Iranian Journal of Diabetes and Metabolism *Meta-analysis Article*

Official Journal of the Endocrinology and Metabolism Research Institute, Tehran University of Medical Sciences. 2026; Vol. 26; No. 1

The Combined Effect of Exercise Training and Cinnamon Supplementation on Glycemic Indices in Obese Individuals with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis

Khadijeh Molaei[1], Mehdi Mogharnasi[2]*, Omid Zafarmand[3]

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
2. Department of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
3. Department of Physical Education and Sports Sciences, School of Humanities, University of Yasouj, Yasouj, Iran

Abstract

Background: Obesity is one of the causes of diabetes. On the other hand, exercise along with cinnamon supplementation has been recommended as an important approach for controlling and preventing obesity and its related complications, such as diabetes and insulin resistance. Therefore, the aim of the present study is to investigate the combined effect of exercise training and cinnamon supplementation on glycemic indices in individuals with obesity and type 2 diabetes.
Methods: A systematic search of English and Persian articles published in PubMed, Web of Science, Scopus, Magiran, Google Scholar, NorMags, Irandoc, and SID databases was conducted up to January 2025. In data analysis, a random-effects model was used to calculate the weighted mean difference (WMD), standardized mean difference (SMD) and 95% confidence interval (CI). Also, heterogeneity of studies was assessed with the I^2 test.
Results: In total, 11 studies involving 230 participants with obesity and type 2 diabetes were meta-analyzed. The results indicated that the combination of exercise training and cinnamon supplementation significantly reduced glucose (WMD = -13.317 [95% CI: -19.599 to -7.034]; P = 0.001) and insulin resistance (WMD = -1.098 [95% CI: -1.577 to -0.618]; P = 0.001) compared to the control group in individuals with obesity and type 2 diabetes. However, insulin levels did not show a significant change (WMD = -2.123 [95% CI: -4.333 to 0.088]; P = 0.060).
Conclusion: The results of the present meta-analysis demonstrated that the combination of exercise training and cinnamon supplementation improves glucose and insulin resistance in individuals with obesity and type 2 diabetes. These beneficial effects are not accompanied by changes in insulin levels.

Keywords: Exercise training, Glucose, Insulin, Insulin resistance, Type 2 diabetes

Please cite this article as:
Molaei Kh, Mogharnasi M, Zafarmand O. The Combined Effect of Exercise Training and Cinnamon Supplementation on Glycemic Indices in Obese Individuals with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *ijdld*. 2026; 26(1):1-14.
DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

*Corresponding Author: Mehdi Mogharnasi; **Email:** mogharnasi@birjand.ac.ir, **Add:** End of Daneshgah Boulevard, Behavioral Sciences Campus, University of Birjand, Birjand, South Khorasan, Iran. **Tel:** +989153412696

Copyright © 2026 Iranian Journal of Diabetes and Metabolism and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
[This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

مجله دیابت و متابولیسم ایران

مقاله فراتحلیل

نشریه پژوهشکده علوم غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی تهران

دورهٔ ۲۶، شمارهٔ ۱، سال ۱۴۰۵، صفحات ۱ تا ۱۴

اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر شاخص‌های گلایسمی در افراد چاق و دیابتی نوع دو: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل

خدیجه ملایی[۱]، مهدی مقرنسی*[۲]، امید ظفرمند[۳]

۱- گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲- گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۳- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

چکیده

مقدمه: چاقی یکی از عوامل ایجاد کننده دیابت است، از طرفی دیگر تمرینات ورزشی به همراه مصرف مکمل دارچین، به‌عنوان شیوه‌ای مهم در کنترل و پیشگیری از چاقی و عوارض ناشی از آن مانند دیابت و مقاومت به انسولین توصیه شده است. لذا هدف مطالعهٔ حاضر، بررسی اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر شاخص‌های گلایسمی در افراد چاق و دیابتی نوع دو است.

روش‌ها: جستجوی سیستماتیک مقالات انگلیسی و فارسی منتشر شده از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، Scopus، Magiran، Google Scholar، Nor Mags، Irandoc و Sid تا ژانویه سال ۲۰۲۵ انجام شد. تفاوت میانگین و فاصله اطمینان ۹۵٪ با استفاده از مدل اثر تصادفی محاسبه شد. ناهمگونی با استفاده از آزمون (I^2) و سوگیری انتشار با تحلیل بصری فونل پلات و آزمون Egger بررسی شدند.

یافته‌ها: در مجموع ۱۱ مطالعه با ۲۳۰ آزمودنی چاق و دیابتی نوع دو فراتحلیل شدند. نتایج نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین سبب کاهش معنادار گلوکز [WMD= −۱۳/۳۱۷ (−۷/۰۳۴ الی −۱۹/۵۹۹)، P= ۰/۰۰۱] و مقاومت به انسولین [WMD= −۱/۰۹۸ (−۰/۶۱۸ الی −۱/۵۷۷)، P= ۰/۰۰۱] نسبت به گروه کنترل در افراد چاق و دیابتی نوع دو شد. درحالی‌که انسولین [WMD= −۲/۱۲۳ (۰/۰۸۸ الی −۴/۳۳۳)، P= ۰/۰۶۰] تغییر معنادار نداشت.

نتیجه‌گیری: نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین در افراد چاق و دیابتی نوع دو موجب بهبود گلوکز و مقاومت به انسولین می‌شود و این اثرات مفید با تغییر در انسولین همراه نیست.

واژگان کلیدی: تمرینات ورزشی، گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین، دیابت نوع دو

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

به این مقاله، به‌صورت زیر استناد کنید:

Molaei Kh, Mogharnasi M, Zafarmand O. The Combined Effect of Exercise Training and Cinnamon Supplementation on Glycemic Indices in Obese Individuals with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *ijdld*. 2026; 26(1):1-14.

* ***نویسندهٔ مسئول:*** مهدی مقرنسی، **آدرس:** خراسان جنوبی، بیرجند، انتهای بلوار دانشگاه، دانشگاه بیرجند، پردیس علوم رفتاری، تلفن: ۰۹۱۵۳۴۱۲۶۹۶، پست الکترونیک: mogharnasi@birjand.ac.ir

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

مقدمه

چاقی یکی از مشکلات شایع در سطح جهان به شمار می‌آید [۱] که ناشی از عدم تعادل میان انرژی دریافتی و مصرف‌شده است [۲]. دیابت نوع دو[1] (T2DM) یکی از شایع‌ترین اختلالات متابولیک در جهان است و گسترش آن ناشی از ترکیبی از اختلال در ترشح انسولین توسط سلول‌های بتای پانکراس و کاهش حساسیت سلول‌ها به انسولین است [۳]. سازکارهای مولکولی دخیل در سنتز و ترشح انسولین و همچنین پاسخ بافت‌ها به آن، نیازمند تنظیمی دقیق هستند. بنابراین، نقص در هر یک از مراحل این فرایند می‌تواند به اختلال در تعادل متابولیک و در نهایت به بروز T2DM منجر شود [۴]. این بیماری با افزایش سطح گلوکز خون در شرایطی که سلول‌های بدن نسبت به انسولین مقاوم شده‌اند یا دچار کمبود نسبی انسولین هستند، تظاهر می‌کند [۴]. مقاومت به انسولین ناشی از نقص در مسیرهای پیام‌رسانی انسولین و تغییر در بیان پروتئین‌ها یا ژن‌های هدف آن است و اغلب منجر به T2DM می‌شود. این وضعیت پاتولوژیک به گونه‌ای است که میزان طبیعی انسولین خون قادر به ایجاد پاسخ بیولوژیک مناسب نیست و سیگنال‌دهی انسولین مختل می‌شود. این کاهش پاسخ می‌تواند تمامی اثرات متابولیکی انسولین را تحت تأثیر قرار دهد [۵]. سازکارهای مولکولی اصلی ایجاد مقاومت به انسولین در نقل و انتقال مولکول گلوکز GLUT4 (-۴[2]) است. چاقی و تجمع بافت چربی، به‌ویژه در ناحیهٔ شکم، با ایجاد شرایط التهابی و تولید عوامل پیش‌التهابی، همراه با اختلال در جذب انرژی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب، نقش مهمی در ایجاد مقاومت به انسولین ایفا می‌کنند [۶].

