



Original Article

The Effect of Eight Weeks of Saffron Supplementation Along with Resistance Training on Serum Leptin, Interleukin 6 and Insulin Levels in Overweight Men

Pariya Maghouli¹, Roghayyeh Afroundeh^{2*} , Ameneh Pourrahim Ghorughchi³

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

2- Professor of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3- Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

*Corresponding author: afroundeh@gmail.com

Received: 20 May 2025, Revised: 11 July 2025, Accepted: 17 July 2025

Extended Abstract

Introduction: Obesity and overweight are associated with many chronic diseases, including diabetes and increased inflammation. Adipose tissue is an endocrine organ known to be active in controlling body metabolism and is not simply a place for storing energy. It is a complex and highly active endocrine and metabolic organ that is not only responsible for energy production, but also produces and secretes numerous proteins such as leptin, visfatin, resistin, and adiponectin, which are called adipokines. Leptin is an important adipokine that has been of interest to researchers for its role in insulin resistance and possibly in the etiology of diabetes. In addition to its important role in regulating appetite and food intake, this hormone is associated with inflammatory and atherogenic cytokines, platelet aggregation, arterial thrombosis, hypertension, and insulin resistance. IL-6 is defined as a cytokine that is produced and released by contracting skeletal muscle fibers and exerts its effects in other organs of the body. Interleukin-6 increases fat turnover, stimulates lipolysis, and also fat oxidation. This adipokine, which is associated with obesity and insulin resistance, is a multifunctional cytokine that can regulate many cellular and biological processes, such as immune function, cell differentiation, proliferation, apoptosis, etc. Diabetes is associated with subclinical systemic inflammation due to increased plasma levels of pro-inflammatory cytokines such as IL-6 and TNF- α . Given the irreversible consequences of obesity and its prevalence in society due to modern lifestyles, researchers are always looking to discover the best and most efficient treatment for obesity, of which exercise and herbal medicine are one of the methods. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of saffron supplementation along with resistance training on serum leptin, interleukin-6, and insulin levels in overweight men.

Materials and Methods: 40 overweight students were randomly divided into 4 groups: exercise (n=10), exercise + supplement (n=10), supplement (n=10), and control (n=10). The exercise group performed resistance training for 8 weeks, 3 sessions of 90 minutes each week in the evening. Resistance training consisted of 12 exercises in 12 stations



including leg press, chest press, incline chest press, seated row, deadlift, bent-knee crunch, overhead pull-up, toe raise, hamstring curl, shoulder press, barbell chin-up, and barbell curl, which were performed based on the principle of overload with rest intervals between stations and sets of 1, 1-2, and 3-5 minutes for very light, light, medium, and heavy intensities, respectively. The training for each exercise was in the very light section (20 repetitions, one set, 40% of one repetition maximum), the light section (15 repetitions, two sets, 60% of one repetition maximum), the medium section (10 repetitions, three sets, 75% of one repetition maximum), and the heavy section (4 repetitions, three sets, 90% of one repetition maximum). The supplement and exercise + supplement groups used saffron tablets at a dose of 30 mg as a supplement. One-way analysis of variance (ANOVA) test along with the LSD post hoc test was used for comparison between groups' differences and the paired t-test was used to compare pre-test and post-test in each group.

Results and Discussion: The results of the one-way analysis of variance test showed a significant difference in the serum levels of leptin, interleukin-6, glucose insulin and insulin resistance between the research groups ($P < 0.05$). The levels of serum interleukin-6, leptin, and glucose and insulin resistance were significantly lower in the exercise, exercise + supplement and supplement groups compared to the control group. Also, the serum levels of interleukin-6, leptin and glucose in the exercise + supplement group were significantly lower compared to the exercise and supplement groups ($P < 0.05$). The presence of various metabolites in saffron, especially crocin and the carotenoid crocin, and the strong effects of stimulating glucose uptake, reducing insulin resistance through peripheral tissue and inhibiting intestinal glucose absorption are mechanisms involved in improving the function of pancreatic cells and ultimately reducing serum glucose. Exercise increases glucose transport by insulin and the activity of the enzyme hexokinase II. In addition, muscle contractions increase the translocation of glucose transporter type 4 through the AMP-activated protein kinase signaling pathway, but it seems that the gradual increase in muscle mass is among the benefits of resistance training, which leads to glycemic control and increased blood glucose disposal capacity. The results of the present study showed that supplement consumption had no effect on serum leptin levels, but eight weeks of resistance training significantly reduced this index. Regarding the response of leptin to exercise, various studies have concluded that exercise programs that lead to a decrease in fat mass and body weight are mainly associated with a decrease in leptin. In the present study, a decrease in weight, body mass index, and waist-to-hip ratio was observed in the post-test of the exercise and exercise + supplement groups, but not in the supplement group.

Conclusion: It can be concluded from the results of the present study, that eight weeks of saffron supplementation and circuit resistance training both reduce serum levels of interleukin-6, glucose, leptin, insulin and insulin resistance in overweight men. The combination of exercise and saffron supplementation had more beneficial effects on serum levels of glucose, leptin and IL-6 than either of them alone.

Conflict of Interest: The authors declare no potential conflict of interest related to the work.

Keywords: Insulin, Insulin resistance, Interleukin-6, Leptin, Saffron supplement.

مقاله پژوهشی

تأثیر هشت هفته مکمل یاری زعفران به همراه تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی لپتین، اینترلوکین ۶ و انسولین در مردان دارای اضافه وزن

پریا معقولی^۱، رقیه افرونده^{۲*}، آمنه پوررحیم قورقچی^۳

۱- کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

*نویسنده مسئول: afroundeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۳۰؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۶

چکیده

چاقی و اضافه وزن با ابتلا به بسیاری از بیماری های مزمن از جمله دیابت و افزایش التهاب در ارتباط است. هدف از این مطالعه بررسی اثر هشت هفته مکمل یاری زعفران به همراه تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی لپتین، اینترلوکین ۶ و انسولین در مردان دارای اضافه وزن بود. ۴۰ دانشجوی دارای اضافه وزن، به طور تصادفی به ۴ گروه تمرین (۱۰ نفر)، تمرین + مکمل (۱۰ نفر)، مکمل (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۹۰ دقیقه تمرین مقاومتی با شدت های خیلی سبک، سبک، متوسط و سنگین انجام دادند. گروه های مکمل از قرص زعفران با دوز ۳۰ میلی گرم یک بار در روز در وعده صبحانه به مدت دو ماه استفاده کردند. نتایج آزمون ANOVA نشان داد که بین پس آزمون گروه های تحقیق تفاوت معنادار در میزان لپتین، اینترلوکین-۶، گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین وجود دارد ($P < 0.05$). سطح اینترلوکین-۶، لپتین، گلوکز سرم و مقاومت به انسولین در گروه های تمرین، تمرین + مکمل و مکمل در مقایسه با گروه کنترل بطور معنی داری کمتر بود. همچنین سطوح گلوکز، لپتین و IL-6 در گروه تمرین + مکمل در مقایسه با گروه های تمرین و مکمل بطور معنی داری کمتر بود ($P < 0.05$). نتایج t زوجی کاهش معناداری در میزان همه شاخص ها در پس آزمون گروه تمرین، تمرین + مکمل و مکمل نسبت به پیش آزمون نشان داد ($P < 0.05$). این نتایج نشان می دهد که ترکیب مکمل یاری زعفران و انجام تمرین مقاومتی اثرات بیشتری در مقایسه با اثرات هر یک از آنها به تنهایی داشت.

