



2025 (Summer), 3(2): 21-28

DOI:

Research article

Journal of Physiology of Training and Sports Injuries

[PTSIJournal@gmail.com](mailto:PTSIJournal@gmail.com)

[zanjan.ptsijournal@iau.ir](mailto:zanjan.ptsijournal@iau.ir)

<https://sanad.iau.ir/journal/eps>

Received: 2025/4/10

Accepted: 2025/7/30

(ISSN: 3060 - 6306)

## Comparison of resistin gene expression levels in slow-twitch and fast-twitch muscle tissue of male wistar rats fed a high-fat diet, following six weeks of aerobic exercise and cinnamon supplementation

Nazanin Abdollahzadeh<sup>1</sup>, Yaser Kazemzadeh<sup>2</sup>, Saeid Sedaghati<sup>1</sup>, Sanaz Mirzayan Shanjani<sup>1</sup>,  
Zahra Charbaghi<sup>1</sup>

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamshahr Branch., Islamic Azad University, Islamshahr, Iran.
2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamshahr Branch., Islamic Azad University, Islamshahr, Iran.  
(Corresponding Author). Email: [yaser.kazemzadeh@yahoo.com](mailto:yaser.kazemzadeh@yahoo.com)

### Abstract:

The aim of this study was to compare the expression levels of resistin gene in slow-twitch and fast-twitch muscle tissue of male Wistar rats fed a high-fat diet following six weeks of aerobic exercise and cinnamon supplementation.

The present study was applied in terms of its purpose and experimental in terms of its research strategy, with a post-test design, and was conducted using library and laboratory methods. The statistical sample of the study included 50 two-month-old male Wistar rats, which were randomly divided into five groups after two weeks of maintenance under controlled conditions, each group containing ten rats. The rats had access to approximately 20 grams of pellets daily and 10-12 milliliters of water per 100 grams of body weight. The groups receiving the high-fat diet consumed 1.5 mg of high-fat food emulsion per kilogram of body weight daily. The aerobic exercise group participated in an aerobic exercise program on an electronic treadmill for six weeks, 5 days a week. The cinnamon extract group received 200 mg per kilogram of body weight for 6 weeks. Descriptive statistics were used to describe the data, and dependent t-tests, one-way analysis of variance, and Tukey's post hoc test were used to analyze the data.

The results showed that the effects of high-fat diet, combination of high-fat diet and aerobic exercise, combination of high-fat diet and cinnamon, and combination of high-fat diet, aerobic exercise, and cinnamon on the resistin gene variable in slow-twitch muscle tissue and also slow-twitch muscle tissue were significant. ( $p \geq 0.05$ ). In addition, there was no significant difference between the expression of the resistin gene in slow-twitch and fast-twitch muscle tissue after six weeks of high-fat diet, but there was a significant difference in the other intervention groups.

**Keywords:** Aerobic Exercise, Resistin Gene, Fast-twitch Fiber, Slow-twitch Fiber, High-fat Diet.

**How to Cite:** Abdollahzadeh, N., Kazemzadeh, Y., Sedaghati, S., Mirzayan Shanjani, S., Charbaghi, Z. (2025). Comparison of resistin gene expression levels in slow-twitch and fast-twitch muscle tissue of male wistar rats fed a high-fat diet, following six weeks of aerobic exercise and cinnamon supplementation. Journal of Physiology of Training and Sports Injuries, 3(2):21-28. [Persian].

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی؛ تابستان ۱۴۰۴، ۳(۲).





دوره ۳ - شماره ۲  
تابستان ۱۴۰۴ - صص: ۲۱-۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۲۰  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۴/۱۰  
مقاله پژوهشی

## مقایسه میزان بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و تند انقباض موش‌های نر ویستار تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب، متعاقب شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل دارچین

نازنین عبداله‌زاده<sup>۱</sup>، یاسر کاظم زاده<sup>۲</sup>، سعید صدقاتی<sup>۱</sup>، ساناز میرزایان شانجانی<sup>۱</sup>، زهرا چهارباغی<sup>۱</sup>

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران.  
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران. (نویسنده مسئول).  
آدرس پست الکترونیک: [yaser.kazemzadeh@yahoo.com](mailto:yaser.kazemzadeh@yahoo.com)