فعالیت بدنی منظم و پیروی از رژیم غذایی مناسب، با کاهش سطح چربی بدن، افزایش حساسیت به انسولین، کاهش فشار خون و بهبود پروفایل چربی خون، نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های مزمن ایفا می‌کنند [۷]. در این راستا، به‌نظر می‌رسد که ارائهٔ برنامه‌های تمرینی منظم، رژیم‌های غذایی مناسب و تغییرات مطلوب در سبک زندگی می‌تواند خطر ابتلا به T2DM و بیماری‌های قلبی- عروقی را کاهش دهد [۸]. این در حالی است که ورزش و فعالیت بدنی، به‌عنوان یک روش درمانی غیر دارویی قدرتمند، نقش مؤثری در تعدیل مقاومت به انسولین و بهبود شاخص‌های مرتبط با T2DM در بیماران مبتلا ایفا می‌کنند [۹، ۱۰]. اخیراً از مکمل‌های گیاهی به‌عنوان یک راهبردی در مدیریت وزن استفاده می‌شود. از دستهٔ گیاهان دارویی که به‌نظر می‌رسد در درمان و کنترل فاکتورهای دیابت و علائم آن مانند سطوح گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین نقش مهمی داشته باشود، دارچین با نام علمی (Cinnamomum Zeylanicum) را می‌توان نام برد [۱۱]. در بیماران T2DM، فسفوریلاسیون گیرندهٔ انسولین کاهش می‌یابد. دارچین با تحریک اتوفوسفوریلاسیون گیرندهٔ انسولین و مهار فسفوتیروزین فسفاتاز که آنزیمی فعال در دفسفوریله کردن گیرندهٔ انسولین است که باعث افزایش حساسیت سلول‌ها به انسولین می‌شود [۱۲]. همچنین این افزودنی غذایی با فعال‌سازی گیرنده‌های انسولین، باعث افزایش برداشت گلوکز و تحریک سنتز گلیکوژن [۱۳]، بهبود در متابولیسم چربی بدن [۱۴] و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی در افراد چاق مبتلا به T2DM، بیماری‌های قلبی و سندرم متابولیک می‌شود [۱۵]. علاوه بر این، دارچین با دارا بودن ترکیبات فلاونوئیدی و آنتی‌اکسیدانی، از طریق افزایش برداشت گلوکز توسط سلول‌های مختلف و کاهش استرس اکسیداتیو، موجب بهبود شاخص‌های قندی و انسولینی خون می‌شود [۱۶].

با توجه به تأثیرات مصرف مکمل دارچین و فعالیت بدنی، به‌نظر می‌رسد که استفاده همزمان از این دو عامل، راهکاری مؤثر برای ایجاد اثرات هم‌افزا در کنترل و درمان T2DM و چاقی باشد؛ موضوعی که در پژوهش‌های متعددی نیز مورد بررسی قرار گرفته است [۱۹-۱۷]. در مطالعهٔ Sarikhani و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل دارچین بر غلظت سرمی آپلین و مقاومت به انسولین در پسران چاق پرداختند و گزارش کردند که گروهی که هم تمرین داشت و هم دارچین مصرف می‌کرد، کاهش معناداری در مقاومت به انسولین پسران چاق نشان داد [۲۰]. در مطالعهٔ دیگر، Arabmomeni و Hidari (۲۰۱۹) مقایسهٔ تأثیر سه روش مصرف دارچین، تمرین هوازی و ترکیب آنها بر گلوکز و انسولین ناشتای خون و مقاومت به انسولین مردان T2DM را مورد ارزیابی قرار دادند و بیان کردند که در هر سه گروه مداخله، گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنادار داشت [۲۱]. همچنین Begzadeh و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر تمرین هوازی همراه با مصرف دارچین بر شاخص مقاومت به انسولین و سطوح پلاسمایی گلوکز، ویسفاتین و آدیپونکتین در مردان دارای اضافه وزن مبتلا به T2DM را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که پس از هشت هفته تمرین هوازی، با یا بدون مصرف دارچین، نسبت به پیش‌آزمون، کاهش معناداری در گلوکز، مقاومت به انسولین و ویسفاتین و همچنین افزایش معناداری در آدیپونکتین مشاهده شد [۲۲].

پیرامون تأثیر تمرین‌های ورزشی بر مقاومت به انسولین و چاقی، توجه زیادی صورت گرفته است؛ با این حال، اطلاعات یکپارچه‌ای دربارهٔ تأثیر تمرین ورزشی به‌عنوان یک مداخلهٔ درمانی بر سازکارهای مهارکننده مقاومت به انسولین و تعامل آنها با یکدیگر وجود ندارد. بنابراین، مطالعات محدودی در زمینهٔ تأثیر همزمان ترکیب تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر مقاومت به انسولین انجام شده

[1] Type 2 diabetes mellitus

[2] Glucose transporter 4

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

است و بررسی‌ها در این زمینه، به‌ویژه در افراد مبتلا به T2DM یا دارای اضافه وزن، محدود هستند. با توجه به این‌که تمرین ورزشی یکی از مداخلات اصلی و مؤثر در مدیریت چاقی، بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت محسوب می‌شود، انتخاب بهترین پروتکل ورزشی برای درمان این بیماری‌ها و عوارض آنها اهمیت زیادی دارد. تاکنون مطالعه فراتحلیلی که تمامی پژوهش‌های مرتبط با تأثیر هم‌زمان تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر شاخص‌های گلیسمی را جمع‌بندی و ارزیابی کرده باشد، وجود نداشت. از این‌رو، محققین اقدام به بررسی نقش ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر شاخص‌های گلیسمی در افراد چاق و مبتلا به T2DM کردند تا پاسخ دهند که آیا این ترکیب می‌تواند به‌عنوان روشی مؤثر برای تنظیم شاخص‌های گلیسمی در این افراد پیشنهاد شود یا خیر؟

روش‌ها

مطالعهٔ حاضر براساس راهنمای کوکراین[1] و دستورالعمل‌های ترجیحی گزارش مقالات مرور نظام‌مند و فراتحلیل پریزما[2] انجام شده است [۲۳، ۲۴].

روش جستجو

برای استخراج مقالات اصیل چاپ شده، جستجو جامعی در پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی اصلی شامل: پاب‌مد[3]، اسکوپوس[4] و وب او ساینس[5] با استفاده از کلید واژه‌ها به‌صورت زیر انجام گرفت:

تمرین هوازی، تمرین اینتروال، تمرین تناوبی هوازی، تمرین متناوب، تمرین تناوبی با شدت بالا، تمرین تناوبی سرعتی، تمرین تناوبی با شدت متوسط، تمرین مداوم با شدت متوسط، تمرین مقاومتی، مقاومتی، ورزش، تمرین، تمرین ورزشی، فعالیت بدنی، فعالیت ورزشی، دارچین، مکمل دارچین، انسولین، انسولین ناشتا، گلوکز، قند خون ناشتا، مقاومت به انسولین، حساسیت به انسولین، چاق، اضافه وزن، دیابت نوع دو.

از زمان شروع تا ۲۰ دی‌ماه ۱۴۰۳ برای مقالات فارسی و از زمان شروع تا تاریخ ژانویه[6] ۲۰۲۵ برای مقالات انگلیسی، انجام شد. جستجوی انجام شده در پایگاه‌های اطلاعاتی محدود به مطالعات انسانی، مقالات پژوهشی (اصیل) و هم‌چنین زبان‌های انگلیسی و فارسی بود. کلید واژه‌های به‌کار گرفته شده و نحوهٔ دقیق جستجو برای استخراج مقالات از پایگاه‌های مد لاین[7] از طریق پایگاه پاب‌مد به‌صورت زیر انجام گرفت:

"Aerobic Exercise" OR "HIIT" OR "Interval training" OR "Aerobic Interval Training" OR "Aerobic Interval" OR "Intermittent Training" OR "High Intensity Intermittent" OR "High Intensity Interval Exercise" OR "High Intensity" OR "High Intensity Interval Training" OR "Sprint Interval Exercise" OR "SIT" OR "Moderate-Intensity Continuous Exercise" OR "Resistance training" OR "Resistance" OR "SIT" OR "Exercise" OR "sports," OR "training" OR "Exercise training" OR "Physical Activity" OR "Sports activity" AND "Cinnamon" OR "Cinnamomum Zeylanicum" AND "Insulin" OR "Fasting Insulin" AND "glucose" OR "Fasting Glucose" AND "Insulin Resistance" OR "IR" OR "HOMA-IR" OR "Homeostatic Model Assessment For Insulin Resistance" OR "Insulin Sensitivity" OR "Tolerance Test" OR "Oral Glucose Tolerance Test" OR "Ogtt" OR "Gtt" OR "Insulin tolerance test" AND "Obese" OR "Fat" AND "Overweight" AND "Type 2 diabetes".

علاوه بر این، جستجوی دستی با استفاده از موتور جستجوی گوگل اسکالر[8]، مگیران[9]، نورمگز[10] و ایرانداک[11] نیز انجام شد. هم‌چنین، فهرست منابع مقالات استخراج شده نیز مورد جستجوی دستی قرار گرفت(شکل ۱). تمامی مراحل جستجو توسط تمام نویسندگان انجام شد و هر نوع اختلاف نظر از طریق مشورت با دیگر نویسندگان حل شد.

معیارهای ورود و خروج از مطالعه

معیارهای ورود به مطالعه فراتحلیل حاضر شامل:۱) مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی شده[12] (RCT) به زبان فارسی یا انگلیسی، ۲) مطالعات انجام شده بر روی افراد چاق و دیابتی نوع دو، ۳) مطالعاتی که اطلاعات کافی در خصوص متغیرهای شاخص‌های گلایسمی (گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین) را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه ترکیبی (تمرین ورزشی و مکمل دارچین) و گروه کنترل گزارش نمودند، ۴) مطالعات بررسی کنندهٔ اثر ترکیبی (تمرین ورزشی و مکمل دارچین) در برابر گروه کنترل بود.

