵</sup> Tumour Necrosis Factor alpha

<sup>۱</sup> Visfatin

<sup>۲</sup> PBEF

<sup>۳</sup> Viscera

شده است. با این حال، نتایج متناقضی نیز گزارش شده است. در برخی مطالعات کاهش و در برخی دیگر عدم تغییر یا افزایش سطح آنها گزارش شده است [۱۷، ۱۶]. بیشتر مطالعات از ورزش‌های هوازی برای کاهش وزن استفاده کرده‌اند [۵]. با توجه به ارتباط بین ویسفاتین و مقاومت به انسولین، ممکن است فعالیت ورزشی به واسطه آثاری که بر متابولیسم کربوهیدرات می‌گذارد، بتواند در کاهش ویسفاتین سرم هم مؤثر واقع شود [۱۸]. مطالعاتی نیز در خصوص تأثیر مکمل زعفران مورد بررسی قرار گرفته است؛ در این راستا Rajabi و همکاران (۱۳۹۶)، در تحقیقی با عنوان تأثیر هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل زعفران همراه با دو هفته بی‌تمرینی بر برخی شاخص‌های مرتبط با بیماری دیابت در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو، نشان دادند که هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل به تنهایی بر شاخص‌های مرتبط با بیماری دیابت نوع دو اثر معناداری دارد. با وجود این، مصرف مکمل همراه با تمرین هوازی بیشترین تأثیر را بر کنترل این شاخص‌ها داشت [۱۹]. در مطالعه دیگری Dayani و همکاران (۲۰۱۸)، به بررسی تأثیر دوازده هفته تمرین‌های ترکیبی و مصرف ویتامین D بر سطح ویسفاتین سرم و عملکرد سلول‌های بتا در زنان دارای اضافه وزن دیابتی نوع دوم پرداختند که نتایج بیانگر این بود که تمرین‌های ترکیبی و مصرف ویتامین D در کاهش سطوح ویسفاتین در زنان دیابتی دارای اضافه وزن مؤثر است [۲۰]. با توجه به اینکه در مورد تأثیر فعالیت بدنی بر سطوح سرمی ویسفاتین تحقیقات نسبتاً محدود و متناقضی انجام شده است و مطالعات در حیطه مصرف مکمل زعفران کافی نبوده و مطالعات در ارتباط با اثر مکمل یاری زعفران و تمرین‌های مقاومتی روی مردان دارای اضافه وزن و چاق وجود ندارد. انجام مطالعات بر روی گروهی در ایران که بیشتر در معرض چاقی هستند ضرورت دارد. بنابراین هدف محقق بررسی اثر هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای و مکمل یاری زعفران بر سطوح سرمی ویسفاتین و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن بود.

## روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی و طرح آن به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. در ابتدا با نصب فراخوان پژوهشی، مردان جوان در جامعه دانشگاهیان چاق و

دارای اضافه وزن دانشگاه محقق اردبیلی توسط محقق شناسایی شدند. مطالعه حاضر با رعایت کامل مفاد کمیته اخلاق در پژوهش و رعایت اصول اعلامیه هلسینکی انجام گردید. در طول یک ماه انتخاب نمونه، از بین ۱۱۲ داوطلب مراجعه کننده، تعداد ۴۰ نفر از این دانشجویان، که بالاترین شرایط ورود به مطالعه را احراز نمودند، براساس وزن، قد، نمایه توده بدن، نسبت دور کمر به لگن و درصد چربی همگن شدند و به صورت هدفمند به‌عنوان نمونه انتخاب گردیدند. آزمودنی‌ها پس از آشنایی کامل با نحوه اجرای طرح با رضایت کامل و به‌طور داوطلبانه و آزاد و با تکمیل پرسشنامه (سوابق پزشکی و ورزشی)، و امضای فرم رضایت‌نامه حاضر به شرکت در مطالعه شدند. سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی ساده در ۴ گروه: تمرین+مکمل، تمرین، مکمل و کنترل، هر گروه ۱۰ نفر، تقسیم شدند. شرایط ورود به مطالعه شامل: مردان جوان دارای نمایه توده بدنی (BMI) بین ۲۵ تا ۳۰  $\text{Kg/m}^2$ ، افرادی که از شش ماه گذشته سابقه هیچ‌گونه فعالیت ورزشی منظم را نداشتند، نداشتن سابقه هیچ‌گونه بیماری و عدم مصرف مکمل و داروی خاص بود. همچنین، شرایط خروج از مطالعه شامل: ابتلاء به بیماری‌های عفونی و قلبی-عروقی، ابتلا به بیماری‌های مزمن کبدی نظیر سیروز، هپاتیت ویروسی، مصرف مواد و داروهای نیروزا و عدم همکاری آزمودنی‌ها در طول اجرای تحقیق بود. در ادامه، بعد از معاینه توسط پزشک (کنترل فشار خون، نبض، ضربان قلب و...) اجازه فعالیت توسط پزشک صادر شد.

## اندازه‌گیری جسمانی و آنترپومتریکی

اندازه‌گیری شاخص‌های آنترپومتریکی شامل قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI) و نسبت دور کمر به لگن (WHR) انجام شدند. طول قد به سانتی‌متر، بدون کفش و جوراب با استفاده از متر نواری، با دقت ۰/۱ سانتی‌متر، سه بار اندازه‌گیری گردید و میانگین آن به‌عنوان قد فرد ثبت شد. وزن آزمودنی‌ها به کیلوگرم، با استفاده از ترازوی عقربه‌ای مدل Seca ساخت کشور آلمان و با دقت ۱۰۰ گرم، با لباس سبک، بدون کفش، سه بار اندازه‌گیری و میانگین آن به‌عنوان وزن آزمودنی ثبت گردید. درصد چربی افراد با استفاده از دستگاه الکترونیکی چربی‌سنج Omron (BF-۳۰۶) ساخت کشور فنلاند اندازه‌گیری گردید. BMI، از تقسیم وزن بر توان دوم قد و WHR نیز با لباس سبک و در فاصله بین

آزمودنی‌ها، داده‌های مربوط به دریافت انرژی و درشت مغذی‌ها با استفاده از پرسشنامه بسامد خوراک جمع‌آوری شد.