واژه های کلیدی: انسولین، لپتین، مقاومت به انسولین، مکمل زعفران، اینترلوکین-۶.

و آزاد می‌شود و اثرات خود را در سایر اندام‌های بدن اعمال می‌کند. IL-6 باعث افزایش گردش چربی، تحریک لیپولیز و همچنین اکسیداسیون چربی می‌شود (Lindgärde et al., 2011). IL-6 همچنین یک آدیپوکاین محسوب می‌شود که مربوط به چاقی و مقاومت به انسولین می‌باشد؛ یک سایتوکاین چند عملکردی است که می‌تواند بسیاری از فرآیندهای سلولی و بیولوژیکی، مانند عملکرد ایمنی، تمایز سلولی، تکثیر، آپوپتوز... را تنظیم کند. دیابت که یکی از عوارض شایع اضافه وزن و چاقی هست با التهاب سیستمیک تحت بالینی به دلیل افزایش سطوح پلاسمایی سایتوکاین‌های پیش التهابی مانند IL-6 و TNF- α همراه است. مکانیسم تاثیرگذاری آن بدین گونه است که ترشح انسولین را مهار و مختل می‌کند و با کاهش فعالیت گیرنده‌های انسولین نقش مهمی در ایجاد مقاومت به انسولین در انسان ایفا می‌کند (Shahbazian et al., 2019).

با توجه به اینکه اضافه وزن و چاقی و التهاب ناشی از آن با ابتلا به بسیاری از بیماری‌های مزمن ارتباط نزدیک دارد بررسی تاثیر راهکارهای درمانی مختلف نظیر مصرف گیاهان دارویی و انجام فعالیت‌های ورزشی از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از گیاهانی که به دلیل وجود ترکیبات مفید، رنگ، طعم و روش مصرف آسان آن دارای مصارف فراوانی در طب سنتی، طبخ غذا، صنایع غذایی و دارویی در دنیا می‌باشد، زعفران است. این گیاه با نام علمی (Crocus sativus L.) از خانواده Iridaceae گیاهی علفی و بدون ساقه است. مهمترین ترکیبات موجود در زعفران کارتنوئیدها از جمله کروستین، آلدئیدها و فلاونوئیدها می‌باشد و با توجه به ترکیبات پلی‌فنول‌ها و آنتی‌اکسیدانی موجود در این گیاه به نظر می‌رسد، آثار سودمندی بر سلامتی داشته باشد (Bid Abadi et al., 2020; Hosseinzadeh et al., 2022). مطالعاتی در خصوص تاثیر مکمل زعفران بر شاخص‌های التهابی مورد بررسی قرار گرفته است در این راستا در یک کارآزمایی تصادفی دوسوکور شامل ۷۶ بیمار مبتلا به کبد چرب غیر الکلی در محدوده سنی ۱۸ تا ۶۵ سال، شرکت‌کنندگان به طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند که روزانه یک قرص ۱۰۰ میلی‌گرمی زعفران یا یک دارونما را به مدت ۱۲ هفته دریافت کردند. بر اساس نتایج این تحقیق در گروه مکمل زعفران، کاهش قابل توجهی در hs-CRP

چاقی یکی از اصلی‌ترین موضوعات مرتبط با سلامتی است که تصور می‌گردد نقش مهمی در بسیاری از اختلالات انسانی از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، فشار خون بالا و آرتروز ایفا می‌کند (Hoshyar et al., 2016). برخلاف هشدارهای جهانی و تلاش برای شناساندن پیامدهای چاقی، میزان شیوع چاقی در جهان گسترش یافته، به طوری که بیش از یک میلیارد نفر به آن مبتلا هستند. اضافه وزن و چاقی دومین علت بروز مرگ و میر در دنیا است که سالانه در حدود ۳۰۰۰۰۰ نفر را به کام مرگ می‌کشد (Ghorbanian & Shokrollahi, 2017).

بافت چربی اندام اندوکرائینی فعال در کنترل سوخت و ساز بدن شناخته شده است و صرفاً محلی برای ذخیره انرژی نیست (An et al., 2023). این بافت ارگانی درون‌ریز و متابولیک پیچیده و بسیار فعالی است که نه تنها مسئول تولید انرژی بوده، بلکه پروتئین‌های متعددی نظیر لپتین، ویسفاتین، رسیستین و آدیپونکتین را تولید و ترشح می‌کند که آدیپوکاین نامیده می‌شوند. لپتین هورمونی ۱۶ کیلودالتونی مشتق از بافت چربی بوده که بر روی کروموزوم ۷ تولید می‌شود. این هورمون از طریق هیپوتالاموس و با کاهش دریافت غذا و افزایش مصرف انرژی، سوخت و ساز انرژی در بدن را کنترل می‌کند. بدین جهت لپتین، نقش عمده‌ای در جلوگیری از ایجاد و تداوم چاقی ایفا می‌نماید (Obradovic et al., 2021). برخی مطالعات ارتباط مثبتی را بین لپتین و انسولین سرم نشان داده‌اند (Shih et al., 2022). امروزه لپتین آدیپوکاین مهم مورد توجه محققان می‌باشد که در مقاومت به انسولین و احتمالاً علت‌شناسی دیابت نقش کلیدی بازی می‌کنند. این هورمون علاوه بر نقش مهمی که در تنظیم اشتها و دریافت غذایی دارد؛ با سایتوکین‌های التهابی، آتروژنیک، تجمع پلاکتها، ترومبوز شریانی، پرفشاری خون و مقاومت به انسولین مرتبط است (Saremi, 2017). هم چنین، مشخص شده است که لپتین از طریق تحریک التهاب عروق و استرس اکسیداتیو در بیماری‌زایی اختلالات مرتبط با چاقی از جمله آترواسکلروز و دیگر مشکلات قلبی-عروقی نقش دارد (Mohammadzadeh et al., 2008). اخیراً اینترلوکین-۶ (IL-6) به عنوان اولین مایوکاین معرفی شد که به عنوان یک سایتوکاین تعریف شده است که با انقباض فیبرهای عضلانی اسکلتی تولید