معیارهای خروج از مطالعه فراتحلیل حاضر شامل: ۱) مطالعات انجام گرفته بر روی حیوانات، ۲) مطالعات ارئه شده در همایش، ۳) پایان‌نامه‌ها، ۴) مطالعاتی که به‌صورت مروری، نظام‌مند و فراتحلیل به انجام رسیده بود، ۵) مطالعات متقاطع Crossover، ۶) مطالعاتی که اثر ترکیبی (تمرین ورزشی و مکمل دارچین) بدون گروه کنترل را مورد بررسی قرار دادند، ۷) مطالعاتی که دادهٔ پیش‌آزمون یا پس‌آزمون متغیرهای شاخص‌های گلایسمی (گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین) را گزارش نکردند، ۸) نویسندگان به نویسنده مسئول مقالاتی

[1] Cochrane
[2] PRISMA
[3] PubMed
[4] Scopus
[5] Web of Science
[6] January
[7] Medline
[8] Google Scholar
[9] Magiran
[10] Nor Mags
[11] Sid
[12] Randomized controlled trial

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

که داده ناقص داشتند، ایمیل ارسال کردند و در صورتی که داده پس آزمون ارسال نشد، مقاله را حذف کردند.

استخراج داده‌ها

داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از هر یک از مقالات استخراج شد. این داده‌ها و اطلاعات مشتمل بود بر: ۱) ویژگی‌های پژوهش شامل: نام نویسندگان، نوع مطالعه و کشور، تصادفی بودن گروه‌بندی‌ها و حجم نمونه، ۲) نحوهٔ مصرف مکمل (دارچین)، ۳) ویژگی پروتکل تمرین ورزشی شامل: نوع تمرین، شدت تمرین، زمان تمرین، طول مداخله تمرین و تعداد جلسات تمرین بود. هم‌چنین، به‌منظور محاسبه اندازه اثر، داده‌های مربوط به شاخص‌های گلایسمی (گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین)، شامل میانگین و انحراف استاندارد برای هر دو گروه ترکیبی (تمرین و مکمل) و کنترل در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون، استخراج شد. در صورت عدم وجود داده‌های پس‌آزمون و پیش‌آزمون، از میانگین تغییرات (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و انحراف استاندارد مربوطه استفاده شد(جدول ۱). هم‌چنین، در صورت نیاز، برای استخراج داده‌ها از نمودار مقالات با استفاده از نرم‌افزار Get dataصورت گرفت [۲۷-۲۵]. علاوه براین درصورتی‌که میانگین و انحراف استاندارد گزارش نشده بود، از سایر روش‌های برای تخمین و محاسبهٔ آنها استفاده شد. با این حال در صورت عدم دسترسی به داده‌ها و عدم امکان استخراج آنها از نمودار، مکاتبه با نویسنده مسئول برای دریافت داده‌ها صورت گرفت. استخراج داده‌ها توسط همهٔ نویسندگان به‌صورت مستقل انجام شد و هر نوع اختلال نظر با مشورت با همدیگر آن را حل می‌کردند.

بررسی کیفیت مقالات

به‌منظور ارزیابی کیفیت مطالعات وارد شده به تحقیق حاضر از چک لیست پدرو[1] استفاد شد [۲۹، ۲۸]. این ارزیابی شامل ۱۱ معیار است. با توجه به این‌که معیارهای Cochrane شرکت‌کنندگان و کور کردن مداخله‌گر برای مداخلات ورزشی قابل اجرا نبود، از ارزیابی کنار گذاشته شدند. بنابراین ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از ۹ معیار انجام شد. معیارهای ارزیابی شامل موارد زیر بود: ۱) ضوابط واجد شرایط بودن شرکت‌کنندگان مشخص بود، ۲) اختصاص شرکت کنندگان گروه‌های مختلف به‌صورت تصادفی انجام شده باشد، ۳) شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان آشنایی نداشته باشند، ۴) گروه‌ها در ابتدا از نظر وزن بدن یکسان باشند، ۵) ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی وجود داشته باشد (blinding of all assessors)، ۶) تعداد افراد خارج شده از پژوهش کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان باشد، ۷) تجزیه‌وتحلیل به‌صورت (intention to treat, ITT) انجام شده باشد، ۸) تفاوت آماری بین گروهی برای متغیر اصلی گزارش شده باشد، ۹) میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (p value) گزارش شده باشد. به تمام سؤالات چک لیست PEDro، با دو گزینه‌ی بله (نمرهٔ یک) و یا خیر (نمرهٔ صفر) پاسخ داده شد. امتیاز حداقل صفر و حداکثر نه بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش بود(جدول ۲) [۳۰].

فراتحلیل

فراتحلیل اصلی تحقیق حاضر برای تعیین اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر شاخص‌های گلایسمی در افراد چاق و دیابتی نوع دو انجام گرفت، در این مطالعه، برای انجام تجزیه‌وتحلیل آماری از میانگین، انحراف استاندارد و حجم نمونه استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از مدل اثر تصادفی انجام شد، برای این منظور اختلاف میانگین وزنی WMD[2] و فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI)[3] در نظر گرفته شد. جهت تعیین ناهمگونی (عدم تجانس) مطالعات، از آزمون (I^2) استفاده شد و تفسیر آماری (I^2) مطابق با دستورالعمل کوکران به‌ترتیب: ناهمگونی کم (کمتر از ۲۵ درصد)؛ ناهمگونی خفیف (۲۵ تا ۵۰ درصد)؛ ناهمگونی متوسط (۵۰ تا ۷۵ درصد) و ناهمگونی بالا (بیشتر از ۷۵ درصد) تفسیر شد [۳۱]. براساس میزان (I^2)، در صورت عدم وجود ناهمگنی یا ناهمگنی کم از مدل ثابت و در صورت ناهمگنی متوسط و زیاد استفاده شد [۲۵]. همچنین، سوگیری انتشار با استفاده از تفسیر بصری از فونل پلات و تست ایگر به‌عنوان یک تعیین کنندهٔ ثانویه استفاده شد، درصورتی‌که P> ۰/۰۱ بود، سوگیری انتشار معنادار در نظر گرفته شد. آزمون‌های تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار CMA[4] نسخهٔ دو انجام شد [۳۰].

یافته‌ها

براساس جستجوی در پایگاه‌های اطلاعات، تعداد ۱۳۶ مقاله از PubMed، ۴۰۵ مقاله از Scopus، ۲۴۲ مقاله از Web of Science و ۳۳ مقاله از پایگاه‌های داده فارسی به‌دست آمد که پس از حذف مقالات تکراری (۳۹۸ مطالعه)، تعداد ۴۱۸ مقاله برای بررسی‌های بیشتر باقی ماندند. پس از بررسی مقالات براساس عنوان، کلیدواژه و چکیدهٔ (۳۷۸ مطالعه)، تعداد ۴۰ مقاله برای مطالعه متن کامل انتخاب شدند. پس از بررسی متن کامل مقالات، در نهایت تعداد ۱۱ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شدند (شکل ۱).

[1] PEDro
[2] Weighted Mean Difference
[3] Confidence Interval
[4] Comprehensive Meta-Analysis

