

## **Original Article**

# **The effect of combined exercises (Aerobic-TRX) and cinnamon supplementation on serum levels of Irisin and glucose homeostasis in inactive overweight women**

**Delshad A<sup>\*</sup>, Dashti MS**

Department of Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Qom, I.R. Iran.

Received: 2022/08/17 | Accepted: 2022/12/14

### **Abstract:**

**Background:** It seems that physical activity is effective in improving the homeostasis of glucose and blood lipids by increasing the production of circulating levels of Irisin. this research aimed to investigate the simultaneous effect of cinnamon and TRX exercises on the serum levels of Irisin and metabolic status of inactive obese women.

**Materials and Methods:** The current research was semi-experimental. 40 overweight female volunteers were randomly assigned to four groups of combined exercise (n=10), combined exercise-supplement (n=10), supplement (n=10) and control (n=10). Blood sampling was 24 hours before the start of training period and 48 hours after end of the last session. Then, by using the analysis of covariance (Ancova) test, between-group changes were used and paired correlation T-test was used for intra-group comparison. Data analysis was done by SPSS version 25 software at a significance level of  $P<0.05$ .

**Results:** The findings of this research showed that the combined exercise and cinnamon supplement decreased the serum concentration of insulin and HOME. Also, that increased the level of Irisin, and the values of serum glucose were not significant. but intragroup analysis showed that there was a difference between the averages in exercise group ( $P=0.048$ ) and exercise-supplement group ( $P=0.021$ ) in the post-test compared to the pre-test, a significant decrease can be seen.

**Conclusion:** In this study, Irisin had a negative correlation with fasting blood glucose, BMI, which probably increase can have beneficial effects on glucose regulation, insulin resistance and obesity caused by overweight in women.

**Keywords:** Cinnamon, Glucose, Insulin, Insulin resistance, Irisin

**\*Corresponding Author**

**Email:** Ah\_delshad@gmail.com

**Tel:** 0098 912 252 3568

**Fax:** 0098 25 328 54499

**Conflict of Interests: No**

*Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, January, 2023; Vol. 27, No 6, Pages 703-713*

**Please cite this article as:** Delshad A, Dashti MS. The effect of combined exercises (Aerobic-TRX) and cinnamon supplementation on serum levels of Irisin and glucose homeostasis in inactive overweight women. *Feyz* 2023; 27(6): 703-13.

# تأثیر تمرینات ترکیبی (هوازی-Cinnamon) و مصرف مکمل دارچین (TRX) بر سطوح سرمی آیرزین و هموستاز گلوکز زنان غیرفعال دارای اضافه وزن

۲<sup>\*</sup>  
امیر دلشاد ، مریم سادات دشتی

## خلاصه:

سابقه و هدف: به نظر می‌رسد که فعالیت بدنی از طریق افزایش تولید سطوح در گردش آیرزین، بر بهبود هموستاز گلوکز و چربی‌های خونی مؤثر باشد. بنابراین هدف این تحقیق، بررسی تأثیر همزمان مصرف دارچین و انجام تمرینات TRX بر سطوح سرمی آیرزین و وضعیت متابولیکی زنان چاق غیرفعال بود.

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر، از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. ۴۰ نفر از زنان داوطلب دارای اضافه وزن به صورت تصادفی در چهار گروه تمرین ترکیبی (۱۰ نفر)، تمرین ترکیبی - مکمل دارچین (۱۰ نفر)، مکمل دارچین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. ۲۴ ساعت قبل از شروع دوره تمرینی و ۴۸ ساعت پس از اتمام آخرین جلسه، جهت اندازه‌گیری آیرزین و وضعیت متابولیکی، خون‌نگیری انجام شد. سپس از آزمون تحلیل کوواریانس (Ancova) برای بررسی تغییرات بین گروهی و از آزمون T همبسته زوجی جهت مقایسه درون گروهی استفاده شد. تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS و برایش ۲۵ در سطح معناداری  $P < 0.05$  صورت گرفت.

**نتایج:** یافته‌های این پژوهش نشان دادند که تمرین ترکیبی و مکمل دارچین باعث کاهش غلظت سرمی انسولین و HOMA شد و همچنین موجب افزایش سطح آیرزین گردید و مقادیر سطوح سرمی گلوکز معنادار نبود. ولی تحلیل درون گروهی نشان داد که بین میانگین‌ها در گروه تمرین ( $P = 0.048$ ) و گروه تمرین + مکمل ( $P = 0.021$ ) در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش معناداری وجود داشت.

**نتیجه‌گیری:** در این پژوهش، آیرزین با گلوکز خون ناشتا و BMI همبستگی منفی داشت که احتمالاً افزایش آن می‌تواند اثرات مفیدی بر تنظیم گلوکز، مقاومت به انسولین و چاقی ناشی از اضافه وزن در زنان داشته باشد.

**واژگان کلیدی:** دارچین، گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین، آیرزین

دوما نامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و ششم، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۴۰۱، صفحات ۷۱۳-۷۰۳

## مقدمه

آیرزین به عنوان محصول ژن FNDC5 (پروتئین غشایی فیبرونکتین) در اثر تحریک PGC-1α (عامل فعال‌کننده فاکتور رونویسی PPAR-γ) و فعالیت ورزشی از میوسیت‌ها آزاد می‌شود [۵]. همچنین برخی از مطالعات نشان می‌دهند که آیرزین از بافت چربی و عضله قلبی نیز ترشح می‌شود [۶]. مطالعات پیش‌بالینی نشان داد که آزادسازی آیرزین ناشی از ورزش، باعث فهودایی شدن بافت چربی و بهبود متابولیسم گلوکز و لپید می‌گردد [۴]. برخی از مطالعات حیوانی و انسانی، افزایش سطح آیرزین در گردش را پس از ورزش نشان داده‌اند. سطح آیرزین در افرادی که منظم ورزش می‌کنند، به طور قابل توجهی بالاتر از افراد کم تحرک گزارش شده است [۷] و مطالعه‌ای ارتباط مثبت یا منفی واضحی بین این عوامل پیدا نکرد [۹]. ممکن است تناقض این تحقیقات به دلیل تفاوت بین سنگینی بار و مدت تمرین بدنی و سن شرکت‌کنندگان باشد. افزایش سطح آیرزین با کاهش مقاومت به انسولین با بهبود هموستاز گلوکز همراه بود [۸,۹]. چندین مطالعه تلاش کرده‌اند تا نقش آیرزین را در تنظیم گلوکز مشخص کنند، اما نتایج متناقضی گزارش شده‌اند و حتی وجود این هورمون نیز مورد تردید قرار گرفته است. چندین مطالعه، اثرات هم‌افزایی آیرزین و سایر هورمون‌ها را در تنظیم هموستاز گلوکز گزارش کرده‌اند [۱۰,۱۱]. علاوه بر تمرینات ورزشی،

چاقی به عنوان یک اپیدمی جهانی قرن بیست و یکم شناخته شده است [۱]. بخش بزرگی از تحقیقات به منظور جستجوی اهداف پیشگیرانه و درمانی با تمرکز عمدۀ بر بافت چربی و انواع مختلف آن انجام شده است [۲]. در حال حاضر، فعالیت بدنی به عنوان خط اوّل درمان چاقی توصیه می‌شود، زیرا باعث کاهش وزن، کاهش توده چربی، بهبود عوامل خطر اصلی متابولیک و قلبی - عروقی و افزایش آmadگی قلبی - تنفسی می‌گردد [۳]. مکانیسم‌های نهفته در فواید فیزیکی ورزش در مدیریت چاقی تاحدی شناخته شده است. در طول انقباض عضلانی، میوسیت‌ها به عنوان یک اندام ترجیحی عمل می‌کنند و هورمون‌هایی به نام میوکین‌ها را آزاد می‌نمایند [۴].