تحت تمرین هوازی قرار گرفتند، در حالی که گروه کنترل در طول دوره مطالعه در برنامه تمرینی شرکت نکردند. نتایج نشان دهنده کاهش سطح CRP و IL-6، هر دو نشانگر التهابی، و کاهش سطح پلاسمایی لپتین در مردان چاق پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بود (Akbarpour, 2013). در مطالعه ای دیگر ۲۰ دانشجوی داوطلب دختر دارای اضافه وزن ($BMI \geq 25$) انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تمرین مقاومتی دایره ای و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه تمرینی به مدت ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته تمرین کردند. لپتین، مقاومت به انسولین، وزن بدن، درصد چربی و BMI قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی تأثیر معنی‌داری بر لپتین، شاخص مقاومت به انسولین، وزن بدن و درصد چربی داشته است (Yadegari et al., 2013). تمرین مقاومتی دایره‌ای یکی از روش‌های تمرینی است که با وجود اجرا در زمان کمتر می‌تواند ضربان قلب را در طول تمرین بالا نگه دارد و بسیاری از ظرفیت‌های آمادگی بدن را بهبود بخشد. طراحی تمرینات مقاومتی به شکل دایره‌ای به طور معمول بسیار متنوع است. در این روش، افراد در یک دوره زمانی کوتاه با فعالیت در هر ایستگاه، فعالیت زیادی انجام می‌دهند؛ به طور معمول در هر جلسه همه قسمت‌های بدن، تمرین داده می‌شود و در مجموع، روشی مناسب برای افرادی است که متمایل به افزایش عضله و کاهش وزن هستند. از آنجا که افراد چاق به طور معمول دارای سبک زندگی کم‌تحرک‌اند، ممکن است به دلیل آمادگی جسمانی اندک و ضعف سیستم اسکلتی و مفاصل، در حین تمرینات ورزشی دچار مشکل شوند. تمرینات مقاومتی دایره‌ای به علت چرخشی بودن، سبب کاهش خستگی موضعی شده و فرد می‌تواند در یک جلسه تمرینی برونده بیشتری داشته باشد (Moradian et al., 2022).

با توجه به عوارض جبران ناپذیر چاقی و شیوع آن در جامعه به دلیل سبک زندگی مدرن، محققین همواره بدنبال کشف بهترین و کارآمدترین روش درمانی چاقی می‌باشند که انجام تمرینات ورزشی و مصرف داروهای گیاهی یکی از این روش‌ها می‌باشد. در این راستا محققین مطالعه حاضر بر آن شدند تا تأثیر یک دوره مکمل یاری زعفران و انجام تمرینات مقاومتی دایره‌ای را، به تنهایی و در ترکیب با هم بر میزان شاخص‌های التهابی

لپتین، مالون دی آلدئید و افزایش قابل توجهی در ظرفیت آنتی اکسیدانی کل در مقایسه با گروه دارونما مشاهده شد. با این حال، هیچ تغییر قابل توجهی در آلانین آمینوترانسفراز سرم، $TNF-\alpha$ ، AST ، ترکیب بدن و شاخص‌های تن‌سنجی مشاهده نشد (Pour et al., 2020). در تحقیقی دیگر 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 داده شد که ۸ هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل به‌تنهایی بر شاخص‌های مرتبط با بیماری دیابت نوع ۲ اثر معناداری دارد. با وجود این، مصرف مکمل همراه با تمرین هوازی بیشترین تأثیر را بر کنترل این شاخص‌ها دارد (Rajabi et al., 2021). در پژوهشی دیگر که تأثیر مصرف مکمل زعفران بر نشانگرهای التهابی و پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از ورزش شدید در زنان کم‌تحرک بررسی شد، افزایش معنی‌داری در سطوح سرمی، LDH ، CK ، $TNF-a$ و MDA پس از یک جلسه تمرین مقاومتی وجود داشت. با اینحال ۴ هفته مکمل یاری زعفران با دوز ۳۰ میلی گرم در روز، از افزایش ناشی از تمرین این شاخص‌ها جلوگیری کرد (Hosseinizadeh et al., 2017). نقش مکمل زعفران به عنوان یک عامل ضد اکسیداتیو و ضد التهاب در برخی تحقیقات ثابت شده است (Hosseinizadeh et al., 2017; Khandan, 2022). لذا می‌تواند به عنوان یک استراتژی درمانی بالقوه در برابر چاقی و عوارض مربوط به آن پیشنهاد شود (Hoshyar et al., 2016).

ورزش نیز به عنوان یک روش درمانی دیگر برای سندرم متابولیک، چاقی و مقاومت به انسولین مورد استفاده قرار می‌گیرد (Choi et al., 2009). به دلیل 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 (KhajehLandi et al., 2020). از پیشینه تأثیر ورزش بر شاخص‌های التهابی می‌توان به تحقیقی با عنوان تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی بر سطح سرمی آدیپونکتین و لپتین و بر نشانگرهای التهابی بیماری عروق کرونر قلب در مردان چاق اشاره کرد. در این مطالعه شانزده مرد چاق غیر ورزشکار به طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه آزمایشی به مدت ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته