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

ویژگی آزمودنی‌ها

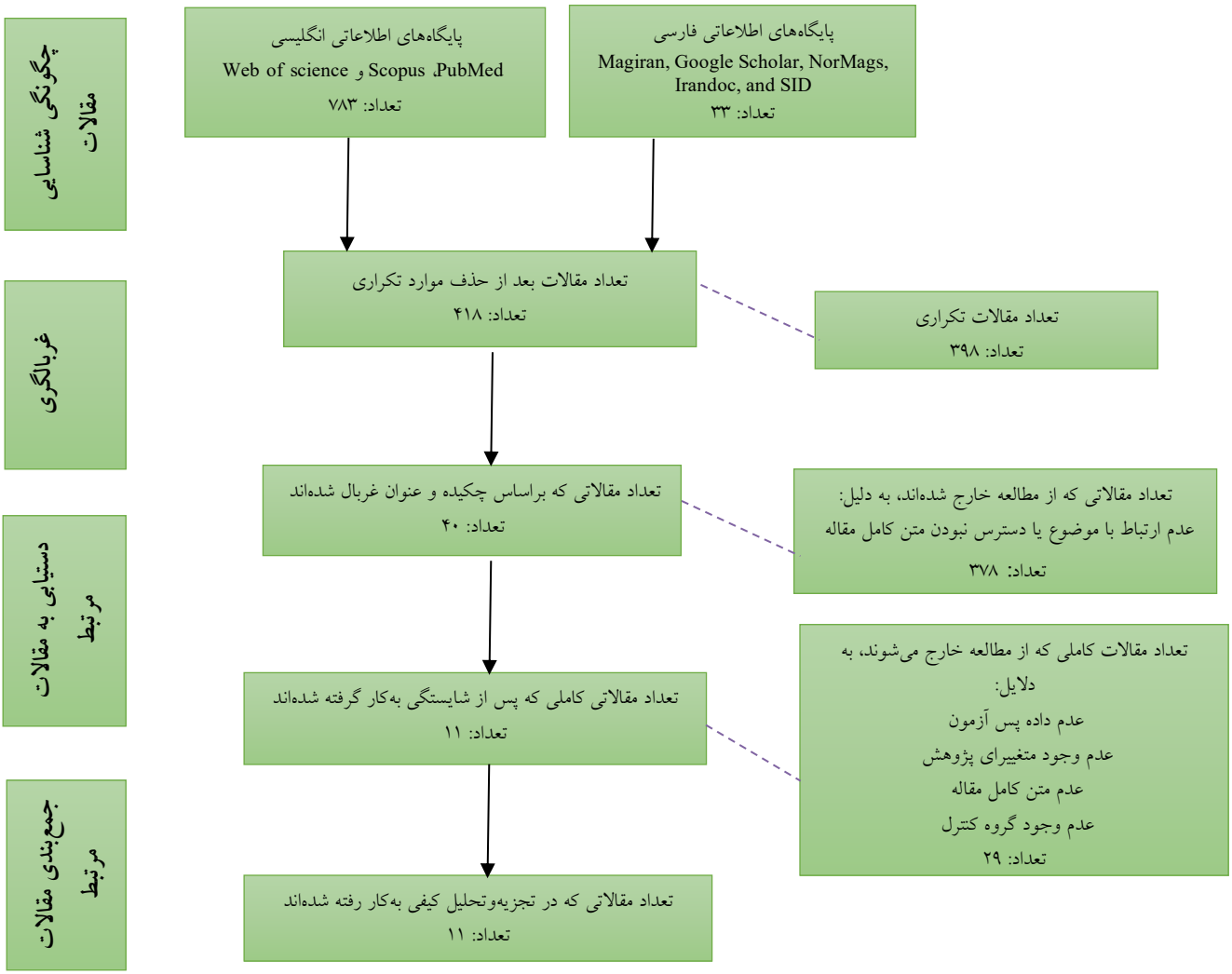
۲۳۰ شرکت‌کننده وارد مطالعهٔ فراتحلیل حاضر شد که همهٔ شرکت‌کنندگان، افراد چاق و دیابتی نوع دو بودند. ۱۱۵ شرکت‌کننده در گروه ترکیبی (تمرین ورزشی و مکمل دارچین) با میانگین سنی ۲/۷۸ ± ۴۴/۹۲ سال و نمایهٔ تودهٔ بدنی ۳/۵۶ ± ۲۹/۱۴ کیلوگرم بر متر مربع و ۱۱۵ شرکت‌کننده در گروه کنترل با میانگین سنی ۳/۱۹ ± ۴۳/۸۸ سال و نمایهٔ تودهٔ بدنی ۴/۰۱ ± ۲۸/۴۱ کیلوگرم بر متر مربع بودند. در مطالعات وارد شده، گروه کنترل هیچ‌گونه تمرین ورزشی انجام ندادند و مکمل دارچین مصرف نکردند. حداقل تعداد شرکت‌کنندگان در مطالعات ۱۸ نفر [۳۲] و حداکثر ۲۸ نفر [۲۱] بود و حداقل تعداد شرکت‌کنندگان در گروه تمرینات ورزشی و مصرف مکمل دارچین ۹ نفر [۳۲] و حداکثر ۱۴ نفر [۲۱] و در گروه کنترل حداقل ۹ نفر [۳۲] و حدکثر ۱۴ نفر [۲۱] بود (جدول ۱).

ویژگی پروتکل تمرین

در ۱۱ مطالعه به فراتحلیل حاضر وارد شد، حداقل مدت مداخلهٔ تمرینات ورزشی در هر جلسه حداقل ۳۵ تا ۴۵ دقیقه [۲۱] و حداکثر ۴۰ تا ۶۵ دقیقه بود [۳۴، ۳۳]. مداخلهٔ تمرینات ورزشی حداقل ۴ هفته [۳۵] و حداکثر ۱۲ هفته [۳۶] بود که تعداد جلسات تمرین در هر هفته حداقل و حداکثر ۳ جلسه [۴۰-۳۷، ۳۵-۳۲، ۲۲] بود (جدول ۱).

کیفیت مطالعات

یافته‌ها نشان دادند که براساس ارزیابی PEDro، مقالات بررسی‌شده امتیاز ۶ تا ۷ را کسب کردند که این امر بیانگر ثبات نسبی و کیفیت مناسب در طراحی و گزارش‌دهی مطالعات است (جدول ۲).



شکل ۱- فلوچارت جست‌وجو

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

جدول ۱- ویژگی آزمودنی‌های مطالعات

مطالعه–سال	نمونه (جنسیت)	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	متغیرها	سن (سال)	BMI (kg/m2)	نوع تمرین	طول مداخله به هفته (تعداد جلسات در هفته)	مدت تمرین (دقیقه)	نحوهٔ مصرف مکمل (دارچین)	تمرین و شدت تمرین
Delshad و Dashti ۲۰۲۲ [۳۷]	۲۰ زن	اضافه وزن	گلوکز انسولین مقاومت به انسولین	تمرین و مکمل (۱۰ نفر): ۲۵ تا ۳۵ سال کنترل (۱۰ نفر): ۲۵ تا ۳۵ سال	تمرین و مکمل: ۲۸/۲۵ ± ۲/۳۵ کنترل : ۲۸/۱۲ ± ۲/۱۶	ترکیبی (هوازی – TRX)	۸ هفته ۳ جلسه	۳۰ تا ۵۰	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۳ کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی بعد از هر وعده غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه
Dehghanو Abedi ۲۰۲۰ [۳۶]	۲۰ کودک	اضافه وزن	گلوکز انسولین مقاومت به انسولین	تمرین و مکمل (۱۰ نفر) : ۹ تا ۱۱ سال کنترل (۱۰ نفر): ۹ تا ۱۱ سال	تمرین و مکمل : ۲۶/۰۷ ± ۱/۵۵ کنترل: ۲۵/۲۳ ± ۱/۳۵	مقاومتی (بادی بامپ)	۱۲ هفته ۳ جلسه	۴۵	مصرف دارچین روزانه به‌صورت ۳ کپسول ۳۸۰ میلی‌گرمی بود که بعد از هر وعدهٔ غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین با شدت ۴۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه
Arabmomeni و Hidari ۲۰۱۹ [۲۱]	۲۸ مرد	T2DM	گلوکز انسولین مقاومت به انسولین	تمرین و مکمل (۱۴ نفر) : ۴۵ تا ۵۵ سال کنترل (۱۴ نفر): ۴۵ تا ۵۵ سال	تمرین و مکمل: ۲۹/۱۰ ± ۲/۴۸ کنترل: ۲۸/۲۰ ± ۲/۵۰	هوازی	۸ هفته ۳ جلسه	۳۵ تا ۴۵	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۲ کپسول ۱۱۱ میلی‌گرمی و به تعداد ۶ عدد بعد از هر وعده غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه
Parseh و همکاران ۲۰۱۹ [۳۳] شماره ۱	۲۰ زن	اضافه وزن	گلوکز انسولین	تمرین و مکمل (۱۰ نفر): ۲۲/۷۷ ± ۲/۸۶ کنترل (۱۰ نفر) : ۲۶/۱۲ ± ۲/۵۳	تمرین و مکمل: ۲۷/۹۵ ± ۱/۲۸ کنترل: ۲۷/۹۵ ± ۱/۲۸	ترکیبی (هوازی – مقاومتی)	۶ هفته ۳ جلسه	۴۰ تا ۶۵	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۳ عدد کپسول۵۰۰ میلی‌گرم بعد از هر وعدهٔ غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین ترکیبی شامل تمری هوازی با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه و تمرین مقاومتی با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه
Parseh و همکاران ۲۰۱۹ [۳۴] شماره ۲	۲۰ زن	اضافه وزن	گلوکز مقاومت به انسولین	تمرین و مکمل (۱۰ نفر) : ۲۲/۷۷ ± ۲/۸۶ کنترل (۱۰ نفر) : ۲۶/۱۲ ± ۲/۵۳	تمرین و مکمل: ۲۹/۵۹ ± ۳/۴۸ کنترل: ۲۶/۷۶ ± ۳/۱۳	ترکیبی (هوازی – مقاومتی)	۶ هفته ۳ جلسه	۴۰ تا ۶۵	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۳ عدد کپسول۱۵۰۰ میلی‌گرم بعد از هر وعده غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین ترکیبی شامل تمری هوازی با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه و تمرین مقاومتی با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه
Rahmati و همکاران ۲۰۱۹ [۱۹]	۲۰ مرد	اضافه وزن	گلوکز انسولین مقاومت به انسولین	تمرین و مکمل (۱۰ نفر): ۵۰/۱۷ ± ۰/۵۲ کنترل (۱۰ نفر): ۳۰/۱۷ ± ۰/۶۷	تمرین و مکمل: ۲۷/۰۰ ± ۴/۷۵ کنترل: ۲۷/۰۰ ± ۴/۷۵	تناوبی شدید	۶ هفته ۳ جلسه	گزارش نشده	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۳ عدد کپسول۳۸۰ میلی‌گرم بعد از هر وعدهٔ غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین با شدت ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره
Begzadeh و همکاران ۲۰۱۹ [۲۲]	۲۰ مرد	اضافه وزن و مبتلا به T2DM	گلوکز مقاومت به انسولین	تمرین و مکمل (۱۰ نفر): ۴۶/۲۲ ± ۷/۲۸ کنترل (۱۰ نفر): ۴۷/۳۸ ± ۷/۰۸	تمرین و مکمل: ۲۸/۸۵ ± ۲/۷۵ کنترل: ۲۷/۸۴ ± ۲/۴۲	هوازی	۸ هفته ۳ جلسه	گزارش نشده	گزارش نشده	تمرین با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره
Naghavi و Moghadam Shiravand ۲۰۱۶ [۳۸]	۲۰ مرد	چاق	گلوکز انسولین مقاومت به انسولین	تمرین و مکمل (۱۰ نفر): گزارش نشده کنترل (۱۰ نفر): گزارش نشده	تمرین و مکمل: ۳۳/۴۰ ± ۴/۷۰ کنترل: ۳۳/۷۰ ± ۴/۵۰	مقاومتی	۸ هفته ۳ جلسه	گزارش نشده	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۳ عدد کپسول۳۸۰ میلی‌گرمی بعد از هر وعده غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