۱. استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران

۲. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران

\***نشان نویسنده مسئول:**  
قم، بلوار الغدیر، دانشگاه قم

تلفن: ۰۹۱۲۲۵۲۳۵۶۸؛ دوچرخه‌سواری: ۰۳۵-۳۲۸۵۹۹.

پست الکترونیک: Ah\_delshad@gmail.com

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۹/۲۳؛ تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۲۶

اخلاق و مجوز معاونت پژوهشی و کمیته تخصصی اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه قم به شماره IR.QOM.REC.1401.005 انجام شده است.

روش بررسی پژوهش حاضر، از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. نمونه آماری این پژوهش را، زنان مراجعه‌کننده به باشگاه‌های ورزشی شهر قم تشکیل دادند که پس از اطلاع‌رسانی و ارسال فراخوان درنهایت از بین داوطلبان، ۴۰ نفر به صورت هدفمند (دامنه سنی ۲۵–۳۵ سال با میانگین سنی  $kg/m^2$   $30/1 \pm 75/81$  سال انتخاب شدند و براساس BMI بیشتر از  $29$ ، عدم مصرف داروی خاص (بیماری‌های متابولیکی و قلبی-عروقی)، عدم مصرف سیگار و الکل و به صورت تصادفی در چهار گروه تمرین ترکیبی (هوایی-TRX) (۱۰ نفر)، تمرین ترکیبی + مکمل دارچین (۱۰ نفر)، مکمل دارچین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند و پس از آگاهی از شرایط شرکت در پژوهش، رضایت‌نامه کتبی از افراد اخذ گردید. برای کنترل تغذیه و محاسبه کالری برنامه غذایی آزمودنی‌ها، از پرسشنامه یادآمد غذایی که روشنی گذشته‌نگر است، استفاده شد. این پرسشنامه برای سه روز قبل از اجرای پروتکل تمرینی یا حین پیش‌آزمون‌ها تکمیل شد [۱۷]. یک هفته قبیل از شروع برنامه تمرین، آزمودنی‌ها با شیوه صحیح انجام تکنیک‌ها، حرکات و آزمون‌ها آشنا شدند و اطلاعاتی از قبیل سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI) (وزن (کیلوگرم) تقسیم بر  $VO2max$  (متر)، درصد چربی بدن توسط کالپیر و (آزمون شاتل‌ران) ارزیابی و ثبت شدند. برای اندازه‌گیری درصد چربی از افراد خواسته شد به صورت مستقیم و حالت آناتومیکی قرار بگیرند. درصد چربی بدن (%) با اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرجلدی توسط کالپیر در سه ناحیه سینه، شکم و ران و با استفاده از معادله سه نقطه‌ای جکسون و پولاک محاسبه شد [۱۸]. معیارهای ورود به مطالعه: سن، توانایی انجام تمرین، نداشتن بیماری خاص زمینه‌ای، از جمله قلبی-عروقی، دیابت، BMI بیشتر از  $29 kg/m^2$  درصد چربی بالای  $28$  و معیارهای خروج از مطالعه: عدم تمايل آزمودنی برای ادامه تمرینات و غیبت پیش از دو جلسه متواالی بودند. تمرین هوایی به مدت هشت هفته و سه روز در هفته (بعداز ظهر) انجام شد و در هفته اول و دوم با  $50$  درصد ضربان قلب پیشینه شروع شد و در هفته هفتم و هشتم شدت تمرین به  $75$  درصد ضربان قلب پیشینه رسید که با ساعت‌های هوشمند و ضربان سنج پلار کنترل شد. تمرینات با گرم کردن به مدت  $10$  دقیقه با گام آسان و حرکات کششی شروع شد و سپس به مدت  $(6-16)$  دقیقه تمرین هوایی (دوی نرم تناوبی) و به مدت  $20-30$  دقیقه از حرکات ساده ابروویک

درمان سنتی بیماری‌هایی از قبیل چاقی و دیابت با عصاره‌های گیاهی در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است [۱۱]. این ترکیبات با توجه به شباهت ساختاری با مولکول‌های بدن دارای عوارض کمتری نیز برای بیماران هستند [۱۲، ۱۳]. از دسته گیاهان دارویی که به نظر می‌رسد در درمان و کنترل فاکتورهای دیابت و علائم آن مانند سطح گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین نقش مهمی داشته باشد، می‌توان دارچین با نام علمی *Cinnamomum Zeylanicum* گیاهی از خانواده Lauraceae را نام برد. یکی از اجزای فعال مشتق شده از دارچین، پلیمری به نام متیل‌هیدروکسی کالکون می‌باشد که شبیه انسولین عمل می‌کند، همچنین دارچین باعث فعالیت انسولین تا  $20$  برابر می‌شود [۱۴]. پلی‌فنل دارچین باعث افزایش متابولیسم گلوکز تا چندین برابر در سلول‌های چربی موش می‌شود [۱۵]. انسولین در متابولیسم چربی نقش کلیدی دارد، مصرف دارچین باعث بهبود حساسیت انسولین و افزایش متابولیسم می‌گردد و موجب کاهش وزن و درمان چاقی می‌شود [۱۶]. بکزاده و همکاران (۱۳۹۷) بیان کردند تمرین هوایی با و بدون مصرف دارچین بر گلوکز خون و میزان مقاومت به انسولین اثر معناداری دارد و بر بهبود بیماری دیابت نوع دو مردان دارای اضافه‌وزن، مؤثر واقع می‌شود. از طرفی مصرف همزمان مکمل دارچین با تمرین هوایی نسبت به تمرین صرفاً به صورت هوایی تأثیر بیشتری را بر کاهش مقاومت انسولین داشته است [۱۶]. از سوی دیگر به دلیل آن که انسولین نقش کلیدی در متابولیسم چربی را داراست، مصرف دارچین باعث بهبود حساسیت انسولین و افزایش متابولیسم چربی در محیط بدن می‌گردد و موجب کاهش وزن و درمان چاقی می‌شود. ولی امروزه متخصصان عقیده دارند که رژیم غذایی و داروها به تهایی در درمان و کنترل قند و متابولیسم چربی‌های خون بیماران کافی نیستند، بلکه انجام فعالیت‌های بدنی و ورزشی نیز باید به برنامه روزانه این دسته از افراد اضافه شود [۱۱]. از جهتی، به نظر می‌رسد که تاکنون بررسی‌های کمی درخصوص هم‌زمانی تغییرات آبروزین و هموستاز گلوکز در پاسخ به فعالیت ورزشی و مکمل دارچین انجام شده است؛ درنتیجه هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی (هوایی-TRX) و مصرف مکمل دارچین بر سطوح سرمی آبروزین و هموستاز گلوکز زنان غیرفعال دارای اضافه‌وزن است. همچنین در پژوهش حاضر، نتایج متناقض بین مطالعات مختلف بررسی شد، بنابراین جهت‌گیری‌های آینده برای بررسی بیشتر پیشنهاد می‌گردد.

## مواد و روش‌ها

همه مراحل مربوط به پژوهش با توجه به دستورالعمل

(که در هر جلسه حداقل از ترکیب چهار حرکت استفاده شد). در پایان هر جلسه ۵ دقیقه برگشت به حالت اوّلیه با حرکات کششی و آرام انجام شد (جدول شماره ۱) [۱۹].