### چکیده:

هدف این تحقیق، مقایسه میزان بیان نسبی ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و تند انقباض موش‌های نر ویستار تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب، متعاقب شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل دارچین بود. نوع تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و به لحاظ استراتژی انجام تحقیق، تجربی، با طرح کلی پس آزمون بود که به صورت آزمایشگاهی انجام شد. نمونه آماری تحقیق شامل ۵۰ سر موش نر دو ماهه نژاد ویستار بود که پس از دو هفته نگهداری در شرایط کنترل شده، به صورت تصادفی به پنج گروه تقسیم شدند. هر گروه شامل ده سر موش بود. موش‌ها روزانه به حدود ۲۰ گرم پلت و به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن به ۱۰-۱۲ میلی‌لیتر آب دسترسی داشتند. گروه‌های دریافت‌کننده غذای پرچرب، روزانه به مقدار ۱/۵ میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن از امولسیون غذای پرچرب استفاده کردند. گروه تمرین هوازی، به مدت شش هفته و هفته‌ای ۵ روز در برنامه تمرین هوازی روی نوارگردان الکترونیکی شرکت کردند. در گروه عصاره، ۲۰۰ میلی‌گرم عصاره دارچین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن به مدت ۶ هفته دریافت شد. برای توصیف داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری t وابسته، آنالیز واریانس یک طرفه و تعقیبی توکی استفاده گردید. نتایج نشان داد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی و دارچین بر متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و تند انقباض معنی‌دار بود ( $p \leq 0/05$ ). در ضمن بین بیان ژن رزیستین در بافت‌های عضلانی کند انقباض و تند انقباض، پس از شش هفته رژیم غذایی پرچرب تفاوت معنی‌داری وجود نداشت؛ اما در سایر گروه‌های مداخله، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. **واژگان کلیدی:** تمرین هوازی، بیان ژن رزیستین، تار تند انقباض، تار کند انقباض، رژیم غذایی پرچرب.

**شیوه استناددهی:** عبداله‌زاده، نازنین؛ کاظم‌زاده، یاسر؛ صدقاتی، سعید؛ میرزایان شانجانی، ساناز؛ چهارباغی، زهرا. مقایسه میزان بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و تند انقباض موش‌های نر ویستار تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب، متعاقب شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل دارچین. فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی، تابستان ۱۴۰۴، ۳(۲)؛ ۲۱-۲۸.

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی؛ تابستان ۱۴۰۴، ۳(۲).



## ۱. مقدمه

شیوع جهانی چاقی، به عنوان یک چالش بزرگ اجتماعی در حوزه های مختلف، به ویژه در بخش سلامت عمومی و هزینه های مربوطه به آن به شمار می رود. چاقی عمده ترین عامل خطر ساز برای بسیاری از بیماری های شایع از جمله دیابت، بیماری های قلبی و عروقی، فشارخون بالا، اختلالات متابولیکی و انواع مختلف سرطان ها است. نتایج مطالعات و آمارهای مختلف بیانگر آن است که یکی از دلایل افزایش بافت چربی در بدن، عدم فعالیت بدنی است [۵]. پاتوژنز ایجاد چاقی بسیار پیچیده است و مجموعه ای از عوامل در بروز آن دخالت دارند. این عوامل شامل استعداد ژنتیکی، سن، جنس، عادت های غذایی، عوامل محیطی، فعالیت های بدنی و ورزش، عوامل اجتماعی و روانی، اختلالات عملکرد غدد درون ریز و غیره است. از سوی دیگر کاهش مصرف انرژی که پی آمد کاهش فعالیت های بدنی و تمرینات ورزشی است نیز نقش مهمی در بروز چاقی دارد [۵].

چاقی منجر به افزایش بیان آدیپوکاین های التهابی و کاهش بیان آدیپوکاین های ضد التهابی و در نتیجه پیشرفت در وضعیت مزمن التهابی می شود. ترشح نامنظم این آدیپوکاین ها مربوط به اختلال عملکرد بافت چربی می تواند به پاتوژنز عوارض مرتبط با چاقی کمک کند. به علاوه، رژیم غذایی پر کالری و پرچرب نیز می تواند باعث ایجاد حالت های پیش التهابی در بافت کبد شود. این گونه تغییرات رژیم غذایی در ترشح آدیپوکاین ها و عملکرد بافت های هدف نیز موثر است. پیروی از یک رژیم غذایی مناسب و متعادل همراه با فعالیت بدنی و تمرین ورزشی مناسب و کافی در فرایند کنترل و کاهش توده چربی بدن و ارتقاء سلامت و تندرستی نقش مهم و موثری دارد [۳، ۱۵].

نتایج تحقیقات گذشته نشان دادند که اگر مقدار در صد چربی بدن زیاد باشد، موجب محدودیت حرکتی و ایجاد خستگی زودرس می شود و یک عامل بازدارنده محسوب می گردد. از طرف دیگر ارتباط شاخص های ترکیب بدن با بسیاری از بیماری های مرگ آفرین علت اصلی تحقیقات در زمینه سنجش و ارزیابی این شاخص ها در سال های دور و نزدیک بوده است. وجود چاقی به دلیل تجمع چربی در بدن در چند دهه اخیر به صورت یک مشکل جدی ظاهر شده و در برنامه های سالم سازی اجتماعات، به عنوان یکی از مهم ترین موضوعات طب پیشگیری به آن توجه شده است. چاقی، مسئله مهمی است که با توجه به آن و انجام اقدامات پیشگیرانه مناسب، می توان گام های ارزشمندی در ارتقای سطح بهداشت جامعه برداشت. بنابراین شناخت سازوکارهای مرتبط با کاهش این پدیده از اهمیت خاصی برخوردار است [۷].

بر اساس اطلاعات سازمان جهانی بهداشت، علت اصلی بیش از چهل درصد مرگ و میرها در سال، چاقی است و هدف نهایی از درمان و کنترل چاقی، کاهش خطر یا کاهش شدت بیماری ها است. چاقی یک فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی؛ تابستان ۱۴۰۴، ۳(۲).