#### تهیه و مصرف کپسول زعفران و دارونما

مطابق با برخی مطالعات انسانی، دوز روزانه ۳۰ میلی‌گرم مکمل زعفران یک بار در روز به مدت دو ماه استفاده شد [۱۹]. در این مطالعه از مکمل زعفران کروسینا شرکت سامی ساز، با شناسه محصول: DMS-433335، استفاده شد. قرص کروسینای سامی ساز حاوی ماده مؤثره کروسین (crocin) مهم‌ترین جزء فعال در زعفران است، هر قرص حاوی ۱۵ میلی‌گرم عصاره غنی شده از کروسین است. به منظور کنترل عوامل مزاحم و مداخله‌گر از تمامی آزمودنی‌ها خواسته شد تا در طول دوره تحقیق از هیچ دارو و مکملی استفاده نکنند.

#### سنجش بیوشیمیایی

خون‌گیری پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی در مرحله پیش‌آزمون و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین در مرحله پس‌آزمون، حدود ۵ میلی‌لیتر خون از وریدی قدامی بازویی آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه‌گیری در ساعت معینی از روز (۸ صبح) انجام شد، تا سطح ادیپوکاین‌ها متأثر از نوسانات شبانه روزی آن تغییر نکند. نمونه‌های خونی جهت جداسازی پلازما به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شده و سپس نمونه پلازما در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد و نگهداری شدند. در این تحقیق اندازه‌گیری ویسفاتین با استفاده از کیت (DRG) ساخت کشور آلمان و با حساسیت درون‌سنجی و برون‌سنجی ۴/۵ و ۶/۶ درصد و به روش آلایزا اندازه‌گیری شد. حساسیت روش اندازه‌گیری ۱/۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر بود. غلظت گلوکز ناشتا به روش گلوکزآکسیداز و با استفاده از آنالیزور بک‌من (Instruments, Irvimne Beekman) اندازه‌گیری شد. انسولین نیز با روش RIA (Radioimmunoassay) و با استفاده از کیت تجاری ایمونوکلئو ساخت شرکت (Stillwater, MN) کشور آمریکا اندازه‌گیری گردید. مقاومت به انسولین با استفاده از معادله HOMA و براساس حاصل ضرب غلظت گلوکز ناشتا (میلی‌مول بر لیتر) در غلظت انسولین ناشتا (میکرو واحد بر میلی‌لیتر) تقسیم بر ثابت ۲۲/۵ به دست آمد (۲۴).

کوچکترین ناحیه زیر دنده‌ها و بالای خار ایلیاک و دور لگن یعنی به کمک متر نواری غیر قابل ارتجاع و بدون هرگونه فشاری بر بدن فرد، با دقت ۰/۱ سانتی‌متر، از تقسیم دور کمر به دور لگن به دست آمد.

#### برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای

برنامه تمرینی طبق مدل پیشنهادی Kraemer و Fleck (۲۰۰۷) [۲۱] و طراحی Nikseresht و همکاران (۲۰۱۴) [۲۲] به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه ۹۰ دقیقه و در نوبت عصر در فضای بسته و در دمای ۲۰-۲۴ درجه سانتی‌گراد اجرا شد. تمرین‌های مقاومتی شامل ۱۲ حرکت در ۱۲ ایستگاه به ترتیب شامل: پرس پا، پرس سینه، پرس سینه شیبدار، پارویی نشسته، لیفت مرده، شکم با زانوی خمیده، کشش از بالا، بلندشدن روی پنجه پا، پشت ران، پرس شانه، کشش هالتر تا چانه، جلو بازو با هالتر بود که براساس رعایت اصل اضافه بار با فواصل استراحتی بین ایستگاه‌ها و ست‌ها به ترتیب ۱، ۱-۲ و ۳-۵ دقیقه به ترتیب برای شدت‌های خیلی سبک، سبک و متوسط و سنگین اجرا شد. تمرین برای هر حرکت در بخش خیلی سبک (۲۰ تکرار، یک نوبت، ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه)، بخش سبک (۱۵ تکرار، دو نوبت، ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه)، بخش متوسط (۱۰ تکرار، سه نوبت، ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه) و بخش سنگین (۴ تکرار، سه نوبت، ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه) بود. درصد یک تکرار بیشینه طبق فرمول برزیسکی [۲۳]:

$$= \text{یک تکرار بیشینه}$$

(۲۸۷/۰ × تعداد تکرار تا خستگی) / (۱/۰۲۷۸ / وزن جابه‌جا شده (کیلوگرم))  
به مدت هشت هفته هفته (هر دو هفته یکبار) در اولین جلسه تمرین محاسبه شد و آزمودنی‌ها برنامه تمرین را براساس درصد یک تکرار بیشینه جدید اجرا کردند (جدول ۱ و ۲). تمام آزمودنی‌ها، تا انتها در تمرین‌ها شرکت داشتند و اُفت آزمودنی مشاهده نشد. در این برنامه تمرینی، آزمودنی‌های گروه کنترل و مکمل، هیچ‌گونه تمرین منظم ورزشی نداشتند. گروه مکمل و گروه تمرین+مکمل از قرص زعفران به عنوان مکمل یک بار در روز به مدت دو ماه به مقدار ۳۰ میلی‌گرم در روز استفاده کردند [۱۹]. رژیم غذایی آزمودنی‌ها تحت نظر یک کارشناس تغذیه از طریق فرم یادآمد خوراکی یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی تا پایان مطالعه کنترل شد. مطالعات مربوط به رژیم غذایی