Amirabadi و همکاران ۲۰۱۶ [۳۹]	۲۴ زن	T2DM	گلوکز	تمرین و مکمل (۱۲ نفر): ۵۲/۱۰ ± ۳/۶۰ کنترل (۱۲ نفر): ۵۳/۱۰ ± ۲/۷۰	تمرین و مکمل: ۲۹/۰۰ ± ۲/۴۰ کنترل: ۲۹/۹۰ ± ۳/۷۰	استقامتی	۸ هفته ۳ جلسه	۴۰ تا ۶۰	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۳ عدد کپسول۵۰۰ میلی‌گرمی بعد از هر وعدهٔ غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه
Torabi و همکاران ۲۰۱۶ [۳۲]	۱۸زن	T2DM	گلوکز	تمرین و مکمل (۹ نفر): ۵۱/۲۲ ± ۳/۶۶ کنترل (۹ نفر): ۵۳/۱۱ ± ۲/۷۵	تمرین و مکمل: ۲۹/۰۰ ± ۲/۴۰ کنترل: ۲۹/۹۰ ± ۳/۷۰	استقامتی	۸ هفته ۳ جلسه	۴۰ تا ۶۰	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۳ عدد کپسول۵۰۰ میلی‌گرمی بعد از هر وعده غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه
Rashidlamir و همکاران ۲۰۱۳ [۳۵]	۲۰ زن	T2DM	گلوکز	تمرین و مکمل (۱۰ نفر): ۴۷/۰۰ ± ۱/۹۰ کنترل (۱۰ نفر): ۵۳/۴۰ ± ۳/۴۰	تمرین و مکمل: ۲۷/۱۰ ± ۴/۳۹ کنترل: ۲۹/۷۸ ± ۲/۳۱	هوازی	۴ هفته ۳ جلسه	۳۵ تا ۵۰	مصرف دارچین را روزانه به‌صورت ۳ عدد کپسول۳۸۰ میلی‌گرمی بعد از هر وعده غذایی (صبح، ظهر و شب) دریافت کردند.	تمرین با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب

جدول ۲- ارزیابی کیفیت مطالعات براساس ابزار Pedro

مطالعه – سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	امتیاز
Delshad و Dashti ۲۰۲۲ [۳۷]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Dehghan و Abedi ۲۰۲۰ [۳۶]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Arabmomeni و Hidari ۲۰۱۹ [۲۱]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Parseh و همکاران ۲۰۱۹ [۳۳] شماره ۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۷
Parseh و همکاران ۲۰۱۹ [۳۴] شماره ۲	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Rahmati و همکاران ۲۰۱۹ [۱۹]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Begzadeh و همکاران ۲۰۱۹ [۲۲]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Naghavi Moghadam و Shiravand ۲۰۱۶ [۳۸]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Amirabadi و همکاران ۲۰۱۶ [۳۹]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Torabi و همکاران ۲۰۱۶ [۳۲]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶
Rashidlamir و همکاران ۲۰۱۳ [۳۵]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۶

معیارهای ارزیابی کیفیت مطالعات شامل: ۱)مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲) اختصاص شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳) آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان ، ۴) یکسان بودن آزمودنی‌ها از نظر وزن بدن در گروه‌های مختلف مطالعه، ۵) وجود ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی پژوهش (Blinding of all assessors)، ۶) خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان از پژوهش ۷) انجام تجزیه‌وتحلیل به‌صورت (ITT)، ۸) وجود گزارش تفاوت‌های آماری بین گروه‌ها برای متغیر اصلی پژوهش، ۹) وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value).

نتایج فراتحلیل

اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر گلوکز

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۱۱ مطالعه نشان داد که گروه ترکیبی (تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین) سبب کاهش معنادار گلوکز [۰/۰۰۱ =P، (-۱۹/۵۹۹ الی -۷/۰۳۴) -۱۳/۳۱۷= WMD] نسبت به گروه کنترل در افراد چاق و T2DM شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود دارد (۰/۰۰۱ =P، ۸۷/۰۴۱ =I^2). نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان‌دهندهٔ عدم وجود سوگیری انتشار غیرمعنادار برای گلوکز (۰/۱۹۴ =P) بود.

اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر انسولین

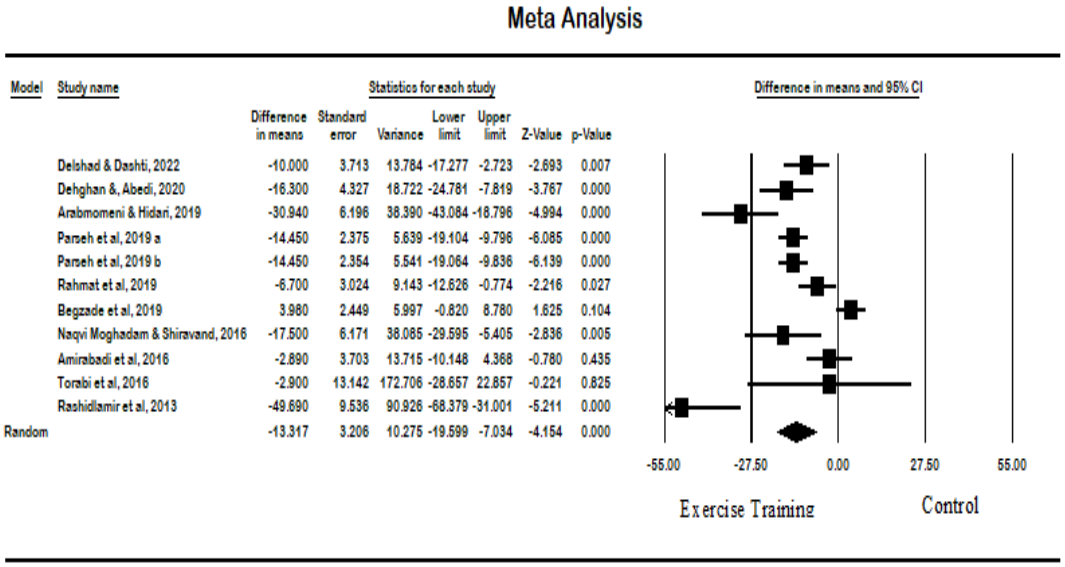
تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۶ مطالعه نشان داد که گروه ترکیبی (تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین) سبب کاهش غیرمعنادار انسولین [۰/۰۶۰ =P، (-۴/۳۳۳ الی ۰/۰۸۸) -۲/۱۲۳= WMD] نسبت به گروه کنترل در افراد چاق و T2DM شد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود دارد (۰/۰۰۱ =P، ۸۵/۹۰۶ =I^2). نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان‌دهندهٔ وجود سوگیری انتشار معنادار برای انسولین (۰/۰۰۳ =P) بود.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]

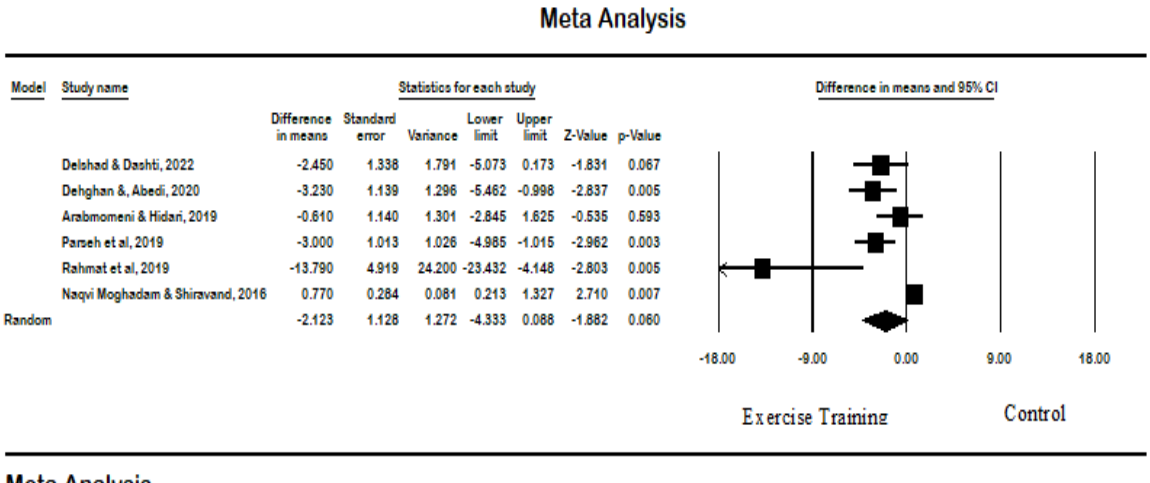
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر مقاومت به انسولین

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۷ مطالعه نشان داد که گروه ترکیبی (تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین) سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین [WMD= −۱/۰۹۸ (−۰/۶۱۸ الی −۱/۵۷۷)، P= ۰/۰۰۱] نسبت به گروه کنترل در افراد چاق و T2DM شد (شکل ۴). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود دارد (P= ۰/۰۰۱، I^2= ۸۹/۹۰۱). نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان‌دهندهٔ وجود سوگیری انتشار معنادار برای مقاومت به انسولین (P= ۰/۰۳۵) بود.