و متابولیسمی در مردان دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار دهند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی و طرح آن به صورت پیش آزمون- پس آزمون با ۴ گروه تمرین، گروه تمرین+مکمل زعفران، گروه مکمل زعفران و گروه کنترل بود. مطالعه حاضر با رعایت کامل مفاد کمیته اخلاق در پژوهش و رعایت اصول اعلامیه هلسینکی انجام گرفت و دارارای کد اخلاق IR.UMA.REC.1403.010 می-باشد. با نصب فراخوان پژوهشی در طول یک ماه انتخاب نمونه، از بین ۱۱۲ داوطلب مراجعه کننده، تعداد ۴۰ نفر از این دانشجویان، که بیشترین شرایط ورود به مطالعه را داشتند، بر اساس وزن، قد، شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به لگن و درصد چربی همگن شده و به صورت هدفمند به عنوان نمونه در پژوهش شرکت کردند. حجم نمونه با استناد به نرم افزار G*POWER برای آزمون آماری تحلیل واریانس تک راهه استفاده شده در تحقیق حاضر و با اندازه اثر ۰/۷ و در سطح معنی داری ۰/۰۵ تعداد ۴۰ نفر انتخاب شد. آزمودنی‌ها پس از آگاهی کامل از نحوه اجرای طرح پرسشنامه سوابق پزشکی و ورزشی و فرم رضایت نامه را پر کردند. سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در ۴ گروه: تمرین+مکمل، تمرین، مکمل و کنترل، هر گروه ۱۰ نفر، تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل مردان جوان دارای شاخص توده بدنی (BMI) بین ۲۵ تا ۳۰ kg/m^2 ، افرادی که از شش ماه گذشته سابقه هیچگونه فعالیت ورزشی را نداشتند و نداشتن سابقه هیچ گونه بیماری و عدم مصرف مکمل و داروی خاص بود. همچنین معیارهای خروج از تحقیق را می توان به ابتلاء به بیماری های عفونی و قلبی- عروقی، ابتلا به بیماری های مزمن کبدی نظیر سیروز، هپاتیت ویروسی، مصرف مواد و داروهای نیروزا و عدم همکاری آزمودنی ها در طول اجرای تحقیق برشمرد. برنامه تمرینی طبق مدل پیشنهادی فلیک (Fleck & Kraemer, 2014) و طراحی نیک سرشت و همکاران (Nikseresht et al, 2014)، به مدت هشت هفته، هفته ای سه جلسه و هر جلسه ۹۰ دقیقه و در نوبت عصر در فضای بسته و در دمای ۲۰-۲۴ درجه سانتی گراد اجرا شد. تمرینات 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، بلند شدن 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 ایستگاه ها و ست ها به ترتیب ۱، ۱-۲ و ۳-۵ دقیقه به ترتیب برای شدت های خیلی سبک، سبک و متوسط و سنگین اجرا گردید. تمرین برای هر حرکت در بخش خیلی سبک (۲۰ تکرار، یکنوبت، 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 ((۰/۲۸۷ × تعداد تکرار تا خستگی)- ۱/۰۲۷۸ / وزن جابه جاشده (کیلوگرم)) = یک تکرار بیشینه (Brzycki, 1993)، به مدت هشت هفته (هر دو هفته یکبار) در اولین جلسه تمرین محاسبه شده و آزمودنی ها برنامه تمرین را براساس درصد یک تکرار بیشینه جدید اجرا کردند (جدول ۱). مطابق با برخی مطالعات انسانی، دوز روزانه ۳۰ میلی گرم مکمل زعفران یک بار در روز در وعده صبحانه به مدت دو ماه استفاده گردید (Rajabi et al., 2021). در این مطالعه از مکمل زعفران کروسینا ساخت شرکت سامی ساز کشور ایران، با شناسه محصول DMS-433335 استفاده شد. قرص کروسینای سامی ساز حاوی ماده موثره کروسین (crocin) مهمترین جزء فعال در زعفران است، هر قرص حاوی ۱۵ میلی گرم عصاره غنی شده از کروسین می باشد (Hamidi et al., 2004). به منظور کنترل عوامل مزاحم و مداخله گر از تمامی آزمودنی ها خواسته شد تا در طول دوره تحقیق از هیچ دارو و مکملی استفاده نکنند و از مصرف زعفران در غذای مصرفی خود اجتناب کنند. در این پژوهش شاخص های آنترپومتریک شامل قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI) و نسبت دور کمر به لگن (WHR) اندازه گیری شد. طول قد به سانتی متر، بدون کفش و جوراب با استفاده از متر نواری، با دقت ۰/۱ سانتی متر، سه بار اندازه گیری و میانگین آن به عنوان قد فرد ثبت شد. وزن آزمودنی ها به کیلوگرم، با استفاده از ترازوی عقربه ای مدل Seca ساخت کشور آلمان و با دقت ۱۰۰ گرم، با لباس سبک، بدون کفش، سه بار اندازه گیری و میانگین آن به عنوان وزن آزمودنی ثبت شد. درصد چربی افراد با استفاده از دستگاه الکترونیکی چربی سنج Omron (BF-306) ساخت کشور فنلاند

سنگین			متوسط			سبک			خیلی سبک			شدت
High			Moderate			Light			Very Light			Intensity
1RM (%)	تکرار rep	ست set	1RM (%)	تکرار rep	ست set	1RM (%)	تکرار rep	ست set	1RM (%)	تکرار rep	ست set	حرکات Exercises
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	پرس پا Leg press
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	پرس سینه chest press
-	-	-	-	-	-	60	15	2	40	20	1	پرس سینه شیب دار incline chest press
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	پارویی نشسته Seated Row
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	لیفت مرده Deadlift
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	شکم با زانوی خمیده Bent Knee Crunch
-	-	-	75	10	3	60	15	2	40	20	1	کشش از بالا Overhead Stretch
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	بلند شدن روی پنجه پا tip toe test
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	پشت ران Lying Hamstrings Curl
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	پرس شانه shoulder press
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	کشش هالتر تا چانه Barbell chin-up
90	4	3	75	10	3	60	15	2	40	20	1	جلو بازو با هالتر Barbell bicep curl

شد. سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول شماره ۲ 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 ($P > 0.05$).

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 بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد و با توجه به تأیید آن؛ برای بررسی میزان اختلاف میانگین‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌ها از تحلیل واریانس تک‌راهه به همراه آزمون تعقیبی LSD و اختلاف میانگین‌ها نسبت به پیش‌آزمون از آزمون آماری t زوجی استفاده

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه

Table 3. Descriptive characteristics of subjects in the study groups

P	پیش‌آزمون (میانگین $\pm$ انحراف معیار) Pre-test (Mean $\pm$ SD)	گروه‌ها Groups	متغیر Variable
0.6	21.10 $\pm$ 1.66	تمرین (exercise)	سن (سال) Age (years)
	22.10 $\pm$ 1.19	تمرین + مکمل Crocus sativus Linn+exercise	
	21.70 $\pm$ 1.49	مکمل Crocus sativus Linn	
	22 $\pm$ 1.15	کنترل (control)	
0.43	1.82 $\pm$ 0.03	تمرین (exercise)	قد (متر) Height (m)
	1.82 $\pm$ 0.031	تمرین + مکمل Crocus sativus Linn+exercise	
	1.83 $\pm$ 0.037	مکمل Crocus sativus Linn	
	1.80 $\pm$ 0.04	کنترل (control)	
0.84	89.40 $\pm$ 2.31	تمرین (exercise)	وزن (کیلوگرم) Weight (kg)
	89.70 $\pm$ 2.94	تمرین + مکمل Crocus sativus Linn+exercise	
	89.21 $\pm$ 2.37	مکمل Crocus sativus Linn	
	88.6 $\pm$ 3.12	کنترل (control)	
0.99	26.92 $\pm$ 1.19	تمرین (exercise)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر مربع) BMI (m ² /kg)
	26.96 $\pm$ 0.3	تمرین + مکمل Crocus sativus Linn+exercise	
	26.71 $\pm$ 0.47	مکمل Crocus sativus Linn	
	26.84 $\pm$ 0.58	کنترل (control)	
0.55	34.10 $\pm$ 1.19	تمرین (exercise)	چربی بدن (درصد) Body fat (%)
	34.30 $\pm$ 0.94	تمرین + مکمل Crocus sativus Linn+exercise	
	33.9 $\pm$ 1.10	مکمل Crocus sativus Linn	
	34.90 $\pm$ 0.99	کنترل (control)	
0.23	0.97 $\pm$ 0.007	تمرین (exercise)	نسبت دور کمر به لگن (سانتی‌متر) WHR (cm)
	0.97 $\pm$ 0.009	تمرین + مکمل Crocus sativus Linn+exercise	
	0.97 $\pm$ 0.007	مکمل Crocus sativus Linn	
	0.97 $\pm$ 0.008	کنترل (control)	