جدول ۱- ترتیب جلسات در برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
جلسه اول	L	L	M	VL	M	L	VL	H
جلسه دوم	M	VL	H	H	M	M	M	VL
جلسه سوم	L	H	L	L	L	H	L	M

خیلی سبک (VL)، سبک (L)، متوسط (M)، سنگین (H)

جدول ۲- برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای به ترتیب ست، تکرار و درصد مقاومت

حرکات	شدت حرکت											
	خیلی سبک			سبک			متوسط			سنگین		
	ست	تکرار	مقاومت (درصد)	ست	تکرار	مقاومت (درصد)	ست	تکرار	مقاومت (درصد)	ست	تکرار	مقاومت (درصد)
پرس پا	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
پرس سینه	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
پرس سینه شیب دار	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	-	-	-	-	-	-
پارویی نشسته	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
لیفت مرده	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
شکم با زانوی خمیده	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
کشش از بالا	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	-	-	-
بلند شدن روی پنجه پا	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
پشت ران	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
پرس شانه	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
کشش هالتر تا چانه	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
جلو بازو با هالتر	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰

در این تحقیق، تمامی داده‌ها به صورت میانگین و انحراف معیار گزارش شده است. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد و با توجه به تأیید آن؛ برای بررسی اختلاف میانگین‌ها نسبت به پیش‌آزمون از آزمون آماری  $t$  زوجی و با توجه به تفاوت‌های پیش‌آزمون و برای حذف اثر پیش‌آزمون، از تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد. همچنین از آزمون تعقیبی LSD در سطح معنی‌داری ۰/۰۵  $P <$  برای بررسی تفاوت زوجی گروه‌ها استفاده گردید. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ صورت گرفت.

### یافته‌ها

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده، بین متغیرهای سن، وزن، قد، و توده بدنی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این مطالعه در پیش‌آزمون گروه‌های مورد بررسی از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0/05$ ).

جدول ۳- ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه‌ها	میانگین $\pm$ انحراف معیار	سطح معنی داری
سن (سال)	تمرین	۲۱/۱۰ $\pm$ ۱/۶۶	
	تمرین + مکمل	۲۲/۱۰ $\pm$ ۱/۱۹	
	مکمل	۲۱/۷۰ $\pm$ ۱/۴۹	۰/۶
	کنترل	۲۲ $\pm$ ۱/۱۵	
قد (سانتی متر)	تمرین	۱/۸۲ $\pm$ ۰/۰۳	
	تمرین + مکمل	۱/۸۲ $\pm$ ۰/۰۳۱	
	مکمل	۱/۸۳ $\pm$ ۰/۰۳۷	۰/۴۳
	کنترل	۱/۸۰ $\pm$ ۰/۰۴	
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۸۹/۴۰ $\pm$ ۲/۳۱	
	تمرین + مکمل	۸۹/۷۰ $\pm$ ۲/۹۴	
	مکمل	۸۹/۹۰ $\pm$ ۲/۳۷	۰/۸۴
	کنترل	۸۷ $\pm$ ۳/۱۲	
توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	تمرین	۲۶/۹۲ $\pm$ ۱/۱۹	
	تمرین + مکمل	۲۶/۹۶ $\pm$ ۰/۳	
	مکمل	۲۶/۷۱ $\pm$ ۰/۴۷	۰/۹۹
	کنترل	۲۶/۸۴ $\pm$ ۰/۵۸	
چربی بدن (درصد)	تمرین	۳۴/۱۰ $\pm$ ۱/۱۹	
	تمرین + مکمل	۳۴/۳۰ $\pm$ ۰/۹۴	
	مکمل	۳۲/۹۰ $\pm$ ۱/۱۰	۰/۵۵
	کنترل	۳۴/۹۰ $\pm$ ۰/۹۹	
نسبت دور کمر به لگن (سانتی متر)	تمرین	۰/۹۷ $\pm$ ۰/۰۰۷	
	تمرین + مکمل	۰/۹۷ $\pm$ ۰/۰۰۹	
	مکمل	۰/۹۷ $\pm$ ۰/۰۰۹	۰/۲۳
	کنترل	۰/۹۷ $\pm$ ۰/۰۰۸	