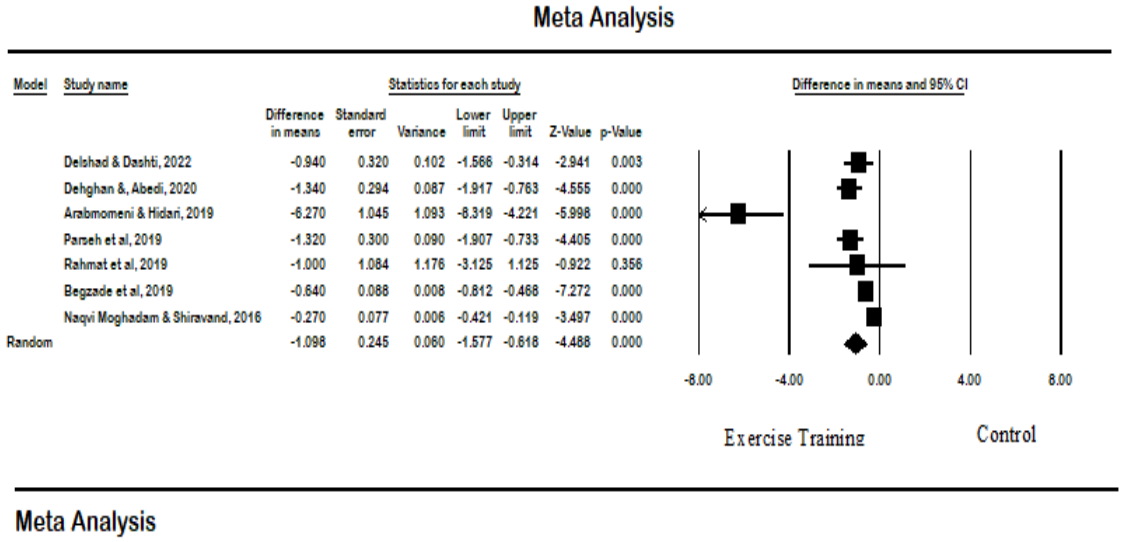
شکل ۲- نمودار انباشت (Forest Plot)، اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر گلوکز در افراد چاق و T2DM



شکل ۳- نمودار انباشت (Forest Plot)، اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر انسولین در افراد چاق و T2DM

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]



شکل ۴- نمودار انباشت (Forest Plot)، اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر مقاومت به انسولین در افراد چاق و T2DM

بحث

هدف پژوهش فراتحلیل حاضر، بررسی اثر ترکیبی تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر شاخص‌های گلایسمی در افراد چاق و دیابتی نوع دو بود. نتایج ۱۱ مطالعه روی ۲۳۰ آزمودنی چاق و دیابتی نوع دو حاکی از این بود که انجام تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش معنادار گلوکز و مقاومت به انسولین در افراد چاق و دیابتی نوع دو نسبت به گروه کنترل شد. امّا تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش غیر معنادار انسولین در افراد چاق و دیابتی نوع دو نسبت به گروه کنترل شد.

در مطالعهٔ Delshad و Dashti (۲۰۲۲) گزارش دادند که هشت هفته تمرین ترکیبی و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش معنادار انسولین و مقاومت به انسولین و همچنین کاهش غیرمعنادار در گلوکز نسبت به گروه کنترل در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن گردید [۳۷]. در مطالعهٔ Dehghan و Abedi (۲۰۲۰) بیان کردند که دوازده هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش معنادار گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین نسبت به گروه کنترل در کودکان دارای اضافه وزن شد [۳۶].

Arabmomeni و Hidari (۲۰۱۹) گزارش دادند که هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش معنادار گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین نسبت به گروه کنترل در مردان دیابتی نوع دو گردید [۲۱]. در مطالعه‌های Parseh و همکاران (۲۰۱۹) نتایج آنها نشان داد که ۶ هفته تمرین ترکیبی و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش معنادار گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین در زنان اضافه وزن مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شد [۳۳, ۳۴]. در مطالعهٔ Rahmati و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که شش هفته تمرین تناوبی شدید و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش معنادار گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین نسبت به گروه کنترل در پسران دارای اضافه وزن گردید [۱۹]. همچنین در مطالعهٔ Begzadeh و همکاران (۲۰۱۶) نتایج نشان داد که در هر دو گروه هشت هفته تمرین هوازی با و بدون مصرف دارچین موجب کاهش معنادار گلوکز و ویسفاتین خون و همچنین افزایش معنادار در میزان آدیپونکتین شد و این درحالی بود مقاومت به انسولین تنها در گروه تمرین هوازی به همراه مصرف دارچین نسبت به گروه کنترل کاهش معنادار در مردان دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت نوع دو شد [۲۲]. در مطالعهٔ Naghavi Moghadam و Shiravand (۲۰۱۶) نتایج آنها نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش غیرمعنادار گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین نسبت به گروه کنترل در مردان چاق گردید [۳۸]. در مطالعات Amirabadi و همکاران (۲۰۱۶) و Torabi و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که هشت هفته تمرین استقامتی و مصرف مکمل دارچین موجب کاهش غیرمعنادار گلوکز نسبت به گروه کنترل در زنان مبتلا به دیابت نوع دو ایجاد نشد [۳۲، ۳۹]. Rashidlamir و همکاران (۲۰۱۳) نتایج آنها نشان داد که چهار هفته تمرین هوازی موجب کاهش معنادار گلوکز در زنان مبتلا به دیابت نوع دو گردید [۳۵]. علت این ناهمسویی در نتایج، ممکن است به‌دلیل پروتکل‌های تمرین مختلف، دوزهای متفاوت مصرفی مکمل دارچین، زمان‌بندی نمونه‌گیری و وضعیت فیزیولوژیکی و پاتولوژیک مختلف آزمودنی‌ها باشد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

مقاومت به انسولین و اختلال سوخت‌وساز گلوکز به‌طور معمول یک روند تدریجی است و با زیاد شدن بیش از حد وزن و چاقی شروع می‌شود. مقاومت به انسولینی پایه مرکزی سندرم متابولیک در نظر گرفته شده، و مطالعات نشان داده‌اند تمرین ورزشی سبب بهبود هموستاز گلوکز و افزایش حساسیت انسولین می‌شود [۴۱]. تمرین ورزشی به عنوان یک راهبرد غیردارویی در بهبود کنترل گلیسمی و کاهش گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین و عوارض ناشی از چاقی، دیابت و بیماری‌های قلبی- عروقی همواره مورد توجه قرار داده شده است [۴۲]. سازکارهایی که سبب افزایش عمل انسولین بعد از انجام تمرینات ورزشی می‌شوند، افزایش پیام‌رسانی پیش گیرنده‌ای انسولین، افزایش پروتئین انتقال دهندهٔ GLUT4، افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی گلیکوژن به‌علت افزایش فعالیت آنزیم کلیگوژن سنتاز و هگزوکیناز، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به‌علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییرات در ترکیب عضله در جهت افزایش برداشت گلوکز و کاهش رهایی و افزایش پاک شدن اسیدهای چرب آزاد است [۴۳]. سازکارهای کاهش مقاومت به انسولین پس از فعالیت بدنی را می‌توان چنین بیان کرد که تجمع چربی اضافی از دو مسیر اصلی مجزا، موجب مقاومت به انسولین می‌شود که شامل دگرگون شدن سیگنالینگ انسولین یا سایتوکین‌های ترشح شده از بافت چربی و آسیب یا مرگ سلول‌های بتای پانکراس در اثر تجمع اسیدهای چرب آزاد است، ولی فعالیت‌های ورزشی با کاهش تجمع چربی، احتمالاً ضمن تغییر در میزان برخی آدیپوکاین‌ها و کاهش تجمع اسیدهای چرب، حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشد و از مقاومت به انسولین نیز پیشگیری می‌کند [۴۴]. فعالیت‌های ورزشی مقاومت به انسولین به‌دلیل انقباض موقتی عضله و افزایش جذب گلوکز و تودهٔ عضلهٔ اسکلتی بهبود می‌بخشد [۴۵]. برخی محققان سازکار بهبود عمل انسولین را هم، مثبت اجزای پس‌گیرندهٔ انسولین (مانند غلظت پروتئین گیرندهٔ انسولین، پروتئین کیناز B و سنتز گلیکوژن) و همچنین پروتئین انتقال دهندهٔ GLUT4 می‌دانند [۴۶]. نقش فعالیت ورزشی در افزایش عملکرد انسولین از طریق کاهش تجمع تری‌گلیسریدهای درون سلولی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب مشخص شده است [۴۶]. سازکارهای دیگری که برای افزایش حساسیت به انسولین و کاهش مقاومت به آن پس از انجام فعالیت بدنی، چندین سازکار مهم از جمله بالا رفتن میزان گلیکوژن سنتتاز و هگزوکیناز [۴۷]، بالا رفتن میزان سیگنالینگ انسولین بعد از گیرنده [۴۸]، بالا رفتن میزان پروتئین‌های حاوی گلوکز و mRNA[1] [۴۹]، پایین آمدن میزان رهای اسیدهای چرب آزاد و بالا رفتن میزان پاک‌سازی آنها [۵۰] و نیز بالا رفتن میزان تحویل گلوکز به عضله و تغییر در ترکیب عضله [۵۱] وجود دارد. بنابراین تمرینات ورزشی از طریق فعال‌سازی پروتئین کیناز فعال‌شونده AMPK[2] و افزایش فعالیت فسفوانوزیتید ۳-کیناز (PI3-Kinase)[3] و Akt/PKB می‌تواند موجب افزایش حساسیت به انسولین شود. در نتیجه انسولین کمتری جهت تنظیم گلوکز خون پس از تمرین مورد نیاز است [۵۲].