جدول ۳. نتایج آزمون t زوجی و ANOVA برای مقایسه درون گروهی و بین گروهی

Table 4. Paired t-test and ANOVA results for within-group and between-group comparisons

ANOVA		Paired t-test			پس آزمون	پیش آزمون	گروه	متغیر
sig	F	sig	t	r	Post-test	Pre-test	Group	Variable
0.048 †	2.66	*0.001	10.26	0.76	12.48±0.62	13.87±0.31	تمرین (exercise)	انسولین (میلی لیتر / میکروواحد)
		*0.001	15.46	0.87	12.74±0.55	14.06±0.45	تمرین + مکمل	
		*0.001	8.7	0.87	12.50±0.50	13.22±0.36	Crocus sativus Linn+exercise	Insulin (μU/ml)
		0.59	0.55	0.97	13.08±0.46	13.10±0.46	مکمل Crocus sativus Linn کنترل (control)	
0.001 †	45.89	*0.001	24	0.87	82.20±1.68	88.60±7.71	تمرین (exercise)	گلوکز (دسی لیتر/ میلی گرم)
		*0.001	16.29	0.62	80.30±1.56	88.80±2.09	تمرین + مکمل	
		*0.001	14	0.85	84.50±2.36	90.10±1.72	Crocus sativus Linn+exercise	Glucose (mg/dl)
		0.081	-1.96	0.95	89.3±1.49	89±1.63	مکمل Crocus sativus Linn کنترل (control)	
0.001 †	54.32	*0.001	9.79	0.45	1.86±0.18	2.53±0.22	تمرین (exercise)	مقاومت به انسولین
		*0.001	10.33	-0.16	1.93±0.19	2.76±0.13	تمرین + مکمل	
		*0.001	12.67	0.85	1.83±0.14	2.33±0.17	Crocus sativus Linn+exercise	Insulin resistance
		0.34	-1	0.91	2.65±0.13	2.63±0.15	مکمل Crocus sativus Linn کنترل (control)	
0.001 †	15.90	*0.001	13.37	0.94	1.89±0.37	2.68±0.35	تمرین (exercise)	لپتین (نانوگرم/ میلی لیتر)
		*0.001	27.90	0.93	1.87±0.20	2.46±0.23	تمرین + مکمل	
		*0.032	27.90	0.97	1.84±0.36	1.95±0.24	Crocus sativus Linn+exercise	Leptin (ng/ml)
		0.19	-1.40	0.98	1.83±0.33	1.95±0.24	مکمل Crocus sativus Linn کنترل (control)	
0.001 †	37.43	*0.001	10.49	0.91	2.65±0.45	3.30±0.47	تمرین (exercise)	اینتر لوکین-۶ (نانوگرم/ میلی لیتر)
		*0.001	13.99	0.90	1.85±0.45	2.73±0.39	تمرین + مکمل	
		*0.023	2.73	0.95	3.23±0.39	3.33±0.39	Crocus sativus Linn+exercise	IL-6 (ng/ml)
		0.16	-1.5	0.99	3.85±0.45	3.83±0.43	مکمل Crocus sativus Linn کنترل (control)	

* نشانه معنی داری آماری درون گروهی و † نشانه معنی داری آماری بین گروهی

اختلاف معنادار بود ($P < 0.05$). مقاومت به انسولین بین گروه های تمرین با کنترل ($P = 0.001$)، مکمل با کنترل ($P = 0.001$) و تمرین + مکمل با کنترل ($P = 0.001$) تفاوت معنی دار داشت. برای متغیر لپتین، بین گروه تمرین + مکمل با تمرین ($P = 0.001$)، مکمل با تمرین ($P = 0.003$)، تمرین با کنترل ($P = 0.003$)، مکمل + تمرین با مکمل ($P = 0.001$)، تمرین + تمرین با کنترل ($P = 0.001$)، اختلاف معناداری بود لیکن تنها بین گروه مکمل با کنترل ($P = 0.09$) اختلاف معنادار نبود. برای متغیر IL-6 در تمامی گروه ها بصورت زوجی اختلاف معناداری وجود داشت ($P < 0.05$).

مطابق با جدول شماره ۳، نتایج آزمون آماری t زوجی نشان داد که در مقایسه با مقادیر پیش آزمون، میانگین پس آزمون متغیرهای انسولین، مقاومت به انسولین، گلوکز، لپتین و IL-6 در گروه های تمرین، مکمل و تمرین + مکمل کاهش معناداری نشان داد ($P < 0.05$). اما در گروه کنترل در متغیرهای مورد مطالعه اختلاف معناداری دیده نشد ($P > 0.05$). مطابق با جدول شماره ۴، نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد در مرحله پس آزمون در متغیر انسولین، بین گروه تمرین با کنترل ($P = 0.001$)، مکمل با کنترل ($P = 0.002$) اختلاف معناداری مشاهده شد؛ اما بین سایر گروه ها اختلاف معنادار مشاهده نشد. برای متغیر گلوکز بین تمام گروه ها به صورت زوجی

جدول ۴. مقادیر p در مقایسه زوجی گروهها با آزمون LSD برای متغیرهای مورد مطالعه

Table 5. P-values in pairwise comparison of groups with LSD test for the studied variables

متغیر (variable)					گروه (group)	
انسولین Insulin	گلوکز Glucose	مقاومت به انسولین	لپتین Leptin	اینترلوکین-۶ IL-6		
Insulin resistance						
0.01*	0.001*	0.001*	0.03*	0.001*	تمرین (exercise)	کنترل (control)
0.02*	0.001*	0.001*	0.9	0.003*	مکمل زعفران (Crocus sativus Linn)	کنترل (control)
0.16	0.001*	0.001*	0.001*	0.001*	تمرین+مکمل زعفران	کنترل (control)
Crocus sativus Linn+exercise						
0.29	0.02*	0.35	0.001*	0.001*	تمرین+مکمل زعفران	تمرین (exercise)
Crocus sativus Linn+exercise						
0.32	0.001*	0.19	0.001*	0.001*	تمرین+مکمل زعفران	مکمل زعفران (Crocus sativus Linn)
Crocus sativus Linn+exercise						
0.93	0.007*	0.69	0.03*	0.006*	تمرین (exercise)	مکمل زعفران (Crocus sativus Linn)