وضعیت ناهمگون است و پاسخ افراد به برنامه های درمانی استاندارد، متغیر است. از روش های کاهش وزن مبتنی بر مداخلات درمانی و پزشکی می توان به مصرف داروهای ضدچاقی و داروهای کاهش اشتها اشاره کرد. این داروها که اثرات کاهش وزن محدود تا متوسطی دارند، دارای عوارض جانبی بوده و معمولاً پس از قطع مصرف دارو، بازگشت وزن قابل انتظار است. عمل جراحی که برای افراد کمی قابل اجراء است، دارای اثرات بهتر و ماندگارتری است ولی خطرات ناشی از عمل جراحی و عوارض جانبی ناشی از آن نباید فراموش شود. ایجاد محدودیت کالری دریافتی و رعایت یک رژیم غذایی کم کالری سخت نیز یک روش دیگر در مقابله با چاقی است که می تواند باعث کاهش وزن سریع و بالایی بشود. این روش نیز دارای عوارض و اثرات جانبی نامطلوب بوده و امکان بازگشت وزن نیز وجود دارد. اجرای فعالیت های بدنی و تمرینات ورزشی و به ویژه تمرینات هوازی تحت نظر متخصصان علوم ورزشی نیز یک راه ایمن، کم خطر و دارای اثرات کم تا متوسط در مقابله با چاقی است. در این روش، کاهش وزن، تدریجی و دراز مدت بوده و امکان بازگشت وزن پس از قطع تمرین وجود دارد. به علاوه، این روش دارای اثرات مطلوب و مفیدی در تقویت دستگاه های قلب و تنفس و عروق خونی و ماهیچه ها و نیز تنظیم هورمون ها می باشد. تمرین ورزشی، نقش اساسی را به دو شکل در سلامتی انسان دارد. اول این که شرکت طولانی مدت در فعالیت بدنی، باعث پیشگیری از ابتلاء به بسیاری از بیماری های مزمن ناشی از جامعه مدرن امروزی که عملکرد طبیعی بدن را مختل می کنند، می شود. دوم این که تمرین به توانبخشی این بیماری ها کمک می کند. بنابراین، تمرین ورزشی هم می تواند به عنوان یک فاکتور خیلی مهم باعث پیشگیری از این بیماری ها شود و هم در بعضی موارد تمرین می تواند علائم و نشانه های این بیماری ها را حذف یا کاهش دهد [۳، ۱۵].

بافت چربی از طریق تولید و ترشح تعدادی هورمون پروتئینی از جمله لپتین، آدیپونکتین و رزیستین در ایجاد مقاومت به انسولین نقش مهمی دارد. رزیستین هورمون مترشحه از آدیپوسیت ها و متعلق به خانواده ای از پروتئین ها با انتهای کربوکسیل غنی از سیستئین به نام مولکول های شبه رزیستینی یا پروتئین های موجود در نواحی التهابی می باشد که در مقاومت انسولین، التهاب و آترواسکلروز دخالت دارد و یکی از عوامل مهم پیش بینی بیماری های قلبی-عروقی می باشد. افزایش ترشح رزیستین، سبب اختلال در عمل انسولین و متابولیسم گلوکز شده و به عنوان یک رابط مهم بین مقاومت به انسولین و چاقی عمل می کند. افزایش رزیستین عمدتاً در شرایط التهاب اتفاق می افتد که باعث تحریک و رهایی سایتوکاین های پیش التهابی می گردد [۱، ۶].

رزیستین باعث القاء مقاومت به انسولین در بافت عضله و کبد می گردد و به این ترتیب، اثرات مهمی در تنظیم اشتها و سطح قند خون

مطالعاتی که در دهه‌های اخیر در خصوص تاثیر تمرین هوازی و مصرف عصاره دارچین بر میزان رزیستین انجام شده است، نتایج بسیار متناقضی را نشان داده‌اند. برخی تحقیقات، کاهش میزان رزیستین، برخی عدم تغییر میزان رزیستین و چند تحقیق نیز افزایش میزان رزیستین را نشان دادند. در پژوهش ایراندوست و همکاران (۲۰۱۸) کاهش میزان رزیستین در اثر تمرینات هوازی و مصرف دارچین معنی‌دار بود [۸]. از طرفی در تحقیقات جمالی و همکاران (۲۰۱۶) کاهش میزان رزیستین در اثر تمرینات مقاومتی و مصرف دارچین از نظر آماری معنی‌دار نبود [۹]. تمرین هوازی زیربیشینه، تغییرات قابل توجهی در رزیستین تا ۴۸ ساعت پس از ورزش ایجاد نمی‌کند و به نظر می‌رسد که رزیستین با حساسیت به انسولین ارتباط ندارد. نتایج این تحقیقات نشان داد که کاهش معنی‌داری در اثر تمرین هوازی و مصرف دارچین ایجاد نمی‌شود [۴، ۱۲، ۱۸، ۱۹].