هماهنگ با موسیقی (لواپیکت Low impact) استفاده شد. حرکات لواپیکت عبارت بودند از: گام درجا، گام آسان، گام هفت و هشت، گام به جلو، گام به عقب، مامبو، گام راندنی، گام و زانو

جدول شماره ۱- پروتکل تمرین هوایی

مدت زمان سرد کردن (دقیقه)	مدت تمرین ایرویک	مدت استراحت بین هر وهله (دقیقه)	مدت زمان تمرین دویدن	شدت تمرین تناوبی (دقیقه)	مدت زمان تمرین ضربان قلب بیشینه	مدت زمان گرم کردن (دقیقه)	هفته
۵	۱۵	۱	۶(۳×۲)	۵۰٪	۱۰	اول	
۵	۲۰	۱	۸(۴×۲)	۵۰٪	۱۰	دوم	
۵	۲۵	۱	۱۰(۵×۲)	۶۰٪	۱۰	سوم	
۵	۲۵	۱	۱۲(۶×۲)	۶۰٪	۱۰	چهارم	
۵	۳۰	۱	۱۴(۷×۲)	۷۰٪	۱۰	پنجم	
۵	۳۰	۱	۱۴(۷×۲)	۷۰٪	۱۰	ششم	
۵	۳۵	۱	۱۶(۸×)	۷۵٪	۱۰	هفتم	
۵	۳۵	۱	۱۶(۸×۲)	٪۷۵	۱۰	هشتم	

روش بارگذاری گام به گام (اندازه‌گیری شبیب و نشانه‌گذاری‌ها بر روی زمین) هر دو هفته یکبار توسط مرتب انجام شد و در جلسات بعدی به تدریج بر شدت تمرین با افزایش تعداد تمرین و زمان فعالیت افزوده شد [۲۰، ۲۱]. حرکات مورد استفاده، عبارت بودند از: کشش زیر بغل، جلو بازو کششی، فلکشن ران، اسکووات رو، لانگ‌بک تعادلی، ساید لانگ تعادلی، فلکشن ران جهشی، سر شانه همراه با اسکووات پشت به دستگاه TRX فوروارد لانگ، اسکووات مایل پشت، اسکووات جهشی لانگ، متقطع اسکووات تک‌پا، میکس کرانچ جهش پوش آپ پاندول، پوش آپ کرانچ، ابلیک کرانچ، ابلیک کرانچ پا باز، میکس کرانچ طاق‌باز، ایرو (کشش زیر بغل) (جدول شماره ۲).

پروتکل تمرینی TRX سه روز در هفته (بعدازظهر) انجام شد. هر حرکت در ۳ ست و تعداد تکرار در هر حرکت، ثابت و بهمیزان ۱۰ تکرار بود. استراحت بین هر ست ۳۰ ثانیه و بعد از اتمام ۲ حرکت، ۱ دقیقه بود و سپس به همین ترتیب دو حرکت بعدی را اجرا کردند تا یک دور از تمرین تکمیل شد. تعداد تمرین از ۶ حرکت (۲ حرکت فوقانی، ۲ حرکت میان‌تنه و ۲ حرکت تحتانی) به ۱۸ حرکت (۶ حرکت فوقانی، ۶ حرکت میان‌تنه و ۶ حرکت تحتانی) رسید. شدت تمرین نیز توسط مقیاس درک فشار بورگ (RPE) اندازه‌گیری شد. بدین صورت که قبل از شروع تمرینات، آزمودنی‌ها با این مقیاس و دامنه‌ی آن آشنا شدند و تمرین در دامنه‌ی درک فشار ۱۲ تا ۱۷ در مقیاس بورگ معادل ۷۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه، انجام شد.

جدول شماره ۲- برنامه تمرینی TRX در طول دوره تمرینی

زمان‌های استراحت مدت‌زمان کل تمرین با احتساب	استراحت بین دو حرکت	استراحت بین سه تا ایستادن فرد به سمت	شدت تمرین	تعداد حرکت	استراحت بین سه تا ایستادن فرد به سمت	مدت زمان سرد کردن	هدفه هفتم و هشتم
۴۵	۴۵	۳۵	۲۵	۲۵	۱۷۵	۱۷۵	۱۵۵ سانتی متر
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۹۵ سانتی متر	۷۰ سانتی متر	۶۰ سانتی متر
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۷۰ سانتی متر	۱۶۰ سانتی متر	۱۷۰ سانتی متر
۲۰	۲۰	۲۰	۱۵-۱۴	۱۳-۱۲	۱۷۵ سانتی متر	۱۷۵ سانتی متر	۱۷-۱۶
۲*۱۸	۲*۱۸	۲*۱۲	۲*۶	۲*۶	۱۷۰ سانتی متر	۱۷۰ سانتی متر	۲*۱۸
۱۷-۱۶	۱۷-۱۶	۱۵-۱۴	۱۳-۱۲	۱۳-۱۲	۱۷۰ سانتی متر	۱۷۰ سانتی متر	۱۷-۱۶
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱۷۰ سانتی متر	۱۷۰ سانتی متر	۳۰
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۱۷۰ سانتی متر	۱۷۰ سانتی متر	۶۰ سانتی متر
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۷۰ سانتی متر	۱۷۰ سانتی متر	۱۵ سانتی متر

کنترل در طول برنامه، هیچ گونه فعالیت ورزشی نداشتند. در این تحقیق قبل از شروع دوره تمرینی (پیش‌آزمون) و ۴۸ ساعت پس از اتمام آخرین جلسه هشت‌هفته‌ای تمرین (پس‌آزمون) از هر آزمودنی

آزمودنی‌های گروه مکمل، دارچین را به صورت کپسول‌های ۵۰۰ میلی‌گرمی، با روش مصرف سه‌بار در روز (صبح، ظهر و شب) بعد از هر وعده غذایی به مدت هشت هفته دریافت کردند [۲۲]. گروه

طبيعي اطلاعات و برای همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده شد. سپس بهوسیله آزمون آنکووا (Ancova) مقایسه تغییرات بین گروهی صورت گرفت و آزمون تی زوجی جهت مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون درون‌گروهی به کار رفت. در آزمون تعقیبی، از حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) جهت تعیین محل اختلاف بین گروهی استفاده شد و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۵ در سطح معناداری  $P < 0.05$  صورت گرفت. نتایج به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شد.

### نتایج

در جدول شماره ۳ ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها بر طبق میانگین و انحراف استاندارد نشان داده شده است.

جهت اندازه‌گیری سطوح سرمی آبریزین، سطوح سرمی گلوکز، سطوح سرمی انسولین و مقاومت به انسولین خون‌گیری به میزان ۱۰ سی‌سی از ورید بازویی انجام شد. پس از لخته‌شدن در محیط آزمایشگاه به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به منظور جداسازی سرم سانتریفیوژ شد. میزان آبریزین و انسولین توسط روش ایمنواسی به ترتیب با کیت زلیبو (Zellibio) ساخت آلمان و دیامترای (DiaMetra) ساخت ایتالیا و قند خون ناشتا نیز به روش فتومتریک با استفاده از کیت پارس آزمون ساخت ایران بررسی شد و شاخص مقاومت به انسولین با تقسیم حاصل ضرب میزان قند خون ناشتا (میلی‌مول بر لیتر) و انسولین (پیکومول در لیتر) بر ۲۲/۵ به دست آمد [۲۳]. پس از جمع‌آوری اطلاعات، به منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون شاپیروویلک برای اطمینان از توزیع