* نشانه معنی داری تفاوت بین گروهها

آنتی اکسیدان در سلول های بتای پانکراسی، این سلول ها بسیار مستعد استرس اکسیداتیو هستند که پیامد اصلی آن، بروز التهاب مزمن و مقاومت به انسولین است. مطالعات نشان داده است که آنتی اکسیدانهای طبیعی با جلوگیری از استرس اکسیداتیو، خطر ابتلا به بیماریهای مزمن (مثل دیابت، کبد چرب و...) را کاهش می دهند و سبب ارتقای سلامت می شوند. با مصرف آنتی اکسیدان های طبیعی ترشح آدیپونکتین بیشتر می شود و سطح سرمی آن افزایش می یابد؛ بدین ترتیب مصرف این مواد می تواند در درمان دیابت مؤثر باشد. از جمله مهمترین این آنتی اکسیدانها می توان به فلاونوئیدها اشاره کرد. فلاونوئیدها، ترکیبات پلی فنلی 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، کروسستین، فلاونوئیدها و آلکالوئیدها دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی است. لذا می توان نتیجه گرفت گیاه زعفران از یک سو به دلیل دارا بودن فلاونوئیدها و از سوی دیگر به واسطه تحریک ترشح آدیپوکاین ها می تواند اثر حفاظتی و درمانی داشته باشد (Rajabi et al., 2021; Ali, 2024). همسو با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر کاهش التهاب (IL-6) بدنبال مصرف زعفران می توان به نتایج مطالعه حسین زاده و همکاران (Hosseinzadeh et al., 2017) اشاره کرد که کاهش سطح $TNF-\alpha$ را به دنبال ۴ هفته مصرف زعفران در زنان بی تحرک گزارش کرده

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطح پس آزمون انسولین، مقاومت به انسولین، گلوکز، لپتین و IL-6 خون مردان دارای اضافه وزن به دنبال هشت هفته مصرف مکمل زعفران در مقایسه با پیش آزمون بهبودی معناداری یافت. همسو با نتایج تحقیق حاضر نتایج مطالعه رجبی و همکاران بود که تأثیر ۸ هفته مصرف مکمل زعفران را بر برخی شاخص های مرتبط با بیماری دیابت در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که ۸ هفته مصرف مکمل موجب بهبود معناداری در شاخص های مورد بررسی از جمله گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین شد (Rajabi et al., 2021). برخی مطالعات اثر هایپوگلیسمیک و آنتی اکسیدانی زعفران را گزارش کرده اند (Rajaei et al., 2013). اثر هایپوگلیسمیک زعفران را به واسطه متابولیت کروسین آن نسبت داده اند (Arasteh et al., 2010). به نظر می رسد وجود متابولیت های مختلف در زعفران به خصوص کروسین و کارتنوئید کروسستین و تأثیرات قوی تحریک برداشت گلوکز، سبب کاهش مقاومت به انسولین از طریق بافت محیطی و مهار جذب گلوکز روده ای از مکانیسم های دخیل در بهبود عملکرد سلول های پانکراس و در نهایت کاهش گلوکز سرم باشد (Rajabi et al., 2021). در خصوص تأثیرات آنتی اکسیدانی زعفران باید گفت که استرس های سلولی مانند افزایش گلوکز، به افزایش تولید رادیکال های آزاد منجر می شوند. به واسطه میزان کم آنزیم های

(Vendrell et al., 2004).

در پژوهش حاضر سطح IL-6 بدنبال ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره ای کاهش معنی داری یافت که همسو با نتایج تحقیقی هست که در آن تاثیر تمرین ورزشی مقاومتی دایره‌ای بر سطوح CRP و IL-6 در زنان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که سطح این شاخص پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای کاهش معنی داری یافت (kim, 2014). به طور کلی، پیشنهاد می‌شود که اثرات ضدالتهابی تمرین ورزشی از طریق مکانیسم‌های متفاوتی از جمله کاهش بافت چربی احشایی، ترشح سیتوکین‌های ضدالتهابی از عضلات در حال انقباض (به نام میوکین‌ها) و کاهش بیان گیرنده‌های شبه تول (TLRs) روی مونوسیت‌ها و ماکروفاژها اعمال می‌شود. تمرین ورزشی همچنین می‌تواند اثرات ضدالتهابی خود را از طریق مکانیسم‌های دیگری مانند مهار نفوذ مونوسیت‌ها و ماکروفاژها به بافت چربی و تغییر فنوتیپ ماکروفاژها در بافت چربی اعمال کند (Gleeson et al., 2011). بنابراین بنظر می‌رسد کاهش IL-6 بدنبال ۸ هفته تمرین در تحقیق حاضر را می‌توان به کاهش درصد چربی بدن نسبت داد.

سطح لپتین خون بدنبال هشت هفته تمرینات مقاومتی دایره ای در تحقیق حاضر بطور معنی داری کاهش یافت که با نتایج تحقیق هوشمند مقدم و گائینی که نشان دادند ۶ هفته تمرین مقاومتی موجب کاهش سطح لپتین خون می‌شود، همسو هست (Hooshmand and Moghadam, 2018). با توجه به اینکه میزان لپتین سرم با درصد چربی بدن همبستگی بالایی دارد، احتمالاً مکانیزم کاهش لپتین در اثر تمرینات مقاومتی، افزایش توده عضلانی و به دنبال آن افزایش متابولیسم پایه و کاهش چربی بدن پس از این تمرین‌هاست. با این حال کاهش مقادیر لپتین در نتیجه فعالیت بدنی را نمی‌توان تنها به کاهش میزان چربی بدن نسب داد؛ چرا که در مطالعات مختلف کاهش لپتین به تغییر در تعادل انرژی، بهبود حساسیت به انسولین، تغییر متابولیسم چربی و غلظت لیپید و عوامل ناشناخته دیگری نسبت داده شده است (Hooshmand and Moghadam, 2018). بنابراین احتمالاً کاهش وزن و بهبود مقاومت به انسولین مشاهده شده در گروه تمرین مقاومتی دایره ای در تحقیق حاضر در کاهش سطح