جدول ۴- تغییرات میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	P درون گروهی			P بین گروهی	
				sig	t	r	sig	F
مقاومت به انسولین	تمرین	۲/۵۳ $\pm$ ۰/۲۲	۱/۸۶ $\pm$ ۰/۱۸	۰/۴۵	۹/۷۹	*۰/۰۰۱	۵۴/۳۲	† ۰/۰۰۱
	تمرین + مکمل	۲/۷۶ $\pm$ ۰/۱۳	۱/۹۳ $\pm$ ۰/۱۹	-۰/۱۶	۱۰/۳۳	*۰/۰۰۱		
	مکمل	۲/۳۳ $\pm$ ۰/۱۷	۱/۸۳ $\pm$ ۰/۱۴	۰/۸۵	۱۲/۶۷	*۰/۰۰۱		
	کنترل	۲/۶۳ $\pm$ ۰/۱۵	۲/۶۵ $\pm$ ۰/۱۳	۰/۹۱	-۱	۰/۳۴		
ویسفاتین	تمرین	۳/۸۱ $\pm$ ۰/۳۴	۳/۲۸ $\pm$ ۰/۳۷	۰/۹۲	۱۱/۸۱	*۰/۰۰۱	۱۸/۳۵	† ۰/۰۰۱
	تمرین + مکمل	۴/۲۰ $\pm$ ۰/۴۲	۳/۴۱ $\pm$ ۰/۴۷	۰/۹۲	۱۳/۹۴	*۰/۰۰۱		
	مکمل	۳/۰۵ $\pm$ ۰/۲۹	۲/۹۵ $\pm$ ۰/۳۲	۰/۹۲	۲/۴۵	*۰/۰۳۶		
	کنترل	۴/۴۸ $\pm$ ۰/۶۵	۴/۴۲ $\pm$ ۰/۳۲	۰/۸۳	۰/۵۱	۰/۶۱		
انسولین	تمرین	۱۳/۸۷ $\pm$ ۰/۳۱	۱۲/۴۸ $\pm$ ۰/۶۲	۰/۷۶	۱۰/۲۶	*۰/۰۰۱	۲/۶۶	۰/۰۶
	تمرین + مکمل	۱۴/۰۶ $\pm$ ۰/۴۵	۱۲/۷۴ $\pm$ ۰/۵۵	۰/۸۷	۱۵/۴۶	*۰/۰۰۱		
	مکمل	۱۳/۲۲ $\pm$ ۰/۳۶	۱۲/۵۰ $\pm$ ۰/۵۰	۰/۸۷	۸/۷	*۰/۰۰۱		
	کنترل	۱۳/۱۰ $\pm$ ۰/۴۶	۱۳/۰۸ $\pm$ ۰/۴۶	۰/۹۷	۰/۵۵	۰/۵۹		
گلوکز	تمرین	۸۸/۶۰ $\pm$ ۷/۷۱	۸۲/۲۰ $\pm$ ۱/۶۸	۰/۸۷	۲۴	*۰/۰۰۱	۴۵/۸۹	† ۰/۰۰۱
	تمرین + مکمل	۸۸/۸۰ $\pm$ ۲/۰۹	۸۰/۳۰ $\pm$ ۱/۵۶	۰/۶۲	۱۶/۲۹	*۰/۰۰۱		
	مکمل	۹۰/۱۰ $\pm$ ۱/۷۲	۸۴/۵۰ $\pm$ ۲/۳۶	۰/۸۵	۱۴	*۰/۰۰۱		
	کنترل	۸۹ $\pm$ ۱/۶۳	۸۹/۳ $\pm$ ۱/۴۹	۰/۹۵	-۱/۹۶	۰/۰۸۱		

مکمل با کنترل ( $P=0/001$ ) اختلاف معنی‌دار بود و مقدار آن در هر سه گروه تجربی کمتر از گروه کنترل بود. همچنین بین گروه های مکمل و تمرین+مکمل ( $P=0/03$ ) اختلاف معنی‌دار بود. اما بین گروه تمرین با تمرین+مکمل ( $P=0/53$ )، تمرین با مکمل ( $P=0/12$ )، اختلاف معنی‌دار نبود. در مرحله پس‌آزمون در متغیر مقاومت به انسولین بین گروه تمرین با کنترل ( $P=0/001$ ) و تمرین+مکمل با کنترل ( $P=0/001$ ) و مکمل با کنترل ( $P=0/001$ ) اختلاف معنی‌دار و در هر سه گروه تجربی کمتر از گروه کنترل بود. لیکن بین سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

مطابق با جدول ۴ و ۵، نتایج آزمون آماری t زوجی نشان داد که در مقایسه با مقادیر پیش‌آزمون، میانگین پس‌آزمون متغیرهای ویسفاتین و مقاومت به انسولین در گروه‌های تمرین، مکمل و تمرین+مکمل کاهش معنی‌داری نشان شد ( $P<0/05$ ). اما در گروه کنترل در متغیرهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری دیده نشد ( $P>0/05$ ). نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با تست تعقیبی LSD نشان داد: در مرحله پس‌آزمون در متغیر ویسفاتین، بین گروه تمرین با کنترل ( $P=0/001$ )، تمرین+مکمل با کنترل ( $P=0/001$ ) و

جدول ۵- مقایسه زوجی آزمون LSD متغیرهای مورد مطالعه

متغیر/گروه	ویسفاتین	مقاومت به انسولین
تمرین	۰/۵۳	۰/۳۵
تمرین	۰/۱۲	۰/۶۹
تمرین	†۰/۰۰۱	†۰/۰۰۱
مکمل	†۰/۰۳	۰/۱۹
مکمل	†۰/۰۰۱	†۰/۰۰۱
تمرین+مکمل	†۰/۰۰۱	†۰/۰۰۱

مشاهده نشد [۲۷] که ناهمسو با نتایج پژوهش حاضر است. همچنین Ghanbari-Niaki و همکاران (۲۰۱۰)، نیز در پژوهش خود نتایج مبنی بر افزایش ویسفاتین بعد از فعالیت بی‌هوایی را گزارش کردند که این تحقیق هم با نتایج تحقیق حاضر تناقض دارد [۲۸]. از یافته‌های متناقض دیگر، تحقیق Basami و همکاران (۱۳۹۲)، در بررسی تأثیر فعالیت مقاومتی و حجم آن بر غلظت پلاسمایی ویسفاتین و ارتباط آن با مقاومت به انسولین، اینترلوکین-۶ و هورمون رشد در مردان جوان بود. در این تحقیق بیان شد که صرف نظر از حجم فعالیت، یک جلسه فعالیت حاد مقاومتی تأثیر معنی‌داری بر همه فاکتورهای اندازه‌گیری شده غیر از ویسفاتین داشت. آنها اعلام کردند حجم فعالیت مقاومتی عامل مؤثری بر غلظت پلاسمایی ویسفاتین نیست و نمی‌توان ویسفاتین را به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در فرایند مقاومت به انسولین در نظر گرفت [۲۹]. ورزش‌های هوازی می‌تواند موجب بهبود مقاومت به انسولین شود [۳۰]، درحالی‌که به نقش ورزش‌های مقاومتی در بهبود

## بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای و مکمل یاری زعفران بر سطوح سرمی ویسفاتین و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای به همراه مصرف مکمل زعفران، باعث کاهش معنی‌دار در سطوح سرمی ویسفاتین و شاخص مقاومت به انسولین در گروه‌های تمرین، تمرین+مکمل و مکمل شد. نتایج حاصل از مطالعه در مورد کاهش این شاخص‌ها در گروه تمرین با نتایج یافته‌های مطالعات Saremi و همکاران (۱۳۹۶)، Shabanpour و همکاران (۱۳۹۳) و Jamshidi Khezerlou و همکاران (۱۳۹۳) همسو بوده است [۲۷-۲۵]. در مقابل Jamshidi Khezerlou و همکاران (۱۳۹۳) در بخش دیگری از مطالعات نشان دادند که نه تنها گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین در پاسخ به فعالیت مقاومتی تغییر معنی‌داری نداشتند، بلکه بین تغییرات آن در پاسخ به پروتکل‌های فعالیت مقاومتی نیز تفاوت معنی‌داری

برخی از فاکتورهای بازدارنده از قبیل هورمون رشد نشان می‌دهند، می‌تواند جهت پیشگیری از ابتلا به هایپرانسولینمی مفید باشد [۲۷]. بررسی پیشینه مطالعات انجام گرفته بر روی ویسفاتین نشان می‌دهد که محققان پژوهش‌های مختلفی را در رابطه با تأثیر فعالیت‌های ورزشی حاد و بلندمدت، تأثیر فعالیت استقامتی و برنامه تمرین هوازی را بر ویسفاتین بررسی کرده‌اند. بیان شده است در یک برنامه تمرین ۱۲ هفته‌ای فعالیت مقاومتی با حجم ۱۰۰ کیلوکالری در هر جلسه، کاهش معناداری در سطح سرمی ویسفاتین در پایان گزارش شد [۴۲] اما به دلیل بلندمدت بودن پژوهش نمی‌توان نتایج مطالعه حاضر را با آن مقایسه کرد. در مطالعاتی که تأثیر فعالیت بدنی حاد را بر ویسفاتین بررسی کرده‌اند، نتایج متفاوتی به دست آمده است [۲۷]. بر خلاف تمرین هوازی، تمرین‌های مقاومتی خاصیت محرک غیرهوازی دارند که پاسخ‌های عصبی متابولیکی و نورواندوکرینی متفاوتی را تولید می‌کنند و اختلاف در متغیرهای برنامه‌های تمرینی، فرایندهای متابولیکی و تغییرات هورمونی مختلفی را ایجاد می‌کنند [۴۳]. ویسفاتین گیرنده انسولین را فعال کرده و یک اثر مهم انسولینی ایجاد می‌کند؛ چون فعالیت ورزشی دارای یک اثر شبه‌انسولینی است می‌تواند منجر به افزایش ترانس‌لوکاز انتقال‌دهنده گلوکز (GLUT4) به سطح سلول گردد [۴۴]. بنابر مطالعات مختلف عوامل مختلفی می‌تواند در کاهش این متغیر دخیل باشند از جمله این عوامل نیازهای سوخت‌وسازی مختلف تمرین‌ها [۴۰]، کاهش وزن و عوامل ترکیب بدن [۴۱] است. با توجه به عملکرد دوگانه این شاخص، و وجود نتایج ضد و نقیض در آزمودنی‌های دارای اضافه وزن، نیازمند مطالعات بیشتری در این حیطه هست. بررسی اثر مکمل بر این شاخص‌ها نشان داد که در سطوح سرمی تمامی شاخص‌ها در گروه‌های تمرین+مکمل و مکمل کاهش معنادار مشاهده شد همسو با این تحقیق نتایج مطالعات Rajabi و همکاران [۱۳۹۶] بود [۱۹]. در ارتباط با پیشینه این تحقیق می‌توان مطالعات Mohajeri و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرد که گزارش کردند قند خون با مصرف مکمل زعفران در موش‌های صحرایی کاهش یافته است [۴۵]. Rajaei و همکاران (۲۰۱۳) به دنبال تجویز کروسین (زعفران) اثر هایپوگلیسمیک و آنتی‌اکسیدانی کروسین را گزارش کردند [۴۶]. Altinews و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که

نیمرخ متابولیکی توجه کمتری صورت گرفته است. ورزش مقاومتی با شدت پایین، موجب افزایش محتوای پروتئین گیرنده‌های انسولین، گلیکوژن سنتاز و پروتئین کیناز می‌شود [۳۱]. با این حال نکته مشخص در پژوهش‌های دیگر این است که افزایش در حساسیت انسولین، بیشتر در افراد غیرفعال یا دچار چاقی و دیابت نوع دو گزارش شده است. پژوهش‌های مختلف نشان دهنده آن است که ورزش‌های هوازی موجب بهبود حساسیت انسولین می‌شوند [۳۰]. درحالی‌که در مورد نقش ورزش مقاومتی در بهبود مقاومت به انسولین هنوز جای بحث وجود دارد [۳۲]. با وجود این، در بعضی مطالعات تغییری در شاخص مقاومت به انسولین بعد از مداخله تمرینی مشاهده نشده است و این وضعیت ممکن است به دلیل مدت و شدت کم فعالیت در این پژوهش‌ها باشد [۳۳]. در مورد نوع و شدت ورزش مناسب برای بهبود مقاومت به انسولین هنوز جای تردید وجود دارد [۳۴]. سازکارهای کاهش در مقاومت به انسولین می‌تواند به دلیل افزایش گیرنده‌های سیناپسی سیگنال انسولین، افزایش پروتئین‌های ناقل گلوکز خون در نتیجه افزایش تحویل گلوکز به عضلات [۳۵]، افزایش گلیکوژن سنتاز و هگزوکیناز، کاهش رهایی و افزایش پاک شدن اسیدهای چرب آزاد، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییر در ترکیب عضله به منظور افزایش برداشت گلوکز است [۳۵، ۳۶]. عامل دیگری که ممکن است توضیحی برای نتایج متضاد مقاومت به انسولین باشد جذب انرژی و فعالیت جسمانی روزانه و همچنین جمعیت مورد مطالعه است [۳۷]. ویسفاتین آدیپوکاینی است که به طور عمده در بافت چربی افراد چاق تولید می‌گردد [۳۸]. هرچند عملکرد این شاخص تاکنون به طور کامل شناخته نشده است [۳۹، ۴۰]. اما ممکن است این شاخص نقش دوگانه‌ای داشته باشد؛ ابتدا نقش عملکرد اتوکرینی/پاراکرینی که تمایز و نشست سلول‌های چربی را در بافت‌های احشایی تسهیل می‌کند و دیگری نقش اندوکرینی ویسفاتین است که حساسیت انسولین در اندام‌های محیطی را تعدیل می‌کند [۴۱]، در نتیجه ممکن است ویسفاتین کنترل گلوکز را تسهیل نماید و در نهایت منجر به توسعه چاقی گردد [۴۰]. انجام فعالیت مقاومتی به ویژه فعالیت قدرتی- استقامتی و هایپرتروفی که کاهش بیشتری را در غلظت ویسفاتین پلاسما به دلیل افزایش احتمالی