با توجه به اثرات مطلوب تمرینات ورزشی هوازی و اثرات نامطلوب رژیم پرچرب بر آدیپوکاین‌ها و بیان ژن رزیستین و همچنین عدم وجود مطالعه‌ای که توانسته باشد تاثیر این متغیرها را بر بیان ژن رزیستین به طور همزمان بسنجد و نتایج متناقضی که در مطالعه روی گروه‌های مختلف انسانی و حیوانی به دست آمده است، ضرورت اجرای پژوهشی در این خصوص روشن و قابل تامل است. پژوهش حاضر در صد مقایسه میزان بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و تند انقباض موش‌های نر و بیستار تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب، متعاقب شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل دارچین است.

## ۲. روش پژوهش

نوع این تحقیق از نظر هدف کاربردی و به لحاظ استراتژی، تجربی با طرح پس‌آزمون است که به روش آزمایشگاهی انجام شد. نمونه آماری تحقیق شامل ۵۰ سر موش نر دو ماهه نژاد ویستار بود که پس از دو هفته نگهداری در شرایط کنترل شده با هدف آشنایی و سازگاری با محیط زندگی، شرایط تغذیه‌ای و تمرینی، با توجه به مطابقت وزنی به طور تصادفی در پنج گروه کنترل، رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و تمرین هوازی به همراه مصرف عصاره دارچین تقسیم شدند و هر گروه شامل ده سر موش بود. اجرای شش هفته تمرین هوازی، مصرف شش هفته عصاره دارچین و شش هفته رژیم غذایی پرچرب، متغیرهای مستقل و میزان بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی تند انقباض (عضله بازکننده دراز انگشتان دست) و بافت عضلانی کند انقباض (عضله نعلی) متغیر وابسته بود.

دارد. از طرفی، نتایج برخی تحقیقات و مطالعات انجام شده بیانگر تفاوت تاثیر تمرینات و به‌ویژه تمرینات هوازی با توجه به نوع تارهای عضلانی و همچنین تفاوت بیان ژن در تارهای عضلانی کند انقباض و تند انقباض بوده است. لی و همکاران (۲۰۲۲) تحقیقی با عنوان اثر وابستگی نوع فیبر عضلانی و ورزش بر شبکه‌های ژنومی در موش‌های م‌سن انجام دادند. نتایج نشان داد که در مجموع، نوع فیبر عضلانی به طور قابل توجهی با افزایش سن و ورزش تعامل دارد. با وجود اهمیت تعامل بین این عوامل، داده‌های بیان ژن در مقیاس بزرگ به ندرت مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین با تحقیقات بیشتر باید به درک بهتری از رابطه بین نوع فیبر عضلانی، پیری و ورزش در سطح مولکولی دست یافت [۱۱]. آلوز و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان ورزش شدید حاد، بیان NADPH اکسیداز وابسته به انقباض آهسته و سریع را در عضله اسکلتی موش الفامی‌کند، بیان کردند که تفاوت بیان ژن با توجه به نوع فیبر غالب، متفاوت بوده است [۱۳]. جیمینز و همکاران (۲۰۱۹) تحقیقی با عنوان اثرات ورزش مزمن با شدت متوسط و زیاد بر سطح آدیپونکتین در عضلات کند انقباض و تند انقباض در موش‌های صحرایی انجام دادند. نتایج نشان داد که تمرین با شدت متوسط و تمرین با شدت بالا، سطوح پروتئین را در سرم و تار عضله تند انقباض (پلانتاریس) کاهش دادند، اما در تار عضله کند انقباض (سولتوس) تغییری مشاهده نشد [۱۰].

مصرف برخی ترکیبات گیاهی ضد چاقی نظیر دارچین نیز می‌تواند در کاهش توده چربی بدن و کنترل چاقی موثر و مفید باشد. پژوهش‌های داروشناسی و سم‌شناسی خطر به خصوصی را برای مصرف دارچین در انسان نشان نمی‌دهد [۲، ۱۴]. دارچین یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی در طب سنتی ایران است که دارای طبیعت گرم و خشک بوده و در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. دارچین به دلیل داشتن پلی‌فنل‌ها، دارای اثرات مفید شبه انسولینی در کنترل قند و چربی‌های خون است و می‌تواند اشتها را تنظیم کند [۱۶]. به علاوه، با افزایش متابولیسم بدن می‌تواند باعث تجزیه چربی‌ها و مصرف انرژی مازاد بافت چربی بشود. دارچین به دلیل داشتن فلاونوئیدها دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا، اثرات ضد سرطانی، اثرات ضد میکروبی و باکتریایی و به دلیل داشتن مواد موثر سینام آلدئید به میزان ۶۵ تا ۸۰ درصد و اوژنول ۵ تا ۱۰ درصد و اثرات مهاری آن بر تولید نیتریک اکسید، دارای اثرات ضد التهابی و محافظ در برابر ایسکمی میوکارد و بیماری قلبی عروقی است [۲، ۱۴].

