Journal of Sport and Exercise Physiology
2026, 19(1): 36-57

Orginal Article

# The effect of 10 weeks of total body resistance training with chamomile extract supplementation on serum lipocalin-2 levels and glycemic indices in type 2 diabetic women

**Maryam Niknam, Bahloul Ghorbanian [*], Yousef Saberi**

Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

**Abstract**

**Background and Purpose:** Type 2 diabetes is one of the most common metabolic disorders worldwide. Considering the complications and problems caused by diabetes, the use of herbal medicines can be a therapeutic and controlling method. Moreover, exercise is an important therapeutic component of type 2 diabetes. Given the limited information in these cases, the aim of the present study was to investigate the effect of 10 weeks of total body resistance training with chamomile extract supplementation on serum lipocalin-2 levels and glycemic indices in type 2 diabetic women.

**Materials and Methods:** For this purpose, in a double-blind clinical trial, 44 inactive diabetic women aged 40 to 60 years (mean, height, 159.45 cm; weight, 76.83 kg; age, 51.25 years; BMI 30.24 kg/m$^2$) were voluntarily selected and randomly divided into four groups (n=11 per group), including the exercise + supplement group, exercise + placebo group, chamomile group, and placebo group. The exercise protocol consisted of 10 weeks of TRX training, 3 sessions per week (at an intensity corresponding to 13-17 Borg scale). The supplement and placebo groups received three 500 mg capsules daily containing chamomile extract and placebo (corn starch powder). Lipocalin 2, fasting blood sugar, insulin, and insulin resistance levels were measured before and after the intervention. Data were analyzed using ANOVA, Tukey's post hoc and paired t-tests.

**Results:** Blood glucose, insulin and insulin resistance index levels in all three study groups showed a significant decrease compared to the placebo group ($p = 0.001$). However, lipocalin 2 was significantly reduced only in the exercise+supplement and exercise+placebo groups compared to the placebo group ($p = 0.001$). Furthermore, the exercise+supplement group had a significant difference in blood glucose, insulin and insulin resistance index variables compared to the exercise+placebo and chamomile groups ($p = 0.005$). In addition, in the case of lipocalin-2, the exercise+supplement group had a significant difference compared to the chamomile group ($p = 0.005$), though, there was no significant difference compared to the exercise+placebo group.

[*] Corresponding Author's E-mail: b.ghorbanian@azaruniv.ac.ir
https://doi.org/10.48308/joeppa.2025.240768.1381
Received: 21/07/2025 Revised: 26/08/2025 Accepted: 01/09/2025

**Copyright:** © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**Conclusion:** Based on the findings of present study, it could be concluded that performing whole body resistance training with chamomile extract supplementation can reduce fasting blood sugar, insulin, insulin resistance, and lipocalin 2 levels in women with type 2 diabetes and be beneficial in improving women's health.

**Keywords:** TRX, type 2 diabetes, chamomile extract, lipocalin 2, glycemic indices

**How to cite this article:** Niknam M, Ghorbanian B, Saberi Y. The effect of 10 weeks of total body resistance training with chamomile extract supplementation on serum lipocalin-2 levels and glycemic indices in type 2 diabetic women. J Sport Exerc Physiol. 2026;19(1):36-57.

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
۱۴۰۵، دوره ۱۹، شماره ۱، صفحه‌های ۳۶-۵۷

مقاله پژوهشی

# تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی کل بدن با دریافت مکمل عصارۀ بابونه بر سطح سرمی لیپوکالین-۲ و نشانگرهای گلایسمیک زنان دیابتی نوع دو

مریم نیک‌نام، بهلول قربانیان *، یوسف صابری

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدۀ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

## چکیده

**زمینه و هدف:** دیابت نوع دو یکی از شایع‌ترین اختلالات سوخت‌وسازی در سراسر جهان است. با توجه به عوارض و مشکلات ناشی از دیابت، استفاده از داروهای گیاهی یک راه درمانی و کنترل‌کننده می‌تواند باشد. همچنین فعالیت ورزشی، جزء درمانی مهم دیابت نوع دو است. با توجه به اطلاعات محدود در این موارد، هدف این پژوهش، بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی کل بدن با دریافت مکمل عصارۀ بابونه بر سطح سرمی لیپوکالین ۲ و نشانگرهای گلایسمیک زنان دیابتی نوع دو است.