از یک سو به دلیل دارا بودن فلاونوئیدها و از سوی دیگر به واسطه تحریک ترشح آدیپونکتین می‌تواند اثر حفاظتی داشته است [۱۹]. این مطالعه با محدودیت‌هایی همچون عدم کنترل دقیق تغذیه همه آزمودنی‌ها، عدم کنترل استرس روانی آزمودنی‌ها و تعداد کم آزمودنی‌ها همراه بود. پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعاتی با تعداد آزمودنی بیشتر و در صورت امکان با کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها و همچنین استفاده از آزمودنی‌های زن انجام پذیرد.

### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای و مکمل یاری زعفران بر سطوح سرمی ویسفاتین و مقاومت به انسولین می‌تواند منجر به کاهش این دو متغیر در مردان دارای اضافه وزن شود. گیاه زعفران می‌تواند به دلیل دارا بودن فلاونوئیدها و به واسطه تحریک ترشح آدیپونکتین، نقش محافظتی را ایفا کند.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از آزمودنی‌های این تحقیق و پرسنل مرکز سلامت دانشگاه محقق اردبیلی که ما را در انجام مراحل مختلف این تحقیق یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

### تعارض منافع

این پژوهش حاصل استخراج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی بوده و هیچ گونه تعارض منافی در آن وجود ندارد.

کروسین سبب کاهش صدمات بافتی در رت‌های دیابتی می‌شود [۴۷]. Arasteh و همکاران (۲۰۱۰) اثر هیپوگلیسمیک زعفران را به واسطه متابولیت کروسین نسبت داده‌اند [۴۸]. به نظر می‌رسد وجود متابولیت‌های مختلف در زعفران به خصوص کروسین و کارتنوئید کروسیتین و اثرات قوی تحریک برداشت گلوکز، سبب کاهش مقاومت به انسولین از طریق بافت محیطی و مهار جذب گلوکز روده‌ای از سازکارهای دخیل در بهبود عملکرد، سلول‌های پانکراس و در نهایت کاهش گلوکز سرم باشد [۱۹]. در خصوص تأثیرات آنتی‌اکسیدانی زعفران باید گفت که استرس‌های سلولی مانند افزایش گلوکز، به افزایش تولید رادیکال‌های آزاد منجر می‌شوند. به واسطه میزان کم آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در سلول‌های بتای پانکراسی، این سلول‌ها بسیار مستعد استرس اکسیداتیو هستند که پیامد اصلی آن، بروز التهاب مزمن و مقاومت به انسولین است. مطالعات نشان داده است که آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی با جلوگیری از استرس اکسیداتیو، خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن (مثل دیابت، کبد چرب و...) را کاهش می‌دهند و سبب ارتقای سلامت می‌شوند. با مصرف آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی ترشح آدیپونکتین بیشتر می‌شود و سطح سرمی آن افزایش می‌یابد؛ بدین ترتیب مصرف این مواد می‌تواند در درمان دیابت مؤثر باشد. از جمله مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توان به فلاونوئیدها اشاره کرد. فلاونوئیدها، ترکیبات پلی‌فنلی پیگمان‌های محلول در گیاهان هستند که خواص گوناگون آنها در درمان پیشگیری از بیماری‌های انسانی بررسی شده است. زعفران نیز به علت دارا بودن ترکیباتی چون کروسین، کروسیتین، فلاونوئیدها و آلکالوئیدها دارای خواص آنتی‌اکسیدانی قوی است. لذا می‌توان نتیجه گرفت گیاه زعفران

### مآخذ

1. Hamidi A, Bagheri A, Fakhrazadeh H, Heshmat R, Moayyeri A, Mahmoudi M J, et al. The Relationship Between Leptin and Insulin Resistance in Iranian Obese Children. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2004; 4 (2):89-96.
2. Sánchez-Muñoz C, Muros JJ, Cañas J, Courel-Ibáñez J, Sánchez-Alcaraz BJ, Zabala M. Anthropometric and physical fitness profiles of world-class male padel players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(2):508.
3. Boghrabadi V, Hejazi M, Soltani M, Behnam Vashani H, Kharazian S, Soltani A. The Effect of Aerobic Exercise on Leptin, Fasting Blood Sugar, Blood Insulin Levels and Insulin Resistant Factor in Patients with Type II Diabetes Mellitus. *Evidence Based Care*. 2012; 2(3): 41-49.
4. Konigorski S, Janke J, Drogan D, Bergmann MM, Hierholzer J, Kaaks R, et al. Prediction of circulating adipokine levels based on body fat compartments and adipose tissue gene expression. *Obesity facts*. 2019; 12(6):590-605.