### ۳. یافته‌ها

در شکل ۱، میانگین وزن موش‌ها در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های تحقیق مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج آزمون آماری آنالیز واریانس یک راهه نشان داد که تفاوت وزن بدن در پیش‌آزمون در بین گروه‌های مختلف معنی‌دار نبود [ $p = ۰/۹۷$  و  $F(۴ و ۴۵) = ۰/۱۱۸$ ]. در حالی که تفاوت متغیر وزن بدن در پس‌آزمون در بین گروه‌ها معنی‌دار بود [ $p \leq ۰/۰۰۱$  و  $F(۴ و ۴۵) = ۳۳۲۲/۷۸$ ]. این تفاوت در بین تمامی گروه‌ها با یکدیگر نیز معنی‌دار بود ( $p \leq ۰/۰۰۱$ ). نتایج آزمون آماری تی وابسته نیز نشان داد که تغییرات وزن بدن در گروه کنترل [ $t(۹) = ۱۱۱/۳۸$  و  $p \leq ۰/۰۰۱$ ]، گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین [ $t(۹) = ۲۵۰/۴۶$  و  $p \leq ۰/۰۰۱$ ]، گروه رژیم غذایی پرچرب و دارچین [ $t(۹) = ۱۲۴/۴۸$  و  $p \leq ۰/۰۰۱$ ]، و گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین [ $t(۹) = ۱۱۹/۴۰$  و  $p \leq ۰/۰۰۱$ ] و دارچین [ $t(۹) = ۱۳۳/۹۹$  و  $p \leq ۰/۰۰۱$ ] معنی‌دار بود؛ که نشان دهنده افزایش وزن بدن به میزان ۲۴/۲۷ درصد در گروه کنترل، ۳۹/۳۶ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب، ۲۰/۰۵ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین، ۳۰/۱۰ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ۱۷/۸۷ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین بود. افزایش طبیعی وزن بدن ناشی از افزایش سن که در گروه کنترل مشاهده شد، نشان دهنده آن است که رژیم غذایی پرچرب، افزایش وزن بیشتری را در مدت شش هفته باعث شده است؛ در حالی که در گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین و گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین افزایش وزن مشاهده شده کمتر از گروه رژیم غذایی پرچرب بوده است که این تفاوت معنی‌دار احتمالاً ناشی از اثرات اجرای تمرین هوازی در این دو گروه بوده است. در گروه رژیم غذایی پرچرب و دارچین نیز افزایش وزن بدن کمتر از رژیم غذایی پرچرب بوده که نشان دهنده آن است که مصرف دارچین مانع از افزایش بسیار زیاد وزن بدن ناشی از مصرف غذای پرچرب می‌شود. در نهایت این که اجرای تمرین هوازی و مصرف دارچین به صورت ترکیبی اثرات بهتری را در پی داشته و مانع افزایش وزن بیش از حد ناشی از رژیم غذایی پرچرب شده است (شکل ۱).

نتایج آزمون کولموگروف - اسمیرنوف نشان داد که متغیرهای تحقیق، دارای توزیع نرمال می‌باشند و نتایج آزمون لوین نیز نشان داد که شرط همگنی واریانس‌ها برقرار است ( $p > ۰/۰۵$ )، از این رو جهت آزمون فرضیه‌های تحقیق از شاخص‌های آمار پارامتریک استفاده شد. نتایج شکل ۲ نشان داد که بیان ژن رزیستین به ترتیب در گروه‌های پرچرب، تمرین و دارچین، پرچرب و دارچین، پرچرب و تمرین و پرچرب دارای کمترین میزان می‌باشند. میزان نسبی بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض نسبت به بافت عضلانی تند انقباض، در

موش‌ها به آب و غذای معمولی جوندگان به صورت آزادانه دسترسی داشتند. در این تحقیق روزانه حدود ۲۰ گرم پلت در اختیار هر حیوان موجود در هر قفس قرار داده شد. با این حال، با افزایش وزن حیوانات به مرور زمان به میزان غذای آن‌ها افزوده شد. هر موش، روزانه به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن به ۱۲-۱۰ میلی لیتر آب دسترسی داشت. گروه‌های (همه گروه‌ها به جز گروه کنترل) در یافت کننده غذای پرچرب، روزانه به مقدار ۱/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن به مدت شش هفته از امولسیون غذای پرچرب استفاده کردند. گروه‌های مصرف عصاره دارچین، ۲۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن عصاره دارچین را به مدت ۶ هفته دریافت کردند [۳، ۱۵].

گروه‌های تمرین هوازی، برای پنج روز در هفته و به مدت شش هفته در برنامه تمرین هوازی روی نوارگردان الکترونیکی هوشمند حیوانی شرکت کردند. شیب نوارگردان در سرتاسر دوره تمرین، ۱۵ درصد بود. سرعت نوارگردان نیز از ۲۵ متر بر دقیقه در هفته اول شروع و به ۳۰ متر بر دقیقه در هفته ششم رسید. مدت زمان تمرین از ۱۰ دقیقه در روز در هفته اول شروع و به ۵۰ دقیقه در روز در هفته ششم رسید. هر یک از آزمودنی‌ها در ابتدای جلسه تمرین، ۵ دقیقه با سرعت ۱۰ متر در دقیقه و شیب صفر درجه، جهت گرم کردن دوید. سپس برای رسیدن به شدت تمرین مورد نظر، سرعت نوارگردان طی ۵ دقیقه به شکل پلکانی افزوده شد. در انتهای برنامه، برای سرد کردن، شیب دستگاه به صفر درجه برگشته و سرعت نیز به آرامی به ۱۰ متر در دقیقه رسید. مدت مرحله سرد کردن در هفته‌های ابتدایی حدود ۵ دقیقه و در هفته‌های پایانی حدود ۱۰ دقیقه طول کشید [۳، ۱۵].