**مواد و روش‌ها:** بدین منظور در یک کارآزمایی بالینی دوسویه کور، ۴۴ زن دیابتی غیرفعال ۴۰ تا ۶۰ ساله (میانگین قد ۱۵۹/۴۵ سانتی‌متر، وزن ۷۶/۸۳ کیلوگرم، سن ۵۱/۲۵ سال، BMI ۳۰/۲۴ کیلوگرم بر متر مربع) به‌صورت داوطلبانه انتخاب و با آرایش تصادفی به چهار گروه ۱۱ نفری شامل گروه تمرین+مکمل (T+Cham)، گروه تمرین+دارونما (T+P)، گروه بابونه (Cham) و گروه دارونما (P) جایگزین شدند. مداخله شامل ۱۰ هفته تمرین TRX و سه جلسه در هفته (با شدت فشار ۱۳ تا ۱۷ بورگ) بود. گروه‌های مکمل و دارونما روزانه سه عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرم حاوی عصارۀ بابونه و پودر نشاستۀ ذرت دریافت کردند. پیش و پس از مداخله سطوح لیپوکالین ۲، قند خون ناشتا، انسولین و مقاومت انسولینی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس، تعقیبی توکی و t همبسته در سطح معناداری P≤ ۰/۰۵ تحلیل شد.

**یافته‌ها:** میزان سطوح گلوکز خون، انسولین و نشانگر مقاومت انسولینی در هر سه گروه مورد بررسی نسبت به گروه دارونما کاهش معناداری نشان داد (P=۰/۰۰۱ ). اما لیپوکالین ۲، فقط در گروه‌های تمرین+مکمل و تمرین+دارونما نسبت به گروه دارونما کاهش معناداری داشت (P=۰/۰۰۱ ). همچنین گروه تمرین+مکمل در مورد متغیرهای گلوکز خون، انسولین و نشانگر مقاومت انسولینی نسبت به گروه‌های تمرین+دارونما و گروه بابونه تفاوت معناداری داشت (P ≤۰/۰۰۵ ). افزون بر این، در مورد لیپوکالین-۲، گروه تمرین+مکمل نسبت به گروه بابونه تفاوت معناداری داشت (P ≤۰/۰۰۵)، اما نسبت به گروه تمرین+دارونما تفاوت معناداری وجود نداشت.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که انجام تمرین مقاومتی کل بدن با دریافت مکمل عصارۀ بابونه می‌تواند موجب کاهش سطوح قند خون ناشتا، انسولین، مقاومت انسولینی و لیپوکالین دودر زنان مبتلا به دیابت نوع دو شود و در جهت افزایش سلامت زنان مفید باشد. همچنین این مداخله می‌تواند به‌عنوان راهکار مکمل و غیردارویی در بهبود وضعیت بیماران مبتلا به دیابت نوع دو استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:** تی آر ایکس، دیابت نوع دو، عصارۀ بابونه، لیپوکالین ۲، نشانگرهای گلایسمیک.

**نحوه استناد به این مقاله:** نیک نام م، قربانیان ب، صابری ی. تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی کل بدن با دریافت مکمل عصارۀ بابونه بر سطح سرمی لیپوکالین-۲ و نشانگرهای گلایسمیک زنان دیابتی نوع دو. . نشریۀ فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۵؛۱۹(۱):۳۶-۵۷.

* رایانامه نویسنده مسئول: b.ghorbanian@azaruniv.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۳۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۰

## مقدمه

دیابت نوع دو (T2DM[1]) شایع‌ترین اختلال سوخت‌وسازی است که بیش از ۹۰ درصد از کل دیابت را تشکیل می‌دهد (۱) و با هایپرگلایسمی مزمن مشخص می‌شود که بیشتر ناشی از اختلال در تولید انسولین و کاهش تنظیم سوخت‌وساز گلوکز است (۲). این بیماری کم‌وبیش از هر ۱۱ بزرگسال، یک نفر را مبتلا می‌کند و مسئول ۱۱ درصد مرگ‌ومیر سالانه است (۳). فدراسیون بین‌المللی دیابت (IDF[2]) در سال ۲۰۲۱ گزارش داد که نزدیک به ۵۳۶ میلیون فرد بین ۲۰ تا ۷۹ سال در سراسر جهان به دیابت مبتلا هستند که پیش‌بینی‌ها حاکی از افزایش آن به ۷۸۴ میلیون بزرگسال تا سال ۲۰۴۵ است و بیش از ۹۰ درصد آن‌ها به T2DM تعلق دارند (۴). پژوهش فراتحلیلی جامع در بازۀ زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۳ شیوع چشمگیر برآوردی ۱۰/۸ درصدی دیابت نوع دو را در ایران نشان می‌دهد (۵).