جدول شماره ۳ - ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در گروه‌ها

سطح معناداری	T	مقادیر	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	تمرین	BMI (Kg/m2)
۰/۰۰۱	۶/۰۸	۲۷/۱۰ ± ۱/۹۴	۲۸/۵ ± ۱/۸۴	۲۷/۱۰ ± ۱/۹۴	مکمل دارچین	
۰/۰۰۸	۳/۳۷	۲۷/۳۸ ± ۱/۹۴	۲۷/۸۷ ± ۱/۸	۲۷/۳۸ ± ۱/۹۴	تمرین + مکمل دارچین	
۰/۰۰۱	۶/۳۰	۲۳/۸۲ ± ۱/۰۶	۲۸/۲۵ ± ۲/۳۵	۲۳/۸۲ ± ۱/۰۶	کنترل	
۰/۲۵	۱/۲۳	۲۸/۲۵ ± ۲/۳۵	۲۸/۱۲ ± ۲/۱۶	۲۸/۲۵ ± ۲/۳۵	تمرین	درصد چربی (%)
۰/۰۰۱	۷/۳۵	۲۹/۱۲ ± ۳/۱۷	۳۲/۱۷ ± ۳/۶۷	۲۹/۱۲ ± ۳/۱۷	مکمل دارچین	
۰/۴۷	-۰/۷۴	۳۰/۴۰ ± ۲/۸۱	۳۱/۱۲ ± ۳/۴۲	۳۰/۴۰ ± ۲/۸۱	تمرین + مکمل دارچین	
۰/۰۲۴	۱۱/۶۳	۲۷/۷۶ ± ۳/۱۶	۲۹/۸۵ ± ۲/۴۸	۲۷/۷۶ ± ۳/۱۶	کنترل	VO2max (ml/min/kg)
۰/۱۲	-۱/۶۹	۲۷/۷۶ ± ۳/۱۶	۲۸/۸۲ ± ۲/۹۸	۲۷/۷۶ ± ۳/۱۶	تمرین	
۰/۰۰۴	-۲/۰۲	۳۴/۸۰ ± ۲/۰۲	۲۴/۳ ± ۲/۷۱	۳۴/۸۰ ± ۲/۰۲	مکمل دارچین	
۰/۲۳	-۲/۰۲	۲۲/۹۵ ± ۱/۹۴	۲۳/۸۰ ± ۲/۸۱	۲۲/۹۵ ± ۱/۹۴	تمرین + مکمل دارچین	
۰/۰۱۷	۲/۹۱	۲۸/۱۶ ± ۲/۱۱	۲۲/۷۶ ± ۳/۱۶	۲۸/۱۶ ± ۲/۱۱	کنترل	
۰/۱۷	۱/۴۵	۲۱/۲۵ ± ۳/۱۲	۲۰/۶۴ ± ۴/۸۲	۲۱/۲۵ ± ۳/۱۲	تمرین	وزن (Kg)
۰/۰۰۱	۹/۲۲	۷۰/۳ ± ۵/۸۵	۷۱/۴۱ ± ۶/۸۵	۷۰/۳ ± ۵/۸۵	مکمل دارچین	
۰/۰۰۳	۴/۰۸	۷۱/۶۸ ± ۵/۱۵	۷۲/۲۸ ± ۶/۲۵	۷۱/۶۸ ± ۵/۱۵	تمرین + مکمل دارچین	
۰/۰۱۷	۲/۹۱	۶۷/۲۵ ± ۴/۶۲	۷۰/۱۶ ± ۵/۷۴	۶۷/۲۵ ± ۴/۶۲	کنترل	
۰/۲۳	۱/۲۹	۶۸/۱۲ ± ۶/۸۵	۶۸/۲۷ ± ۶/۷۱	۶۸/۱۲ ± ۶/۸۵		

۴ مقادیر آبریزین بین گروهی برابر با ۰/۰۴۸ می‌باشد که وجود تفاوت معنی‌دار در غلظت سرمی آبریزین زنان دارای اضافه‌وزن تأیید می‌گردد. مقدار اثر نیز، برای هر یک از این متغیرها در ستون آخر (اتای جزئی مریع) در مدل تحلیل کوواریانس دیده می‌شود ( $\text{Partial Eta} = 0/151$ ). نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که بین گروه کنترل با گروه تمرین ( $P = 0/04$ ), گروه مکمل + تمرین و گروه تمرین ( $P = 0/011$ ) تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ اما بین گروه‌های دیگر تفاوت معنی‌داری دیده نشد. نتایج آزمون تی زوجی در مراحل پیش و پس‌آزمون برای گروه تمرین ( $P = 0/042$ ) و گروه تمرین + مکمل ( $P = 0/007$ ) کاهش معناداری را نشان می‌دهد؛ اما

جهت بررسی نرمالیتی‌بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد که نتایج در جدول شماره ۴ نشان می‌دهد داده‌ها نرمال می‌باشند. جهت برآورد همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده شد که مقادیر آن در متغیر آبریزین ( $P = 0/38$ ), گلوکز ( $P = 0/786$ ), انسولین ( $P = 0/066$ ) و مقاومت به انسولین ( $P = 0/406$ ) واریانس همگن بود، بنابراین می‌توان از آزمون کوواریانس استفاده نمود. همچنین آزمون شبیه رگرسیون‌ها پیش‌فرض کوواریانس یعنی همگنی شبیه رگرسیون‌ها در متغیر آبریزین ( $P = 0/096$ ), گلوکز ( $P = 0/64$ ), انسولین ( $P = 0/22$ ) و مقاومت به انسولین ( $P = 0/056$ ) برقرار است؛ بنابراین می‌توان از آزمون آنکوا استفاده کرد. براساس جدول شماره

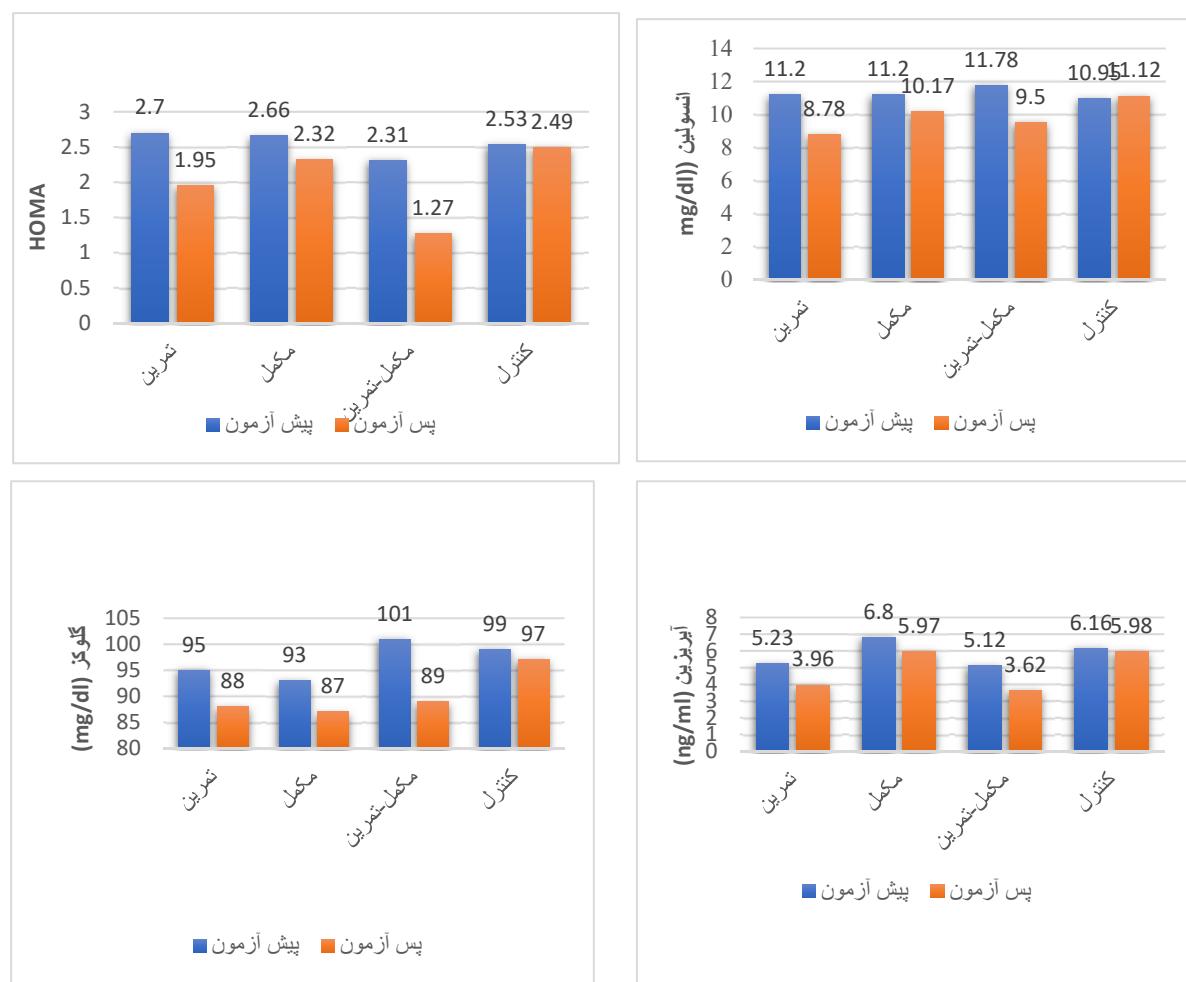
گروه‌های دیگر با هم تفاوت معنی‌داری دیده نشد. نتایج آزمون تی زوجی در مراحل پیش و پس‌آزمون برای گروه تمرین ( $P=0.041$ ) و گروه تمرین + مکمل ( $P=0.002$ ) کاهش معناداری نشان می‌دهد؛ اما این تغییرات با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها، برای گروه تمرین بیشتر از گروه تمرین + مکمل است. مقادیر مقاومت گروهی برابر با  $0.012$  می‌باشد که وجود تفاوت معنی‌دار در میزان مقاومت به انسولین زنان دارای اضافه‌وزن تأیید می‌گردد. مقدار اثر نیز برای هر یک از این متغیرها در ستون آخر (اتای جزئی مریع) در مدل تحلیل کوواریانس دیده می‌شود (Partial Eta= $0.054$ ). نتایج آزمون تعقیبی LSD جهت تعیین اختلاف بین گروهی نشان می‌دهد که بین گروه کنترل با تمرین ( $P=0.001$ ) و مکمل + تمرین ( $P=0.023$ ) کاهش معناداری را نشان می‌دهد؛ اما این تغییرات با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها برای گروه تمرین، بیشتر از گروه تمرین + مکمل می‌باشد. نتایج آزمون تی زوجی در مراحل پیش و پس‌آزمون با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها (تعديل شده) در گروه تمرین ( $P=0.048$ ) و گروه تمرین + مکمل ( $P=0.021$ ) کاهش معناداری را نشان می‌دهد. مقادیر انسولین بین گروهی برابر با  $0.034$  می‌باشد که وجود تفاوت معنی‌دار در غلط سرمی انسولین زنان دارای اضافه‌وزن تأیید می‌گردد. مقدار اثر نیز، برای هر یک از این متغیرها در ستون آخر (اتای جزئی مریع) در مدل تحلیل کوواریانس دیده می‌شود (Partial Eta= $0.056$ ). نتایج آزمون تعقیبی LSD جهت تعیین اختلاف بین گروهی نشان می‌دهد که بین گروه کنترل با گروه تمرین ( $P=0.03$ )، گروه مکمل + تمرین و گروه تمرین ( $P=0.041$ ) تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ اما بین