میزان نسبی بیان ژن رزیستین، بر اساس روش استاندارد آزمایشگاهی واکنش‌های زنجیره‌ای پلیمرز و با استفاده از کیت Real Q Plus 2X Master Mix Green شرکت ویراژن و پرایمرهای شرکت سینا ژن با نسبت‌های ذکر شده روی ویال‌های لیوفیلیزه تعیین شد. جهت بررسی طبیعی بودن توزیع متغیرها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و برای آزمون تجانس واریانس متغیرها از آزمون لوین استفاده شد. برای مقایسه میانگین درون گروهی متغیرها از آزمون  $t$  وابسته و مقایسه میانگین متغیرهای مستقل، از آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه و تعقیبی توکی استفاده گردید. سطح معنی‌داری در کلیه آزمون‌ها  $p \leq ۰/۰۵$  در نظر گرفته شد و کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از رایانه و برنامه نرم‌افزاری SPSS 21 انجام گرفت.

جدول ۱. توالی پرایمرهای ژن رزیستین

پرایمر	توالی
پیشرو	5- GGCTCTCTCCTTCTCTTC-3
معکوس	5-GTAGGGAGGTGGTGACATC-3

هم‌چنین بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب، رژیم غذایی پرچرب و تمرین، رژیم غذایی پرچرب و دارچین و رژیم غذایی پرچرب، تمرین و دارچین با یکدیگر معنی‌دار بود ( $P \leq 0.001$ ).

جدول ۲. تفاوت بیان نسبی ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	p
بین گروهی	۲۸,۱۴۰	۴	۷,۰۳۵	۳۱۱۴,۷۰۸	۰,۰۰۱
درون گروهی	۰,۱۰۲	۴۵	۰,۰۰۲		
کل	۲۸,۲۴۲	۴۹			

جدول ۳. تفاوت بیان نسبی ژن رزیستین در بافت عضلانی تند انقباض

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	p
بین گروهی	۲۸,۳۵۳	۴	۷,۰۸۸	۲۵۴۵,۶۸۷	۰,۰۰۱
درون گروهی	۰,۱۲۵	۴۵	۰,۰۰۳		
کل	۲۸,۴۷۹	۴۹			



شکل ۱. تغییرات وزن بدن در گروه‌های مختلف (گرم)



شکل ۲. میزان بیان رزیستین بافت عضلانی تند انقباض و کند انقباض

گروه‌های مختلف کمتر بود. نتایج شکل ۲ نشان داد که به ترتیب، گروه‌های پرچرب، تمرین و دارچین، پرچرب و دارچین، پرچرب و تمرین و پرچرب، کمترین میزان نسبی بیان ژن رزیستین را در بافت عضلانی تند انقباض نشان داده‌اند. تفاوت میانگین متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض (جدول ۲ و شکل ۳) موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب پس از شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و تمرین هوازی به همراه مصرف عصاره دارچین معنی‌دار بود ( $p \leq 0.001$ )  $F(4, 45) = 2545.687$ . نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که این تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و تمرین معنی‌دار بود که نشان دهنده اثر تمرین هوازی بر تغییرات ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و دارچین نیز معنی‌دار بود که نشان دهنده اثر دارچین بر تغییرات ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین و پرچرب و تمرین و دارچین معنی‌دار بود که نشان دهنده اثر تعاملی تمرین هوازی و دارچین بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین با رژیم غذایی پرچرب و دارچین معنی‌دار بود که نشان دهنده تفاوت اثر تمرین و دارچین بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین با رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین معنی‌دار بود که نشان دهنده تفاوت اثر تمرین و دارچین بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و دارچین با رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین معنی‌دار بود. از سوی دیگر مقایسه گروه‌های مختلف با گروه کنترل نیز نشان دهنده اثر متغیرهای رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی و دارچین و تعامل آن‌ها در تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض است. تفاوت میانگین متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با کنترل، رژیم غذایی پرچرب و تمرین، رژیم غذایی پرچرب و دارچین با کنترل و تمرین و تمرین و دارچین با کنترل معنی‌دار است ( $p \leq 0.001$ ). بنابراین به نظر می‌رسد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین بر متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض معنی‌دار است. نتایج جدول ۳ و شکل ۴ نشان داد که تفاوت میانگین متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی تند انقباض موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب پس از شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و غذای پرچرب معنی‌دار بود ( $P \leq 0.001$ )  $F(4, 45) = 3114.708$ . نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که این تفاوت بین گروه کنترل با همه گروه‌های مداخله و