دارچین به‌عنوان تقویت کننده اثر انسولین در متابولیسم کربوهیدرات نام می‌برند و چنین بیان شده که عامل ناشناخته‌ای در دارچین وجود دارد که باعث افزایش قدرت عمل انسولین در متابولیسم کربوهیدرات می‌شود [۵۳]. عامل ناشناخته موجود در دارچین را با عنوان متیل هیدروکسی کلکون پلیمر[4] (MHCP) توصیف نموده‌اند. MHCP سلول‌های چربی را با فعال کردن آنزیم انسولین رسپتورکیناز[5] نسبت به انسولین حساس ساخته و با ممانعت از عمل پروتئین تیروزین فسفاتاز[6] که باعث بلوکه شدن عمل انسولین می‌شود، منجر به فسفریله شدن گیرنده انسولین شده و در نتیجه، حساسیت انسولین افزایش می‌یابد [۵۴]. اثرات دارچین بر بهبود سطوح مقاومت به انسولین را به دلیل ماده مؤثر متیل هیدروکسی کالکون موجود در دارچین عنوان کرده‌اند که شبیه انسولین عمل کرده و به دارچین خاصیت انسولینی می‌دهد [۵۵، ۱۴]. دارچین آنزیم گلیکوژن سنتاز را فعال و فعالیت آنزیم گلیکوژن سنتتاز کیناز ۳ را مهار می‌کند و باعث افزایش جذب گلوکز می‌شود. همچنین، دارچین باعث فعال شدن گیرندهٔ انسولین کیناز و مهار شدن دفسفریلاسیون گیرندهٔ انسولین شده که این امر منجر به حداکثر رسیدن فسفوریلاسیون گیرندهٔ انسولین می‌شود. تمامی این اثرات منجر به افزایش حساسیت انسولین و کاهش مقاومت به انسولین می‌شوند [۳۵].

نقاط قوت و محدودیت‌ها

فراتحلیل حاضر دارای چندین نقاط قوت است. با توجه به این‌که تفاوت در نوع تمرین، مدت و یا شدت تمرین و همچنین

[1] messenger Ribonucleic Acid
[2] AMP-activated protein kinase
[3] Phosphoinositide 3-Kinase

[4] Methylehydroxy chalcone polymers
[5] Insulin receptor kinase
[6] Protein tyrosine phosphatase

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

دوزهای مصرفی مختلف مکمل دارچین می‌تواند بر نتایج کل فراتحلیل تأثیرگذار باشد، پروتکل‌های ورزشی مطالعات وارد شده در این فراتحلیل شامل تمرین مختلف ورزشی بودند. محدودیت‌های مطالعه حاضر شامل ۱- تعداد مطالعاتی که اثر تمرینات ورزشی و مصرف مکمل دارچین بر سطوح شاخص‌های گلایسمی در افراد چاق و دیابتی نوع دو را بررسی کردند، محدود بود، که در این فراتحلیل از مطالعات کوهورت و RCT استفاده شد. ۲- مطالعات وارد شده دارای حجم نمونه پایین بودند. ۳- نتایج تحلیل داده‌ها نشان دهندهٔ سطح بالایی از ناهمگونی بود که لازم است در زمان تحلیل نتایج در نظر گرفته شود. ۴- مطالعات تصادفی موجود تخصیص پنهان را گزارش نکرده بودند و ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی پژوهش (گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین) وجود نداشت. ۵- بیماران در مطالعات داروهای متفاوتی مصرف می‌کردند، بی‌تحرک بودند و تعداد سال‌های مبتلا شدن آنها به دیابت متفاوت بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود با افزایش تعداد مطالعات اولیه در سال‌های آینده، انجام یک مطالعهٔ فراتحلیل با تعداد مطالعات بیشتر جهت انجام تحلیل زیرگروهی براساس سن، نمایهٔ تودهٔ بدنی (BMI)[1] و مولفه‌های دیگر پروتکل تمرینی از جمله مدت هر جلسه تمرین، شدت تمرین و تعداد جلسات در هفته لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین در افراد چاق و دیابتی نوع دو موجب بهبود گلوکز و مقاومت به انسولین می‌شود و این اثرات مفید با تغییر در انسولین همراه نیست. از آنجا که استفاده از گیاهان دارویی در مقایسه با داروهای شیمیایی از عوارض کمتری برخوردار است، به‌نظر می‌رسد می‌توان از ترکیب تمرین ورزشی و مصرف مکمل دارچین به‌عنوان روشی مفید در ایجاد تغییرات مثبت مربوط به کاهش شاخص‌های گلیسمی و کاهش اختلالات مرتبط T2DM و چاقی استفاده کرد.

حمایت مالی

این مطالعه هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از داورهای محترم به جهت افزایش غنای کار تقدیر نمایند.

[1] Body Mass Index

References

1. KhajehLandi M, Bolboli L, Bolbol S, Zabihi B. Effect of One Course Pilates Exercise Program on Serum Levels of Resistin, Visfatin, and Chemerin in Overweight Women. *Internal Medicine Today*. 2020; 27(1):98-113.
2. Ferrari F, Bock PM, Motta MT, Helal L. Biochemical and Molecular Mechanisms of Glucose Uptake Stimulated by Physical Exercise in Insulin Resistance State: Role of Inflammation. *Arq Bras Cardiol*. 2019; 113(6):1139-48.
3. Roden M, Shulman GI. The integrative biology of type 2 diabetes. Nature. 2019;576(7785):51-60.
4. Asiimwe D MG, Kiconco R. Prevalence and risk factors associated with type 2 diabetes in elderly patients aged 45-80 years at Kanungu District. *J Diabetes Res*. 2020; 1-5.
5. Abedi B AR, Saremi A. The effect of acute endurance training on plasma irisin and insulin resistance in obese and overweight women. *Complementary Medicine Journal*. 2017; 7(2):1887-96.
6. Ramezankhani A, Soori R, Ravasi A, Akbarnejad A. Comparison of aerobic exercise and caloric restriction on serum preptin levels and indicators of insulin resistance in obese sedentary women. Iranian *Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2015; 17:308-15.
7. Safdar A, Saleem A, Tarnopolsky MA. The potential of endurance exercise-derived exosomes to treat metabolic diseases. *Nat Rev Endocrinol*. 2016; 12(9):504-17.
8. Goodpaster BH, Sparks LM. Metabolic Flexibility in Health and Disease. *Cell Metab*. 2017; 25(5):1027-36.
9. Ramezani S, Poorrahim A, Yaghoubi M, Rasuli M. The effect of different types of exercise on indicators