این تغییرات با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها برای گروه تمرین و گروه تمرین + مکمل بیشتر از گروه مکمل دارچین و گروه کنترل بود؛ همچنین میزان تغییرات برای گروه تمرین + مکمل بیشتر از گروه تمرین می‌باشد. مقادیر گلوکز بین گروهی برابر با  $0.055$  می‌باشد که وجود تفاوت معنی‌دار در غلط سرمی گلوکز زنان دارای اضافه‌وزن تأیید نمی‌گردد. مقدار اثر نیز، برای هر یک از این متغیرها در ستون آخر (اتای جزئی مریع) در مدل تحلیل کوواریانس دیده می‌شود (Partial Eta= $0.056$ ). می‌توان گفت نتایج آزمون تی زوجی در مراحل پیش و پس‌آزمون با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها (تعديل شده) در گروه تمرین ( $P=0.048$ ) و گروه تمرین + مکمل ( $P=0.021$ ) کاهش معناداری را نشان می‌دهد. مقادیر انسولین بین گروهی انسولین زنان دارای اضافه‌وزن تأیید می‌گردد. مقدار اثر نیز، برای هر یک از این متغیرها در ستون آخر (اتای جزئی مریع) در مدل تحلیل کوواریانس دیده می‌شود (Partial Eta= $0.056$ ). نتایج آزمون تعقیبی LSD جهت تعیین اختلاف بین گروهی نشان می‌دهد که بین گروه کنترل با گروه تمرین ( $P=0.03$ )، گروه مکمل + تمرین و گروه تمرین ( $P=0.041$ ) تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ اما بین

جدول شماره ۴- متغیرهای مورد اندازه‌گیری پژوهش در گروه‌ها

متغیرها	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	مقادیر T	درون گروهی P	شاپرورویلک	مقادیر F	ین گروهی P	اتای جزئی مریع
آبرزین	تمرین	$5/23 \pm 0.99$	$5/23 \pm 0.99$	$2/14$	$3/96 \pm 0.77$	$0/042$	$0/056$	$0/048$	$0/151$
	مکمل دارچین	$6/48 \pm 2/25$	$5/97 \pm 2/21$	$-0/053$	$0/058$	$0/36$	$0/057$	$0/048$	$2/07$
	تمرین + مکمل دارچین	$5/12 \pm 0.56$	$3/62 \pm 0.67$	$3/90$	$0/007$	$0/057$	$0/057$		
	کنترل	$6/16 \pm 2/22$	$5/98 \pm 2/37$	$-1/13$	$0/26$	$0/124$	$0/124$		
گلوگز	تمرین	$95 \pm 11.04$	$88 \pm 9.76$	$2/14$	$0/049$	$0/709$	$0/709$	$0/055$	$0/056$
	مکمل دارچین	$93 \pm 10.04$	$87 \pm 7.61$	$1/73$	$0/11$	$0/228$	$0/228$	$0/055$	$0/056$
	تمرین + مکمل دارچین	$10.1 \pm 7.27$	$89 \pm 8.47$	$1/14$	$0/021$	$0/216$	$0/216$		
	کنترل	$99 \pm 8.82$	$97 \pm 5.10$	$0/82$	$0/42$	$0/113$	$0/42$		
انسولین	تمرین	$11/12 \pm 4.51$	$8/87 \pm 3.68$	$2/07$	$0/041$	$0/418$	$0/041$	$0/034$	$3/22$
	مکمل دارچین	$11/20 \pm 4.47$	$10/17 \pm 2.90$	$1/10$	$0/29$	$0/265$	$0/265$	$0/034$	$3/22$
	تمرین + مکمل دارچین	$11/78 \pm 1.56$	$1/62 \pm 9.45$	$4/24$	$0/002$	$0/072$	$0/002$		
	کنترل	$10/95 \pm 3.70$	$11/12 \pm 4.11$	$0/96$	$0/36$	$0/303$	$0/36$		
HOMA	تمرین	$2/70 \pm 4.41$	$1/95 \pm 0.97$	$2/98$	$0/01$	$0/541$	$0/01$	$0/012$	$2/04$
	مکمل دارچین	$2/66 \pm 0.95$	$2/32 \pm 0.69$	$-1/63$	$0/13$	$0/574$	$0/13$	$0/012$	$2/04$
	تمرین + مکمل دارچین	$2/31 \pm 0.35$	$1/27 \pm 0.44$	$3/08$	$0/013$	$0/324$	$0/013$		
	کنترل	$2/53 \pm 0.96$	$2/43 \pm 0.89$	$0/603$	$0/06$	$0/396$	$0/06$		

تأثیر تمرینات ترکیبی (هوازی-TRX) و مصرف ...