مکمل یاری عصاره دارچین و ترکیب این دو می تواند بر رزیستین و مقاومت انسولین تأثیر داشته و بهبود عمل انسولین و کاهش مقاومت به انسولین از طریق کاهش رزیستین وساطت شود. این احتمال وجود دارد که ترکیب تمرینات هوازی و عصاره دارچین بتواند به عنوان رویکردی پیشگیرانه در بهبود مقاومت انسولینی و کاهش تولید رزیستین مورد توجه قرار گیرد [۸]. جمالی و همکاران (۲۰۱۶) تحقیقی با عنوان تأثیر هشت هفته تمرین استقامتی بر بیان ژن رزیستین در بافت چربی احشایی موش های صحرایی چاق انجام دادند. چاقی موجب تجمع فاکتورهای پیش التهابی در بافت چربی شده و به عنوان یک عامل خطر ابتلا به دیابت و بیماری قلبی عروقی به شمار می رود. ورزش های هوازی می توانند منجر به افزایش حساسیت به انسولین و کاهش انباشتگی چربی و فاکتورهای پیش التهابی شوند. نتایج نشان داد که غذای پرچرب باعث افزایش وزن در موش های گروه چاق گردید. بیان ژن رزیستین در بافت چربی احشایی موش های گروه چاق در مقایسه با گروه کنترل تا دو برابر افزایش یافت، اما این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود. تمرین استقامتی بیان ژن رزیستین را در مقایسه با گروه چاق حدود چهار برابر کاهش داد، اما این کاهش نیز از نظر آماری معنی دار نبود. نتایج این مطالعه نشان داد که چاق شدن می تواند بیان ژن رزیستین را در بافت چربی احشایی افزایش و تمرین استقامتی بیان آن را کاهش دهد، گرچه این مطالعه حاکی از اثرات مفید ورزش است، با این حال، تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است [۹].

دارچین در کاهش فشارخون و کاهش سطوح سرمی چربی های خون مفید است [۲] و بدون عوارض جانبی خاصی باعث کاهش قابل توجهی در وزن بدن می شود [۱۴]. شلبی و همکاران (۲۰۱۴) در طی گاواژ شش هفته ای عصاره دارچین در موش های صحرایی دیابتی چاق به این نتیجه رسیدند که دوزهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم عصاره دارچین موجب کاهش وزن، کاهش چربی های خون و کاهش قندخون می شود [۱۷].

مطالعات دهه های اخیر در خصوص تأثیر تمرین هوازی و مصرف عصاره دارچین بر میزان رزیستین، نتایج بسیار متناقضی را نشان دادند. برخی تحقیقات، کاهش میزان رزیستین، برخی عدم تغییر و چند تحقیق نیز افزایش میزان رزیستین را نشان داد. دلیل این ناهمسویی، تفاوت در مدت زمان تمرین، نوع پروتکل تمرینی یا میزان مصرف دارچین است. در پاسخ به سوال اصلی تحقیق، نتایج نشان داد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و دارچین و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی و دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و تند انقباض موش های نر ویستار تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب معنی دار است.



شکل ۳. روند تغییرات بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض



شکل ۴. روند تغییرات بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی تند انقباض

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی و دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و همچنین تند انقباض معنی دار است. در ضمن بین بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و تند انقباض موش های نر ویستار، پس از شش هفته رژیم غذایی پرچرب تفاوت معنی داری وجود ندارد. اما بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض و تند انقباض در گروه های رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، رژیم غذایی پرچرب و دارچین و رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی و دارچین تفاوت معنی داری وجود دارد. ایران دوست و همکاران (۲۰۱۸) تحقیقی تحت عنوان اثر تمرین هوازی همراه با مکمل یاری عصاره دارچین بر رزیستین و شاخص های قندی در موش های مبتلا به مقاومت انسولینی انجام دادند. نتایج نشان داد مقادیر رزیستین گروه تمرین، دارچین و تمرین همراه با دارچین کمتر از گروه کنترل بود. مقادیر انسولین و مقاومت انسولین در گروه تمرین و تمرین همراه با دارچین نسبت به گروه کنترل کمتر بود. هم چنین، میزان گلوکز در گروه تمرین همراه با دارچین کمتر از گروه کنترل بود. به نظر می رسد که تمرین و



[11] Lee, S.M., Lee, M.C., Bae, W.R., Yoon, K.J., Moon, H.Y. (2022). Muscle fiber type-dependence effect of exercise on genomic networks in aged mice models. *Aging*, 14:3337-3364.

[12] Mirzendehtdel, Z., Attarzadeh Hosseini, S.R., Bijeh, N., Raouf Saeb, A.A. (2020). Effects of Combined Training on Progranulin, Glycosylated Hemoglobin, and Insulin Resistance in Overweight and Obese Women with Type 2 Diabetes. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 22(4):316-327 [In Persian].