اند. همچنین کاهش سطح CRP در خون بیماران مبتلا به کبد چرب غیر الکلی بدنبال مصرف ۱۲ هفته زعفران گزارش شده است (Pour et al., 2020). یافته‌های پژوهش حاضر در ارتباط با اثر تمرینات مقاومتی دایره ای بر سطح سرمی گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین با برخی مطالعات همسو هست (Shabanpour Omali et al., 2014; Abedi, 2016). نتایج تحقیقات روی زنان چاق نیز کاهش معنادار سطح قند خون ناشتا بر اثر شش هفته تمرین مقاومتی (سه جلسه در هفته، هر جلسه سه ست شامل هشت تمرین با شدت ۱۲ - ۸ تکرار بیشنه) را نشان داد. این محققان مطرح کردند احتمالاً انقباضات عضلانی موجب افزایش برداشت گلوکز در عضلات اسکلتی می‌شود (Zanuso et al., 2010) که همسو با یافته‌های این تحقیق می‌باشد. با این حال برخی تحقیقات هم نتایج متناقضی را گزارش کردند (Rezaei nasab et al., 2018; Molanouri et al., 2011). پاسخ پایین‌تر گلوکز ۱۲ تا ۲۴ ساعت پس از تمرین مقاومتی در زنان دارای دیابت نوع ۲ نبود هیچگونه تفاوت در سطح انسولین گزارش شده است (Fenicchia et al., 2004). مطالعات زیادی نشان داده اند، آثار تمرین مقاومتی در کاهش سطح گلوکز خون کمتر از تمرینات هوازی و ترکیبی نیست. عضلات اسکلتی بیش از یک سوم توده بدن را به خود اختصاص می‌دهند و نقش مهمی در سوخت و ساز انرژی بدن ایفا می‌کنند. در سطوح سلولی، تمرین موجب افزایش انتقال گلوکز به وسیله انسولین و فعالیت آنزیم هگزوکیناز II می‌شود. علاوه بر این، انقباضات عضلانی موجب افزایش جابه جایی انتقال‌دهنده نوع ۴ گلوکز از میان مسیر سیگنالی AMP فعال شده به وسیله پروتئین کیناز می‌شود، اما به نظر می‌رسد افزایش تدریجی توده عضلانی از جمله مزیت‌های تمرینات مقاومتی است که منجر به کنترل گلاسمی و افزایش ظرفیت دفع گلوکز خون می‌شود (DPPR Group., 2002). همچنین تمرینات ورزشی، گلوکز در دسترس واقع شده توسط انسولین را در تمامی بدن در افراد چاق دیابتی نوع دو افزایش می‌دهند. این تغییرات وابسته به تغییرات عملکردی در سیگنال‌های انسولینی و مرتبط با افزایش محتویات پروتئین ناقل غشایی GLUT4 هستند و ورزش جدا از تقویت عملکرد انسولین با افزایش گیرنده‌های GLUT4 گلوکز ایزوفرم ۴ سبب افزایش برداشت گلوکز می‌شود (

تفاوت بین گروه تمرین + مکمل و گروه کنترل برای شاخص های انسولین و مقاومت به انسولین معنی دار بود (جدول ۴) که نشان دهنده تاثیر گذاری ترکیب این دو متغیر مستقل می باشد.

نتیجه گیری

از نتایج تحقیق حاضر می توان چنین نتیجه گیری کرد که هشت هفته مکمل یاری زعفران و انجام تمرین مقاومتی دایره ای هر دو موجب کاهش سطوح سرمی IL-6، گلوکز و انسولین در مردان دارای اضافه وزن می شود. ترکیب انجام تمرین و مصرف مکمل زعفران اثرات مفید بیشتری نسبت به هر یک از آنها به تنهایی داشت.

قدردانی

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

لپتین خون در این گروه دخیل باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تاثیر کاهشی ترکیب مصرف زعفران و انجام تمرین مقاومتی دایره ای در مقایسه با تاثیر کاهشی هر کدام از آنها به تنهایی بر سطوح گلوکز، لپتین و IL-6 خون مردان دارای اضافه وزن بطور معنی داری بیشتر بود. همسو با نتایج تحقیق حاضر نتایج مطالعه رجبی و همکاران (Rajabi et al., 2021) بود که تاثیر ۸ هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل زعفران را بر برخی شاخص های مرتبط با بیماری دیابت در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل به تنهایی موجب بهبود معناداری در شاخص های مورد بررسی از جمله گلوکز خون شد و مصرف مکمل همراه با تمرین هوازی بیشترین تاثیر را بر کنترل این شاخص ها داشت. با این حال در تحقیق حاضر تفاوتی بین تاثیر ترکیب تمرین مقاومتی دایره ای و مکمل زعفران با تاثیر هر یک از آنها به تنهایی بر سطح انسولین و مقاومت به انسولین مشاهده نشد. البته این به این معنی نیست که ترکیب تمرین و مکمل بر این شاخص ها تاثیر نداشت.

منابع

- Abedi, B. (2016). The effect of acute aerobic exercise and resistance exercise on leptin serum and insulin resistance index in sedentary men. *Yafte*, 17 (4), 109-119. [in Persian].
- Ahmadizad, S., Haghighi, A.H., & Hamedinia, M.R. (2007). Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *European journal of Endocrinology*, 157(5), 625-32.
- Akbarpour, M. (2013). The effect of aerobic training on serum adiponectin and leptin levels and inflammatory markers of coronary heart disease in obese men. *Biology of Sport*, 30(1), 21-7.
- Ali, S. (2024). Saffron (*Crocus sativus* L.) as a Promising Complementary Treatment for Depression: A Review of Basic and Clinical Studies. *Journal of Saffron Research*, 12(2), 208-226. [in Persian].
- An, S.M., Cho, S.H., & Yoon, J.C. (2023). Adipose Tissue and Metabolic Health. *Diabetes & Metabolism Journal*, 47(5), 595-611.
- Arasteh, A., Aliyev, A., Khamnei, S., Delazar, A., Mesgari, M., & Mehmanavaz, Y. (2010). Effects of hydromethanolic extract of saffron (*Crocus sativus*) on serum glucose, insulin and cholesterol levels in healthy male rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(5), 397-402.
- Bid Abadi, S., Gholami, M., & Shakeri, N. (2020). 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*, 11(4), 433-446. [in Persian].
- Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of physical education, recreation & dance*, 64(1), 88-90.
- Choi, K.M., Kim, T.N., Yoo, H.J., Lee, K.W., Cho, G.J., Hwang, T.G., Baik, S.H., Choi, D.S., & Kim, S.M. (2009). Effect of exercise training on A-FABP, lipocalin-2 and RBP4 levels in obese women. *Clinical endocrinology*, 70(4), 569-74.
- Diabetes Prevention Program Research (DPPR) Group. (2002). The Diabetes Prevention Program (DPP): description of lifestyle intervention. *Diabetes Care*, 25(12), 2165-71.
- Fenicchia, L.M., Kanaley, J.A., Azevedo, J.L. Jr., Miller, C.S., Weinstock, R.S., Carhart, R.L., & Ploutz-Snyder, L.L. (2004). Influence of resistance exercise training on glucose control in women with type 2 diabetes. *Metabolism*, 53(3), 284-9.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). Designing resistance training programs, 4E. *Human*