نمودار شماره ۱- مقایسه اختلاف میانگین پیشآزمون و پسآزمون متغیرهای انسولین، HOMA، آبرzin و گلوکز

جدول شماره ۵- نتایج آزمون تعقیبی LSD برای تعیین محل اختلاف بین گروهی

		گروه		
		تمرین	مکمل	
آبرzin	تمرین	-	۰/۸۴	۰/۰۴
	مکمل + دارچین	۰/۹۱	-	۰/۰۸
	مکمل + تمرین	۰/۸۹	۰/۲۶	۰/۰۱
	کنترل	۰/۰۰۱	۰/۰۸	۰/۰۱۱
HOMA	تمرین	-	۰/۰۸	۰/۰۰۱
	مکمل	۰/۰۸	-	۰/۰۵
	مکمل + تمرین	۰/۲۷	۰/۱۷	۰/۰۲۳
	کنترل	۰/۰۰۱	۰/۰۲۳	-
انسولین	تمرین	-	۰/۰۵۶	۰/۰۳
	مکمل	۰/۰۵۶	-	۰/۰۶۸
	مکمل + تمرین	۰/۹۹	۰/۴۷	۰/۰۴۱
	کنترل	۰/۰۰۳	۰/۰۴۱	-

تأثیر بگذارد. آبریزین یک مایوکین است که توسط ورزش ترشح می‌شود و حداقل غلظت آن را می‌توان بین ۱ تا ۳ ساعت پس از پایان آن مشاهده کرد [۷]. به خوبی ثابت شده است که چاقی نقش مهمی در ایجاد اختلال در تنظیم متابولیک گلوکز دارد که با افزایش سطح انسولین، تحمل گلوکز و HOMA-IR مشخص می‌شود [۱]. برخی از مطالعات نشان دادند که شش ماه تمرین بدنه متوسط با بهبود تحمل گلوکز مرتبط بود که بهوضوح با کاهش گلوکز خون ناشتا، انسولین و HOMA-IR قبل از ورزش در مقایسه با بعد از ورزش در شرکت کنندگان تفسیر شد [۷]. یک متانالیز در سال ۲۰۱۶ نشان داد که سطح گردشی آبریزین بهطور مستقیم و مثبت، هرچند ضعیف، با مقاومت نسبت به انسولین در بزرگسالانی که T2DM129 ندارند، مرتبط است. همچنین سطح سرمی آبریزین با سطح انسولین ناشتا و سطح گلوکز خون در افراد سالم، در افراد دارای چاقی اما نه دیابت نوع دوم، در کودکان و نیز در زنان مبتلا به سندروم تخمنان پلی کیستیک ارتباط مثبت دارد [۸]. بمنظور رسید که آبریزین با ایجاد تغییرات در متابولیسم عضلانی و کاهش سطح ATP داخل سلولی به فسفوریلاسیون AMPK و فعال شدن مسیر p38 MAPK از طریق القای گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)، به فعال سازی p38 انجامید که در ادامه باعث انتقال GLUT4 به غشای پلاسمایی این سلول‌ها شد و درنتیجه جذب گلوکز توسط عضلات افزایش یافت. آبریزین مصرف انرژی را از طریق مسیرهای MAPK-1α، MAPK و ERK بهبود می‌بخشد و چاقی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، درمان ۲۴ ساعته با آبریزین بهطور قابل توجهی- PGC-1α، فاکتور تنفسی هسته‌ای-1 (NRF1) و فاکتور رونویسی میتوکندری (TFAM) را افزایش می‌دهد که به افزایش نرخ میتوکندری و مصرف اکسیژن منجر می‌شود [۳۵]. همچنین نتایج مطالعه حاضر، نشان دادند که مکمل دارچین باعث کاهش غلظت سرمی انسولین و سطوح سرمی مقاومت به انسولین (HOME) و افزایش سطح آبریزین شد و مقادیر سطوح سرمی گلوکز معنادار نبود؛ ولی نتایج آزمون تی زوجی مراحل پیش و پس آزمون با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها در گروه تمرین و گروه تمرین + مکمل کاهش معناداری را نشان می‌دهد. دارچین تاحدی با افزایش فسفوریلاسیون اصلی تنظیم کننده متابولیک پروتئین کیناز فعال شده با آدنوزین مونوفسفات ۵' (AMPK) عمل می‌کند [۳۶]. پروتئین‌های هدف متعددی را فسفریله می‌کند؛ از جمله گیرنده PGC-1α زوم [۳۷] و نیز یک محرک قوی متابولیسم و بیوژنز میتوکندری است [۳۷]. PGC-1

## بحث

یافته‌های این پژوهش نشان دادند که تمرین ترکیبی باعث کاهش غلظت سرمی انسولین و سطوح سرمی مقاومت به انسولین (HOME) و افزایش سطح آبریزین شد؛ ولی مقادیر سطوح سرمی گلوکز معنادار نبود. نتایج آزمون تی زوجی در مراحل پیش و پس آزمون با توجه به اختلاف بین میانگین‌ها در گروه تمرین و گروه تمرین + مکمل کاهش معناداری را نشان می‌دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ورزش نقش بسزایی در درمان چاقی دارد. در مطالعات گذشته نشان داده شده است که تمرین تناوبی با شدت بالا باعث افزایش آبریزین در مردان جوان و سالم [۲۴] و بزرگسالان جوان و سالم [۲۵] می‌شود. همچنین تمرینات هوایی سطح آبریزین خون را در مردان جوان و سالم افزایش می‌دهد [۲۶]. در مطالعات گذشته نشان داده شده است که تمرین تناوبی با شدت بالا باعث افزایش آبریزین در مردان جوان و سالم [۲۴] و بزرگسالان جوان و سالم [۲۷] می‌شود. همچنین تمرینات هوایی سطح آبریزین خون را در مردان جوان افزایش می‌دهد [۲۶] که همسو با نتایج این تحقیق می‌باشد. با توجه به این نتایج که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است، بمنظور رسید که ورزش بدنه طولانی مدت باعث افزایش سطح آبریزین خون بهویژه در افراد چاق می‌شود. یافته‌های یک تحقیق متانالیز نشان می‌دهد که غلظت آبریزین در گردش خون در بزرگسالان بلافضلله پس از یک دوره حاد ورزش به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد و سطح تناسب اندام، عامل مهمی است که در اثر آن نقش دارد [۲۹]. ممکن است کاهش ATP وضعیت موردنیاز متابولیکی، سیگنال اوپیه باشد که ترشح آبریزین را برای دفاع از هموستاز ATP عضله در حین ورزش تحریک می‌کند [۳۰]. آبریزین یک هورمون ترشح شده است که از پروتئین FNDC5 جدا می‌شود و توسط یک ژن تحریک کننده ورزش به نام FNDC1 کدگذاری می‌گردد [۳۱]. آبریزین باعث قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید و تحریک بیان ژن متابولیک می‌شود که در فسفوریلاسیون اکسیداتیو و افزایش مصرف انرژی نقش دارد [۸]. اگرچه آبریزین به عنوان مایوکین ناشی از ورزش شناخته می‌شود، اما برخی تحقیقات، نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند. کاهش سطح آبریزین خون نیز پس از تمرین تناوبی با شدت بالا [۳۲]، تمرین کراس‌فیت [۳۳] و تمرین مقاومتی [۳۴] مشاهده شد که ناهمسو با مطالعه حاضر بود. ممکن است تناقض این تحقیقات به دلیل تفاوت بین سنگینی بار و مدت تمرین بدنه و سن شرکت کنندگان باشد. از آن جایی که احتمال دارد غلظت آبریزین در طول، بلافضلله بعد و در ساعت‌های بعد از ورزش متفاوت باشد، ممکن است فقدان این اطلاعات بر تفسیر نتایج

سلول‌های چربی تنظیم کنند. تعدیل فیزیولوژی میتوکندری و افزایش متابولیسم سلولی، یکی دیگر از مکانیسم‌های ضدیدیابت دارچین است. دارچین با تعدیل مسیرهای سیگنالینگ انسولین و IGF1 مانند mTOR، سیگنالینگ Cyclic-AMP و اتوفاژی می‌تواند عملکرد ضدیدیابت را نشان دهد [۴۳].