[13] Osório Alves, J., Matta Pereira, L., Monterio, R. (2020). Strenuous Acute Exercise Induces Slow and Fast Twitch-Dependent NADPH Oxidase Expression in Rat Skeletal Muscle. *Antioxidants*, Basel, 2020 Jan 8;9(1):57. doi: 10.3390/antiox9010057. PMID: 31936265; PMCID: PMC7022445.

[14] Ranjbar, R., Ahmadizad, S., Khoshniyat Niko, M., Salimi, A. (2017). The effect of endurance training with fasting and a non-training period on plasma levels of adipo-nectin and insulin resistance index in inactive men. *Journal of Exercise Physiology*, (15):163-180 [In Persian].

[15] Rigi, A., Bagherpour, T., Nemati, N. (2019). The effect of six weeks of aerobic exercise and cinnamon extract on the expression of interleukin-6 gene in adipose tissue of male mice fed with a high-fat diet, *Journal of Animal Biology*, 13(2) 60- 49 [In Persian].

[16] Sartorius, T., Peter, A., Schulz, N., Drescher, A., Bergheim, I., Machann, J., Schick, F., Siegel-Axel, D., Schürmann, A., Weigert, C., Häring, H.U., Hennige, A.M. (2014). Cinnamon extract improves insulin sensitivity in the brain and lowers liver fat in mouse models of obesity. *PLoS One*, 9(3): e92358.

[17] Shalaby, M.A., Saifan, H.A. (2014). some pharmacological effects of cinnamon and ginger herbs in obese diabetic rate. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 3(4):144-149.

[18] Taghavi Moghadam, A., Shiravand, M. (2016). The effect of 8 weeks of resistance training along with cinnamon supplementation on glycemic indices of obese men, *Nurse and Doctor in War Quarterly*, 4(12):133-139 [In Persian].

[19] Valizadeh, A. Akbarnejad, A., Yari, M. (2017). The effect of a course of aerobic training on the amount of resistin, glycosylated hemoglobin, insulin resistance index and some cardiovascular risk factors in obese women with type 2 diabetes. *Sports Biological Sciences*, 3(38):263.

## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری فیزیولوژی ورزش است. از همکاری صمیمانه مسئولین دانشگاه آزاد اسلامی اسلامشهر، اساتید ارجمند و تمام افرادی که در انجام پژوهش و نگارش رساله کمک نمودند، تقدیر و تشکر می‌گردد. تمامی هزینه‌های رساله به صورت شخصی بوده و از هیچ سازمانی حمایت مالی دریافت نشده است.

## تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافی در پژوهش وجود ندارد.

## منابع

[1] Ahmadizadeh, S., Khoda Mardi, A., Ebrahim, K.H., Hedayati, M. (2009). The effect of intense resistance exercise load on adipokines and insulin resistance index. *Journal of Exercise Physiology*, (7):143-158 [In Persian].

[2] Badalzadeh, R., Shaghghi, M. (2014). The effect of cinnamon extract and long-term aerobic training on heart function, biochemical alterations and lipid profile following exhaustive exercise in male rats. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 4(2):515-520 [In Persian].

[3] Bakhoda, H., Neati, N., Bagherpour, T. (2018). research entitled the effect of six weeks of aerobic exercise and cinnamon extract on interleukin-1 beta gene expression in the muscle tissue of male mice fed with a high-fat diet. *Journal of Animal Biology*, 12(2):13-22 [In Persian].

[4] Bani Talebi Dehkordi, S., Faramarzi, M., Rahimi, M., Afrasiabi, S. (2022). Examining changes in the resting levels of some inflammatory indicators, muscle damage, aerobic and anaerobic capacity of elite beach soccer players during the Premier League season. *Journal of Applied Studies of Biological Sciences in Sports*, 22:87-97 [In Persian].

[5] Eftekhari, E., Zafari, A., Gholami, M. (2016). Physical activity, lipid profiles and leptin, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(4):465-469

[6] Farrokh, A., Avdel, E., Naji, T. (2019). Review of Leptin and Resistin. *Journal of Laboratory Diagnosis*, 176:38-42 [In Persian].

[7] Haghghi, A., Yarahmadi, H., Ilderabadi, A., Rafiepour, A. (2012). The effect of a course of aerobic exercise on the level of serum resistance in obese men. *Mashhad University of Medical Sciences Faculty of Medicine Journal*, 56(1): 31-38 [In Persian].

[8] Irandoost, T., Abdi, A., Abbasi Dalooi, A. (2018). The effect of aerobic exercise with the addition of cinnamon extract on resistance and sugar indices in mice with insulin resistance, *Shahid Beheshti University. Journal of Physiology of Exercise and Physical Activity*, 12(1):43-57 [In Persian].

[9] Jamali, E., Asad, M., Rasouli, A. (2016). The effect of eight weeks of endurance training on resistin gene expression in visceral adipose tissue of obese rats, *scientific research journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd*, 25(1):20-31 [In Persian].

[10] Jimenez, A.M., Ortiz, A.V. (2019). Effects of Moderate and High-Intensity Chronic Exercise on the Adiponectin Levels in Slow-Twitch and Fast-Twitch Muscles in Rats, *Medicina(Kaunas)*. 2019 Jun; 55(6): 291.