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

related to type 2 diabetes: A systematic review. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2023; 27(3):340-54.
10. Ramezani S, Porrahim Ghouroghchi A, Yaghobi M, Afroundeh R, Rasouli M. The Effect of Eight Weeks of Resistance Training on the Plasma Levels of Preptin and Endothelin 1 in Men with Type 2 Diabetes. *ijdld*. 2023; 23(2):80-90.
11. Moncada M BM, Silva ML. Effects of cinnamon on cardiovascular risk factors and type 2 diabetes In book: *Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-Communicable Diseases*. 2022; 423-9.
12. Cao H, Polansky MM, Anderson RA. Cinnamon extract and polyphenols affect the expression of tristetraprolin, insulin receptor, and glucose transporter 4 in mouse 3T3-L1 adipocytes. *Arch Biochem Biophys*. 2007; 459(2):214-22.
13. Imparl-Radosevich J, Deas S, Polansky MM, Baedke DA, Ingebritsen TS, Anderson RA, Graves DJ. Regulation of PTP-1 and insulin receptor kinase by fractions from cinnamon: implications for cinnamon regulation of insulin signalling. *Horm Res*. 1998; 50(3):177-82.
14. Khan A, Safdar M, Ali Khan MM, Khattak KN, Anderson RA. Cinnamon improves glucose and lipids of people with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2003; 26(12):3215-8.
15. Blevins SM, Leyva MJ, Brown J, Wright J, Scofield RH, Aston CE. Effect of cinnamon on glucose and lipid levels in non insulin-dependent type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2007; 30(9):2236-7.
16. Hosseini S, Shojaei S, Hosseini S. The effects of cinnamon on glycemic indexes and insulin resistance in adult male diabetic rats with streptozotocin. *Yafteh*. 2015; 16(4):70-8.
17. Bayat Hadith KH, Babaei Masoud, Arnavazi Yamchi Nazanin, Azarbaijani Mohammad Ali. Investigating the interactive effect of a high-intensity interval training course and cinnamon supplementation on the levels of some inflammatory and anti inflammatory markers in overweight men. *Research in sports nutrition*. 2022; (2):35-43.
18. 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. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2019; 14(28):173-8.
19. Rahmati M, Kazemi A, Kerendi H, Sheibak A. The Effect of HIIT with Supplementation of Cinnamon on DPP4 Concentration, Insulin Resistance, BMI and Vo2max in Overweight Boys. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2019; 15(29):119-32.
20. Sarikhani P, Yosefvand A, Zeynali N. The effect of 8 weeks of intense interval training and cinnamon supplementation on serum apelin concentration and insulin resistance in obese boys. *Journal of motor and behavioral sciences*. 2022; 5(3):227-34.
21. Arabmomeni A, Haji Hidari M. Comparing the Effects of Three Methods, Cinnamon Supplementation, Aerobic Exercise and Concurrent (Aerobic Exercise - Supplement) on Serum Glucose, Insulin and Insulin Resistance in Type 2 Diabetic Patients. *Medical Journal of Mashhad university of Medical Sciences*. 2019; 62(2):1430-9.
22. Mehdi Begzadeh SH, Hasan Safikhani. 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. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2019; 14(28):173-7.
23. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev*. 2015; 4(1):1.
24. Tarsilla M. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. *Journal of Multidisciplinary Evaluation*. 2008; 6:142-8.
25. Mogharnasi M, Kazeminasab F, Zafarmand O, Hassanpour N. The effect of aerobic and resistance training on Omentin-1 and Nesfatin-1 levels in adults: A systematic review and meta -Analysis. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2024; 30(4):295-315.
26. Kazemi Nesab F, Zafarmand O. Comparison of the effects of high-intensity intermittent training and moderate-intensity continuous training on cardiometabolic factors in type 2 diabetic patients: a systematic review and meta-analysis. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2024; 28(1):96-109.
27. Zafarmand O, Mogharnasi M, Moghadasi M. The effect of exercise training on serum levels of adipokines related to energy homeostasis (adropin, asprosin) and insulin resistance in patients with type 2 diabetes or obesity: A Systematic review and meta-Analysis. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2024; 11(2): 23-43.
28. Khalafi M, Malandish A, Rosenkranz SK, Ravasi AA. Effect of resistance training with and without caloric restriction on visceral fat: A systemic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2021; 22(9):e13275.
29. Khalafi M, Alamdari KA, Symonds ME, Nobari H, Carlos-Vivas J. Impact of acute exercise on immediate and following early post-exercise FGF-21 concentration in adults: systematic review and meta-analysis. *Hormones (Athens)*. 2021; 20(1):23-33.
30. Zafarmand O, Kazeminasab F. Effect of Aerobic Training on Homocysteine and Lipid Profiles in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Internal Medicine Today*. 2023; 29 (4): 191-205.
31. Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *Bmj*. 1997; 315(7109):629-34.
32. Torabi S, Asad MR, Tabrizi A. The effect of endurance training with cinnamon supplementation on plasma concentrations of liver enzymes (ALT, AST) in women with type II diabetes. *Tehran University Medical Journal*. 2016; 74(6):433-41.
33. Parseh S, Shakerian S, Alizadeh AA. Effect of Six Weeks of Aerobic / Resistance Training with Supplementation of Cinnamon on Glucose, Insulin and Fat Mass in Overweight Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Internal Medicine Today*. 2019; 25(2):93-101.
34. Parseh S, Shakerian S, Alizadeh AA. Effect of Chronic Aerobic/Resistive Exercises with Supplementation of Cinnamon on Insulin Resistance

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]

in Women with Polycystic Ovary Syndrome in Ahvaz City in 2017. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2019; 22(1):15-26.
35. Rashidlamir A, Alizadeh A, Ebrahimiatri A, Dastani M. The Effect of Four-Week Period of Aerobic Exercise with Cinnamon Consumption on Lipoprotein Indicates and Blood sugar in Diabetic Female Patients (Type 2). *The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2013; 20(5):605-14.
36. Dehghan T, Abedi B. Effect of 12-Week Body Pump with Consumption of Cinnamon and Honey on Resistin, Visfatin and Insulin Resistance in Overweight Children. *Iranian-J-Nutr-Sci-Food-Technol*. 2020; 15(1):1-10.
37. 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 Medical Sciences Journal*. 2022; 26(6):703-13.
38. Naghavi Moghadam A, Shiravand M. Effect of 8 weeks of resistance training with cinnamon supplementation in obese men glycemic index. *Nurse and Physician Within War.* 2016; 4(12):133-9.
39. Amirabadi F, Asadi MR, Tabrizi A. The effect of endurance training and use of cinnamon supplement on antioxidant index and lipid peroxidation as additional care in middle-aged female diabetic type II patients. *Journal of Diabetes Nursing*. 2016; 4(3):48-59.
40. Dehghan T, Abedi B. Effect of 12-Week Body Pump with Consumption of Cinnamon and Honey on Resistin, Visfatin and Insulin Resistance in Overweight Children. I*ranian-J-Nutr-Sci-Food-Technol*. 2020; 15(1):1.
41. Lakka TA, Laaksonen DE. Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007; 32(1):76-88.
42. Aghamohammadi M, Habibi A, Ranjbar R. The Effect of Selective Aerobic Training on Serum Irisin Levels and Insulin Resistance Index in Women with Type 2 Diabetes. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2016; 18(11):1-9.
43. Jafari-Adli S, Jouyandeh Z, Qorbani M, Soroush A, Larijani B, Hasani-Ranjbar S. Prevalence of obesity and overweight in adults and children in Iran; a systematic review. *J Diabetes Metab Disord*. 2014; 13(1):121.
44. Kim ES, Im JA, Kim KC, Park JH, Suh SH, Kang ES, et al. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. *Obesity (Silver Spring)*. 2007; 15(12):3023-30.
45. Henriksen EJ. Invited review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. *J Appl Physiol (1985)*. 2002; 93(2):788-96.
46. Bonen A, Dohm GL, van Loon LJ. Lipid metabolism, exercise and insulin action. *Essays Biochem*. 2006; 42:47-59.
47. Uslu S, Kebapçi N, Kara M, Bal C. Relationship between adipocytokines and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes mellitus. *Exp Ther Med*. 2012; 4(1):113-20.
48. Shahgholi Abasi R, Izadi M, Soheili S, Imanzadeh R. Serum Resistin and Insulin Resistance Responses to Long-Term Physical Exercise in the Absence of Diet Control in Middle-Aged Obese Men. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2012; 21(86):126-30.
49. Jung SH, Park HS, Kim KS, Choi WH, Ahn CW, Kim BT, et al. Effect of weight loss on some serum cytokines in human obesity: increase in IL-10 after weight loss. *J Nutr Biochem*. 2008; 19(6):371-5.
50. Suh S, Jeong IK, Kim MY, Kim YS, Shin S, Kim SS and et al. Effects of resistance training and aerobic exercise on insulin sensitivity in overweight korean adolescents: a controlled randomized trial. *Diabetes Metab J*. 2011; 35(4):418-26.
51. Suntraluck S, Tanaka H, Suksom D. The Relative Efficacy of Land-Based and Water-Based Exercise Training on Macro- and Microvascular Functions in Older Patients With Type 2 Diabetes. *J Aging Phys Act*. 2017; 25(3):446-52.
52. Hosseini Kakhk SA, Attarzadeh Z, Haghighi A. A comparison of the effects of two aquatic exercise sessions with different duration on adiponectin and insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 1970; 20(4):563-72.
53. Qin B, Panickar KS, Anderson RA. Cinnamon: potential role in the prevention of insulin resistance, metabolic syndrome, and type 2 diabetes. *J Diabetes Sci Technol*. 2010;4(3):685-93.
54. Anderson RA, Broadhurst CL, Polansky MM, Schmidt WF, Khan A, Flanagan VP, et al. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. *J Agric Food Chem*. 2004; 52(1):65-70.
55. Solomon TP, Blannin AK. Changes in glucose tolerance and insulin sensitivity following 2 weeks of daily cinnamon ingestion in healthy humans. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 105(6):969-7

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-11]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i1.21328]