### نتیجه‌گیری

در مجموع، یک تمرین بدنی متوسط طولانی‌مدت و مکمل دارچین به‌طور قابل توجهی سطح آیرزین در گردش را در افراد چاق افزایش می‌دهد. در این پژوهش آیرزین با گلوکز خون ناشتا و BMI همبستگی منفی داشت که احتمالاً افزایش آن می‌تواند اثرات مفیدی بر تنظیم گلوکز، مقاومت به انسولین و چاقی ناشی از اضافه‌وزن در زنان داشته باشد. بنابراین، تحقیقات بیشتری برای ارزیابی نقش و مکانیسم آیرزین ناشی از تمرین فیزیکی بر ترکیب بدن، از جمله توده عضلانی، توده چربی و ارزیابی سودمندی آیرزین به عنوان یک درمان در چاقی موردنیاز است. در مجموع اثر آیرزین بر غدد درونریز پانکراس و بهویژه بر عملکرد سلول‌های  $\beta$ ، مورفو‌لولوژی و بقا و همچنین بر ترشح انسولین و گلوکاگون، هنوز بررسی نشده است. به‌طور مشابه، علیرغم وجود آیرزین در مراکز اشتهاي هپیوتالاموس، اثرات آیرزین بر مصرف گلوکز در مغز و تنظیم اشتها گزارش نشده است. علاوه‌براین، دخالت آیرزین در جذب یا دفع گلوکز از کلیه یا حتی حذف کلیوی و یا بازجذب آن، نامشخص است. درنهایت، برهم‌کش‌های بین آیرزین و انسولین، گلوکاگون و سایر هورمون‌هایی که در هموستانز گلوکز نقش دارند، در حیوانات یا انسان‌ها بررسی نشده‌اند و باید در آینده مورد تحقیق قرار گیرند.

### تشکر و قدردانی

نویسنده‌گان این مقاله از سرکار خانم فرشته احمدی مدیریت باشگاه فیض و کلیه داوطلبان و شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر، قدردانی و تشکر به عمل می‌آورند.

### References:

- [1] Yunyao L, Xiaoyong Q, Liangzhi X, Guoning H. Irisin: circulating levels in serum and its relation to gonadal axis. *Endocrine* 2022; 75: 663–71.
- [2] Martínez Muñoz IY, Camarillo Romero ED, Correa Padilla T, Santillán Benítez JG, Camarillo Romero MD, Montenegro Morales LP, et al. Association of Irisin Serum Concentration and Muscle Strength in Normal-Weight and Overweight

عرضی غشای سلول FNDC5 را افزایش می‌دهد. همچنین گزارش شده است موش‌های سفید ترانسنتزیکی که PGC1- $\alpha$  آنها بیش از حد بیان شده بود، FNDC5 را در مقایسه با موش‌های طبیعی در سطوح بیشتری بیان کردند که بیشترین بیان آن در عضله اسکلتی می‌باشد. FNDC5 پیش‌ساز آیرزین است که با شکسته‌شدن پروتوبولیکی FNDC5 به درون گردش خون آزاد می‌شود [۵]. ارزیابی اثرات مفید دارچین در درمان دیابت نوع ۲ و مقاومت به انسولین، تقریباً ۲۰ سال پیش آغاز شده است. در مطالعه‌ای تأثیر مکمل خوراکی دارچین بر روی گلوکز خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت انسولینی در افراد ایرانی مبتلا به دیابت نوع دو بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف دارچین می‌تواند در کنترل گلوکز خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله و کاهش مقاومت انسولینی در بیماران دیابت نوع دو مؤثر باشد [۳۸]. ارزیابی و همکاران (۱۳۹۸) تأثیر شش هفته تمرین تناوبی شدید پرحرجم با مکمل دارچین را بر مقاومت به انسولین دختران دارای اضافه‌وزن بررسی کردند. نتایج نشان داد که تمرین، مکمل و تعامل این دو بر شاخص مقاومت به انسولین تأثیر معناداری دارد [۳۹]. خان و همکاران یک ماده ناشناخته از دارچین استخراج کردند و از آن به عنوان عامل تقویت‌کننده انسولین نام بردند [۴۰]. عصاره دارچین می‌تواند گیرنده‌های انسولین – کیناز را فعال نماید و گیرنده انسولین – فسفاتازها را مهار کند. این حالت باعث فسفوریلاسیون گیرنده‌های انسولین و افزایش اثرات آن می‌شود [۴۱]. اجزای اصلی فعال دارچین با فعال‌سازی گلیکوژن سنتاز و مهار گلیکوژن سنتاز کیناز  $\beta$  و کاهش جذب گلوکز در روده باریک از طریق افزایش آنزیم‌های گلوکزیداز و مهار ATPase روده قادر به تنظیم مجدد میزان جذب گلوکز و افزایش سنتز گلیکوژن بوده‌اند [۴۲]. بسیاری از مطالعات انسانی و سلولی نشان می‌دهد که دارچین اثر ضدیدیابت و کاهش مقاومت به انسولین دارد. مقاومت به انسولین اساس مهم IGF1 است. همچنین دارچین می‌تواند فاکتور رشد شب‌های انسولین (IGF1) را در فیبروبلاست فعال کند که به کاهش مقاومت به انسولین و بهبود کنترل قند خون منجر می‌شود؛ اما می‌تواند سیگنالینگ انسولین را در

Young Women. *Front Endocrinol* 2019; 10(621): 1-6.

- [3] Dianatinasab A, Koroni R, Bahramian M, Bagheri-Hosseiniabadi Z, Vaismoradi M, Fararouei M, Amanat S. The effects of aerobic, resistance, and combined exercises on the plasma irisin levels, HOMA-IR, and lipid profiles in women with metabolic syndrome: A randomized controlled trial. *JESF* 2020; 18:168-176.