- Kinetics*.
- Ghorbanian B, & Shokrollahi F. (2017). The effects of rope training on Paraoxonase-1 enzyme, insulin resistance and lipid profiles in inactive girls. *Tehran University Medical Journal*, 75 (4), 307-315. [in Persian].
- Hooshmand Moghadam, B., & Gaeini, A. A. (2018). Effect of saffron supplementation with resistance training on serum leptin levels, body composition and muscle strength in non-athletic young men. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*, 25 (4), 263-275. [in Persian].
- Hoshyar, R., Hemmati, M., Hosseinian, M., Rajabian Naghandar, M., Zarban, A., Amini, Z., Valavi, M., ZareBeyki, M., & Mehrpour, O. (2016). Anti-dyslipidemic properties of saffron: reduction in the associated risks of atherosclerosis and insulin resistance. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 18(12), e36226.
- Hosseinzadeh, M. S. & Moudi, M. (2022). Overview of Effective Saffron Compounds and Its Reactions on Neurodegenerative Diseases of Nervous System. *Journal of Saffron Research*, 10(2), 258-275. [in Persian].
- Hosseinzadeh, M., TaheriChadorneshin, H., Ajam-Zibad, M., & Abtahi-Eivary SH. (2017). Pre-supplementation of *Crocus sativus* Linn (saffron) attenuates inflammatory and lipid peroxidation markers induced by intensive exercise in sedentary women. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7(5), 147-151.
- KhajehLandi, M., Bolboli, L., Bolbol, S., & Zabihi, B. (2020). Effect of One Course Pilates Exercise Program on Serum Levels of Resistin, Visfatin, and Chemerin in Overweight Women. *Internal Medicine Today*, 27(1), 98-113.
- Khandan Deh-Arbab, S., Fallahi, H. R. & kaveh, H. (2022). Evaluation of the Effects of Amino Acid and Mother Corm Weight on Antioxidant Activity and Stigma Quality of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research*, 10(2), 183-194. [in Persian].
- Kim, K.B. (2014). Effect of different training mode on Interleukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) in type 2 diabetes mellitus (T2DM) patients. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 18(4), 371-8.
- Lindgärde, F., Gottsäter, A., & Ahrén, B. (2011). Positive correlation between tumor necrosis factor (TNF)- α and cardiorespiratory fitness after six-months of regular aerobic exercise in Peruvian Amerindian women. *Revista médica de Chile*, 139(8), 998-1005.
- Mohammadzadeh, GH., Zarghami, N.A., & Zahediasl, S. (2008). Comparison of serum leptin levels of non-diabetic and diabetic obese subjects and its relationship to anthropometric indices. *Iranian Journal of endocrinology and metabolism*, 10(4), 353-362. [in Persian].
- Molanouri Shamsi, M., AghaAlinejad, H., Amani Shalamzari, S., Aghayari, A., Asghari Jafarabadi, M., & Talebi Badrabadi, K. (2011). Anti-Inflammatory Effects of a Bout of Circuit Resistance Exercise With Moderateintensity in Inactive Obese Males. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*, 19 (5), 598-609. [in Persian].
- Moradian, H., Hossein Pour Delavar, S. & Zabet, A. (2022). The Effects of Eight Weeks Circuit Resistance Training on Interleukin-1 β , TNF- α and Blood Pressure in pre-Hypertensive Obese Women. *Journal of Sport Biosciences*, 14(1), 67-84. [in Persian].
- Nikseresht, M., Agha-Alinejad, H., Azarbayjani, M.A., & Ebrahim, K. (2014). 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*, 28(9), 2560-8. [in Persian].
- Obradovic, M., Sudar-Milovanovic, E., Soskic, S., Essack, M., Arya, S., Stewart, A.J., Gojobori, T., & Isenovic, E.R. (2021) Leptin and Obesity: Role and Clinical Implication. *Frontiers in Endocrinology (Lausanne)*, 12, 585887.
- Pour, F.K., Aryaeian, N., Mokhtare, M., Mirnasrollahi Parsa, R.S., Jannani, L., Agah, S., Fallah, S., & Moradi, N. (2020). The effect of saffron supplementation on some inflammatory and oxidative markers, leptin, adiponectin, and body composition in patients with nonalcoholic fatty liver disease: A double-blind randomized clinical trial. *Phytotherapy Research*, 34(12), 3367-3378.
- Rajabi, A., Siahkoughian, M., & Akbarnejad, A. (2021). 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*, 13(2), 125-148. [in Persian].
- Rajaei, Z., Hadjzadeh, M.A., Nemati, H., Hosseini, M., Ahmadi, M., & Shafiee, S. (2013). Antihyperglycemic and antioxidant activity of crocin in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of medicinal food*, 16(3), 206-210.
- Rezaei nasab, H., Ranjbar, R., Habibi, A., & Afshoon pour, M.T. (2018). The effect of eight weeks of combined training (aerobic - circuit resistance) on visfatin concentration, IL-6 and TNF-A in obese men with type II diabetes. *Iranian Journal of Diabetes and*

- Metabolism*, 17 (1), 39-48. [in Persian].
- Shabanpour Omali, J., SagheebJo, M., Fathi, R., & Qarai Arefi, R. (2014). The effect of 8 weeks of high-intensity circuit resistance training on plasma lipid levels and insulin resistance index in male patients with type 2 diabetes. *Journal of Applied Exercise Physiology*, 10(19), 135-142. [in Persian].
- Shahbazian, H., Aleali, A.M., Amani, R., Namjooyan, F., Cheraghian, B., Latifi, S.M., Bahrainian, S., & Ghadiri, A. (2019). Effects of saffron on homocysteine, and antioxidant and inflammatory biomarkers levels in patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized double-blind clinical trial. *Avicenna journal of phytomedicine*, 9(5), 436-445.
- Shih, Y.L., Huang, T.C., Shih, C.C., & Chen, J.Y. (2022). Relationship between Leptin and Insulin Resistance among Community-Dwelling Middle-Aged and Elderly Populations in Taiwan. *Journal of Clinical Medicine*, 11(18), 5357.
- Vendrell, J., Broch, M., Vilarasa, N., Molina, A., Gómez, J.M., Gutiérrez, C., Simón, I., Soler, J., & Richart, C. (2004). Resistin, adiponectin, ghrelin, leptin, and proinflammatory cytokines: relationships in obesity. *Obesity research*, 12(6), 962-71.
- Yadegari, E., Behboudi, L., Kazemzade, Y., & Sohaily, S.H. (2013). The effect of resistance training on leptin and insulin resistance index in overweight female student. *European Journal of Experimental Biology*, 3(4), 236-240.
- Zanuso, S., Jimenez, A., Pugliese, G., Corigliano, G., & Balducci, S. (2010). Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. *Acta Diabetologica*, 47(1), 15-22.