5. KhajehLandi M, Bolboli L, Bolbol S, Zabihi B. Effect of One Course Pilates Exercise Program on Serum Levels of Resistin, Visfatin, and Chemerin in Overweight Women. *The Horizon of Medical Sciences*. 2020; 27(1):98-113.
6. Makki K, Froguel P, Wolowczuk I. Adipose tissue in obesity-related inflammation and insulin resistance: cells, cytokines, and chemokines. *ISRN Inflamm*. 2013; 2013:139239.
7. Maenhaut N, Van de Voorde J. Regulation of vascular tone by adipocytes. *BMC medicine*. 2011; 9(1):1-12.
8. Uslu S, Kebapçı N, Kara M, Bal C. Relationship between adipocytokines and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes mellitus. *Experimental and therapeutic medicine*. 2012; 4(1):113-20.
9. Adeghe E. Visfatin: structure, function and relation to diabetes mellitus and other dysfunctions. *Current medicinal chemistry*. 2008;15(18):1851-62.
10. Curat C, Wegner V, Sengenés C, Miranville A, Tonus C, Busse R, et al. Macrophages in human visceral adipose tissue: increased accumulation in obesity and a source of resistin and visfatin. *Diabetologia*. 2006; 49(4):744-7.
11. Einollahi N, Alirezaee A. A review of adipose tissue hormones and their functions in the body. 2016; 8(33):23-34.
12. Ajam M, Afzalpour MI, Abtahi H, Saghebjou M. The Effect of Saffron Extract Consumption on the Serum Paraoxonase-1 (PON1) Enzyme Activity and C - Reactive Protein (CRP) in Healthy Young Women Following a Session of Acute Resistance Training. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2015; 7(1):97-111.
13. Bid Abadi S, Gholami M, Shakeri N. The Effect of Eight Weeks Circuit Resistance Training on the Levels of Interleukin-15, IGF-I and IGFBP-3 in Overweight Males. *Journal of Sport Biosciences*. 2020;11(4): 433-46.
14. Choi K, Kim T, Yoo H, Lee K, Cho G, Hwang T, et al. Effect of exercise training on A-FABP, lipocalin-2 and RBP4 levels in obese women. *Clinical endocrinology*. 2009; 70(4):569-74.
15. Venojärvi M, Wasenius N, Manderoos S, Heinonen OJ, Hernelahti M, Lindholm H, et al. Nordic walking decreased circulating chemerin and leptin concentrations in middle-aged men with impaired glucose regulation. *Annals of medicine*. 2013; 45(2):162-70.
16. Duzova H, Gullu E, Cicek G, Koksall BK, Kayhan B, Gullu A, Sahin I. The effect of exercise induced weight-loss on myokines and adipokines in overweight sedentary females: steps-aerobics vs. jogging-walking exercises. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018; 58(3):295-308.
17. Lee K-J, Shin Y-A, Lee K-Y, Jun T-W, Song W. Aerobic exercise training-induced decrease in plasma visfatin and insulin resistance in obese female adolescents. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2010; 20(4):275-81.
18. Haus JM, Solomon TP, Marchetti CM, O'Leary VB, Brooks LM, Gonzalez F, Kirwan JP. Decreased visfatin after exercise training correlates with improved glucose tolerance. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41(6):1255-60.
19. Rajabi A, Siahkhouian M, Akbarnejad A. The Effect of Eight Weeks of Aerobic Training and Supplementation of Saffron with Two Weeks of Detraining on Some of the Indicators Associated with Diabetes in Obese Women with Type 2 Diabetes. *Journal of Sport Biosciences*. 2021; 13(2):125-148.
20. Dayani M, Taghian F. Comparison of 12-week Combined Exercise Training on Vitamin D Intake on Serum Visfatin Levels and  $\beta$ -cell Function in Diabetic Overweight Women. *Armaghane danesh*. 2018; 23(4):413-27.
21. Fleck S, Kraemer W. *Designing resistance training programs*. Human Kinetics Champaign. Human Kinetics; Fourth edition, 2014.
22. Nikseresht M, Agha-Alinejad H, Azarbayjani MA, Ebrahim K. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014; 28(9):2560-8.
23. Hasanvand B, Mehrialvar Y, Heydarianpour A, Erfaniadab F. Comparison of the Effect of Different Intensities of Exercise Training with Saffron Supplementation on the Metabolic Balance in Overweight and Obesity Women. *Yafteh*. 2020; 22(2):160-176.
24. Ahmadizad S, Haghghi AH, Hamedinia MR. Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *European journal of Endocrinology*. 2007; 157(5):625-32.
25. Saremi A. Comparison of the effects of endurance, resistance and concurrent training on insulin resistance and adiponectin-leptin ratio in diabetic rat. *Journal of Inflammatory Diseases*. 2017; 21(3):22-13.
26. Shabanpour O'Mali J, Saqib Jo M, Fathi R, Qarari Arefi R. The effect of 8 weeks of high-intensity circular resistance training on the plasma level of lipids and insulin resistance index in male patients with type 2 diabetes. *Journal of Applied Sports Physiology*. 2013; 10(19):135-142.
27. Jamshidi Khezerlou Z, Ahmadizad S, Hedayati M, Rahmani H, Movahedi A. Responses of visfatin and insulin resistance index to different resistance exercise protocols. *Ijld*. 2014; 13(4):297-307
28. Ghanbari-Niaki A, Saghebjoo M, Soltani R, Kirwan JP. Plasma visfatin is increased after high-intensity exercise. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2010; 57(1):3-8.
29. Basami M, Ahmadizad S, Rahmani H, Nik Sarasht A. Effect of resistance exercise and its volume on plasma visfatin concentration and its relationship with insulin resistance index, interleukin-6 and growth hormone in men. *Journal of Sports and Biomotor Sciences*. 2013; 5(9):33-41.
30. Henriksen EJ. Invited review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. *Journal of applied physiology*. 2002; 93(2):788-96.

31. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004; 53(2):294-305.
32. Poehlman ET, Dvorak RV, DeNino WF, Brochu M, Ades PA. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2000; 85(7):2463-8.
33. Feinman RD, Pogozelski WK, Astrup A, Bernstein RK, Fine EJ, Westman EC, et al. Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: critical review and evidence base. *Nutrition*. 2015; 31(1):1-13.
34. Klimcakova E, Polak J, Moro C, Hejnova J, Majercik M, Viguerie N, et al. Dynamic strength training improves insulin sensitivity without altering plasma levels and gene expression of adipokines in subcutaneous adipose tissue in obese men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2006; 91(12):5107-12.
35. Behrad, A., Askari, R., Hamedinia, M. R. The effect of high intensity interval training and circuit resistance training on respiratory function and body composition in overweight females. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2016; 4(7):89-101.
36. Abedi B. The effect of acute aerobic exercise and resistance exercise on leptin serum and insulin resistance index in sedentary men. *Yafte*. 2016; 17(4):109-119.
37. Molanouri Shamsi, Alinejad, Amani Shalamzari, Aghayari, Asghari Jafarabadi, Talebi Badrabadi. Anti-Inflammatory Effects of a Bout of Circuit Resistance Exercise with Moderate intensity in Inactive Obese Males. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2011; 19(5):598-609.
38. Fukuhara A, Matsuda M, Nishizawa M, Segawa K, Tanaka M, Kishimoto K, et al. Visfatin: a protein secreted by visceral fat that mimics the effects of insulin. *Science*. 2005; 307(5708):426-30.
39. El-Mesallamy HO, Kassem DH, El-Demerdash E, Amin AI. Vaspin and visfatin/Nampt are interesting interrelated adipokines playing a role in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 2011;60(1):63-70.
40. Soltani F, Daryanoosh F, Salesi M, Mohamadi M, Jafari H, Soltani A. The Effect of Eight Weeks of Aerobic Exercises on Visfatin, IL-6 and TNF- $\alpha$  in Female Sprague Dawley Rats. *Journal of Zanjan University of Medical Sciences & Health Services*. 2013;21(89)
41. Rezaei Nasab H, Ranjbar R, Habibi A, Afshoon Pour MT. The effect of eight weeks of combined training (aerobic - circuit resistance) on visfatin concentration, il-6 and tnf- $\alpha$  in obese men with type ii diabetes. *Ijldd*. 2018; 17(1):39-48
42. Choi K, Kim J, Cho G, Baik S, Park H, Kim S. Effect of exercise training on plasma visfatin and eotaxin levels. *European Journal of Endocrinology*. 2007;157(4):437-42.
43. Smilios I, Pilianidis T, Karamouzis M, Tokmakidis SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003; 35(4):644-54.
44. Rezaei Nasab H, Ranjbar R, Habibi AH, Shakerian S. Comparison of acute aerobic exercise in different intensities on plasma visfatin concentration in type 2 diabetic males. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2015; 14(2):133-40.
45. Mohajeri D, Mousavi G, Doustar Y. Antihyperglycemic and pancreas-protective effects of crocus sativus l.(saffron) stigma ethanolic extract on rats with alloxan-induced diabetes. *Journal of Biological Sciences*. 2009; 9(4):302-10.
46. Rajaei Z, Hadjzadeh MAR, Nemati H, Hosseini M, Ahmadi M, Shafiee S. Antihyperglycemic and antioxidant activity of crocin in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of medicinal food*. 2013; 16(3):206-10.
47. Altinoz E, Oner Z, Elbe H, Cigremis Y, Turkoz Y. Protective effects of saffron (its active constituent, crocin) on nephropathy in streptozotocin-induced diabetic rats. *Human & experimental toxicology*. 2015; 34(2):127-34.
48. Arasteh A, Aliyev A, Khamnei S, Delazar A, Mesgari M, Mehmannaavaz Y. Effects of hydromethanolic extract of saffron (*Crocus sativus*) on serum glucose, insulin and cholesterol levels in healthy male rats. *J Med Plants Res*. 2010; 4:397-402.

## Effect of Eight Weeks of Circuit Resistance Training and Saffron Supplement on Visfatin Serum Levels and Insulin Resistance in Overweight Men

Parya Maghuli<sup>1</sup>, Roghayyeh Afroudeh<sup>\*1</sup>, Mohammad Ebrahim Bahram<sup>1</sup>, Ameneh Pourrahim<sup>1</sup>

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

### ABSTRACT

**Background:** The aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of circuit resistance training and saffron supplement on visfatin serum levels and insulin resistance in overweight men.

**Methods:** In this semi-experimental study, 40 obese and overweight students were randomly divided into 4 groups: exercise, exercise+supplement, supplement and control (10 people in each group). The exercise groups performed circular resistance exercises for eight weeks and three sessions each week for 90 minutes in the evening. The supplement and exercise+supplement groups used saffron tablets with a dose of 30 mg per day as a supplement. Blood samples were collected in two phases of the pre-test and 48 hours after the last training session. The data were analyzed using covariance and paired t test at a significant level of  $P \leq 0.05$ .

**Results:** Correlated t results showed a significant decrease in visfatin and insulin resistance in the post-test of the training, training+supplement and supplement groups compared to the pre-test ( $P < 0.05$ ). The results of the analysis of covariance showed that visfatin increased and the insulin resistance index decreased significantly in the exercise, exercise+supplement and supplement groups compared to the control group ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** It seems that eight weeks of circuit resistance training and the addition of saffron help on visfatin serum levels and insulin resistance can lead to the reduction of these two variables in overweight men. The saffron plant can play a protective role due to the presence of flavonoids and by stimulating the secretion of Visfatin.

**Keywords:** Circular Exercises, Saffron Supplement, Visfatin, Insulin Resistance

\* University of Mohaghegh Ardabili, End of Daneshghah Avenue, Ardabil, Iran. Postal Code: 56199911367, Tel: +989141532136, E-mail: afroudeh@uma.ac.ir