- [4] D'Amuri A, Raparelli V, Sanz M, Capatti E, Di Vece F, Vaccari F, et al. Biological Response of Irisin Induced by Different Types of Exercise in Obese Subjects: A Non-Inferiority Controlled Randomized Study. *Biology* 2020; 11(3): 392-402.
- [5] Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A. A PGC1-[agr]-dependent myokine that drives brownfat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012; 481(7382):463-8.
- [6] Roca-Rivada A, Castelao C, Senin L, Landrove O, Baltar J, Crujeiras AB. FNDC5/irisin is not only a myokine but also an adipokine. *PloS one* 2012; 8[4]: e60563
- [7] Farah A, Rashid Hamid, Jaddoa Abbas, Naser Ali Naser, Hana'a Addai Ali. Effect of Long-Term Moderate Physical Exercise on Irisin between Normal Weight and Obese Men. *J Sci World J* 2020; ID 1897027, 7 pages.
- [8] Nikolaos P, Georgios A. Triantafyllou, José Manuel F, Joo Y, Kyung H, Jochen S, and Christos S. Mantzoros. Physiology and role of irisin in glucose homeostasis. *HHS Public Access* 2017; 13(6): 324-37.
- [9] Sanchis-Gomar F, Alis R, Lippi G. Circulating irisin detection: does it really work? *Trends Endocrinol Metab* 2015; 26: 335-6.
- [10] Cox AR. Angiopoietin-like protein 8 [ANGPTL8]/betatrophin overexpression does not increase  $\beta$  cell proliferation in mice. *Diabetologia* 2015; 58: 1523-31.
- [11] Arbabi Z, Brarpour I, Ramin M. The effect of six weeks of intense interval training and cinnamon supplement on serum concentration of apelin and insulin resistance in overweight girls. *Ann Appl Sport Sci* 2018; 19(14): 80-95. [in Persian]
- [12] Nakhai Kh, The effect of 8 weeks of circuit resistance training and consumption of cinnamon extract on amantin 1 levels in overweight and obese women [Master thesis]. Sistan and Baluchestan. *University of Sistan and Baluchestan*. 2017. [in Persian]
- [13] Mousavi R. Effect of eight weeks of TRX training on serum levels of PGC-1 $\alpha$  and citrate synthetase in overweight women [Master's thesis]. Tehran. Al-Zahra University. 2017. [in Persian]
- [14] Ruhi S, Goh YM, Zulkarnain MI, Gopalarishnan P, Hazali MN, Jiyyauddin Khan, Danish Khan, & Salman Khan. Hypolipidemic Potential of *Cinnamomum zeylanicum* to Type 2 Diabetes-A Systematic Review. *PBJ* 2022; 10(2): 1-8. [in Persian]
- [15] Neshatpour Z. The effect of eight weeks of endurance training and consumption of doses of 3 and 6 grams of cinnamon on the lipoprotein and sugar profiles of women with diabetic neuropathy. [Master's thesis]. Mashhad. *Ferdous University of Mashhad*. 2015. [in Persian]
- [16] Begzade M, Hossainpppr S, Safi-Khani H. The effect of aerobic training with cinnamon on insulin resistance index and plasma glucose, visfatin and adiponectin levels in men with excess type II diabetes. *JAEP* 2019; 14(28): 173-8.
- [17] Vakili J, Ramin A, Noormohammadi E. The effect of four weeks of HIIT training with ginseng supplementation on aerobic, anaerobic and body composition of overweight and obese women. *JSEP* 2018; 12(2): 45-54.
- [18] Moradi M. The effect of 8 weeks of combined exercise combined with cinnamon supplementation on the hematological level of addicted women [Master's Thesis]. Sistan and Baluchestan. *University of Sistan and Baluchestan*. 2017. [in Persian]
- [19] Rozgar N, Daneshjoo A, Divkan B. Effect of eight weeks of TRX training on balance, fatigue, muscle strength and speed in women with multiple sclerosis. *J Rehab Med* 2020; 9(1): 63-73.
- [20] Hassanvand H, Goharpi Sh. Comparison of TRX and traditional resistance exercises on some indicators of body composition and balance of inactive men, vol. *JSMJ* 2016; (1): 621-30.
- [21] Arab Momeni, Haji Heydari, Mahdi. Comparison of the effect of three supplemental methods of cinnamon, aerobic exercise and the combination of these two (exercise-supplement) berglucose, fasting blood insulin and insulin resistance in type 2 diabetic men, *MJMS* 2018; 2 (2): 1430-8.
- [22] Rostami F, and Shabani R. The effect of eight weeks of aerobic exercise on the serum level of irisin, glucose homeostasis and blood lipids in untrained young women. *JSUMS* 2018; 26(2): 185-93.
- [23] Davari M, Hashemi R, Mirmiran P, Hedayati M, Sahranavard Sh. Effects of cinnamon supplementation on expression of systemic inflammation factors, NF- $\kappa$ B and Sirtuin-1 (SIRT1) in type 2 diabetes: a randomized, double blind, and controlled clinical trial. *Nutr J* 2020; 9(1): 1-9.
- [24] Eaton M, Granata C, Barry J, Saifdar A, Bishop D, Little JP. Impact of a single bout of high-intensity interval exercise and short-term interval training on interleukin-6, FNDC5, and METRNL mRNA expression in human skeletal muscle. *J Sport Health Sci* 2018; 7: 191-6.
- [25] Fernandez-Del-Valle M, Short MJ, Chung E, McComb J, Kloiber S, Naclerio F, Larumbe-Zabala E. Effects of High-Intensity Resistance Training on Circulating Levels of Irisin in Healthy Adults: A Randomized Controlled Trial. *Asian J Sports Med* 2018; 9(2): e1305
- [26] Jawzal KH, Alkass SY, Hassan AB, Abdulah DM. The effectiveness of military physical exercise on irisin concentrations and oxidative stress among male healthy volunteers. *Horm Mol Biol Clin Investig* 2020; 41(3): 72 -7.
- [27] Fernandez-Del-Valle M, Short M, Chung E, McComb J, Kloiber S, Naclerio F, Larumbe-Zabala, E. Effects of High-Intensity Resistance Training on Circulating Levels of Irisin in Healthy Adults: A

- Randomized Controlled Trial. *Asian J Sports Med* 2018; 9(2):e13025
- [28] De la Torre-Saldaña VA, Gómez-Sámano MÁ, Gómez-Pérez FJ, Rosas-Saucedo J, León-Suárez, A, Grajales-Gómez M. Fasting Insulin and Alanine Amino Transferase, but not FGF21, Were Independent Parameters Related with Irisin Increment after Intensive Aerobic Exercising. *Rev Investig Clin* 2019; 71: 133–40.
- [29] Huh JY, Mougios V, Kabasakalis A, Fatouros I, Siopi A, Douroudos II, et al. Exercise-induced irisin secretion is independent of age or fitness level and increased irisin may directly modulate muscle metabolism through AMPK activation. *JCEM* 2015; 99(11): e2154-61.
- [30] Jandova T, Buendía-Romero A, Polanska H, Hola V, Rihova M, Vetrovsky T, Courel-Ibáñez J, Steffl M. Long-Term Effect of Exercise on Irisin Blood Levels—Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare* 2021; 9(11): 1438.
- [31] Polyzos SA, Mantzoros CS. An update on the validity of irisin assays and the link between irisin and hepatic metabolism. *Metabolism* 2015; 64: 937–42.
- [32] Moienneia N, Hosseini SR. Acute and chronic responses of metabolic myokine to different intensities of exercise in sedentary young women. *Obes Med* 2016; 1: 15–20. [in Persian]
- [33] Murawska-Cialowicz, E., Wojna, J., Zuwalajagielo, J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. *J Physiol Pharmacol* 2015; 66: 811–21.
- [34] Shabani, R., Izaddoust, F. Effects of aerobic training, resistance training, or both on circulating irisin and myostatin in untrained women. *Acta Gymnica* 2018; 48: 47–55.
- [35] Alizadeh P. Exercise Therapy for People with Sarcopenic Obesity: Myokines and Adipokines as Effective Actors. *Endocrinol* 2022; 13: 811751.
- [36] Kazemi Nasab F, Marandi Seyed M, Quaidi K, Esfarjani F, Nasrasafhani MH. The effect of endurance training and high-fat diet on the PGC-1a/FNDC5/Irisin pathway in male rats. *J Sports phy* 2018; 11(41): 63-80
- [37] Senkus E, Crowe-White M, Bolland C. Changes in adiponectin: leptin ratio among older adults with obesity following a 12-month exercise and diet intervention. *Nutr Diabetes* 2022; 12(1); 30-9.
- [38] Khadim Haghigyan H, Farsad Naimi A, Pourqasem Gregari B, Ali Asgarzadeh A, Nemati, A. Effect of cinnamon on blood sugar control and insulin resistance in type II diabetic patients: a randomized clinical trial study. *JPS* 2018; 10(4): 294-302.
- [39] Arbabi Z, Brarpour I, Ramin M. The effect of six weeks of intense interval training and cinnamon supplement on serum concentration of apelin and insulin resistance in overweight girls. *Intern Med Today* 2018; 19(14): 80-95. [in Persian]
- [40] Khan A, Bryden NA, Polansky MM, Anderson RA. Insulin potentiating factor and chromium content of selected foods and spices. *Biol Trace Elem Res*. 1990; 24: 183–8.
- [41] Tingchao Wu, Wenhui Huang, Mingmin He, Rensong Yueb. Effects of cinnamon supplementation on lipid profiles among patients with metabolic syndrome and related disorders: A systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2022; 49: 101625.
- [42] Borzoei A. Effects of cinnamon supplementation on antioxidant status and serum lipids in women with polycystic ovary syndrome. *J Tradit Compl Med* 2018; 8(1): 128-33.
- [43] Silva ML, Bernardo MA, Singh J, Mesquita M.F. Cinnamon as a Complementary Therapeutic Approach for Dysglycemia and Dyslipidemia Control in Type 2 Diabetes Mellitus and Its Molecular Mechanism of Action: A Review. *Nutrients* 2022; 14(13): 2773.