بیشتر بیماران مبتلا به دیابت نوع دو دارای مقاومت به انسولین و اختلال در ترشح انسولین هستند؛ در این حالت افزایش درخواست برای عملکرد انسولین ناشی از مقاومت، با ترشح انسولین جبران نمی‌شود (۶). انسولین تنظیم‌کنندۀ اصلی سوخت‌وساز گلوکز، چربی و پروتئین است. انسولین بیشتر روی بافت‌های محیطی (عضله، کبد و بافت چربی) اثر می‌گذارد و سبب افزایش جذب گلوکز، استفاده از آن در سنتز گلیکوژن و مهار فرایند گلوکونئوژنز در کبد می‌شود (۷، ۸). مقاومت به انسولین روی‌هم‌رفته به‌عنوان کاهش پاکسازی گلوکز در ماهیچه‌های اسکلتی، اختلال در سرکوب تولید گلوکز توسط کبد و کاهش نرخ لیپولیز در بافت چربی تعریف می‌شود و نه‌تنها T2DM را پیش‌بینی می‌کند، بلکه به بیماری‌های قلبی-عروقی وابسته است (۹).

بیشتر بیماران مبتلا به T2DM چاق هستند یا درصد چربی بدنشان بیشتر است که بیشتر در ناحیۀ شکم پخش و پراکنده شده است. این بافت چربی خود مقاومت به انسولین را از طریق سازوکارهای التهابی مختلف، از جمله افزایش ترشح اسید چرب آزاد (FFA[3]) و اختلال در تنظیم آدیپوکین، افزایش می‌دهد (۱۰). لیپوکالین دو (LCN2[4]) آدیپوکائینی که چندین سال پیش شناخته شد و همچنین به‌عنوان لیپوکالین وابسته به ژلاتیناز نوتروفیل (NGLA[5]) شناخته می‌شود، یک پروتئین ترشح‌شدۀ ۲۵ کیلودالتون است که نخستین بار در نوتروفیل‌ها مشخص شد (۱۱)؛ توسط استئوبلاست‌ها تولید می‌شود و در سوخت‌وساز انرژی، LCN-2 با اتصال به گیرندۀ ملانوکورتین ۴ (MC4R[6]) در هیپوتالاموس، اشتها را سرکوب و پیام بی‌اشتهایی برای کنترل وزن بدن تولید می‌کند. همچنین با تحریک ترشح انسولین در جزایر پانکراس، سطح گلوکز را تنظیم می‌کند و با افزایش بیان پروتئین ناقل گلوکز نوع ۴ (GLUT-4[7]) در استئوبلاست‌ها، که برای جذب گلوکز در طول استخوان‌زایی ضروری است، سوخت‌وساز استخوان را تنظیم می‌کند (۱۲). در مواقع بیماری، بیان LCN2 افزایش می‌یابد. این پروتئین به‌عنوان یک پروتئین مرحلۀ حاد عمل می‌کند که التهاب و فشار اکسایشی را در طول عفونت اندام تشدید می‌کند. در بیماری‌های سوخت‌وسازی وابسته به چاقی، افزایش سطح LCN2 تحمل گلوکز و حساسیت به انسولین را به خطر می‌اندازد و پیشرفت بیماری را تشدید می‌کند (۱۳، ۱۴).

امروزه با وجود بسیاری از داروهای خوراکی که برای کاهش سطح قند خون همراه با انسولین استفاده می‌شود، هنوز درمان قطعی برای آن وجود ندارد. از سوی دیگر، درخواست برای توسعۀ درمان‌های جدید به‌دلیل عوارض جانبی فراوان وابسته به داروهای

موجود در حال افزایش است. این عوارض جانبی، همراه با هزینه‌های بالای داروهای کنترل‌کنندهٔ قند خون، به افزایش گرایش به پژوهش در مورد طب مکمل و جایگزین برای درمان دیابت منجر شده است (۱۵). یکی از این گیاهان دارویی بابونهٔ آلمانی[۸] است، یک گونهٔ گیاهی درمانی محبوب از خانوادهٔ Asteraceae خواص دارویی و معطر آن سبب شده تا به آن لقب ستارهٔ گیاهان پزشکی داده شود (۱۶). یکی از پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی در جهان بوده و دارای آثار زیستی و دارویی بسیاری از جمله فعالیت ضدالتهابی، خواص ضداکسایشی، ضدمیکروبی، ضدسرطان، تأثیرات ضداسپاسم و آرام‌بخش است. بابونه به‌دلیل وجود مولکول‌های فعال زیستی مختلف از جمله ترپنوئیدها و ترکیبات فنولی مانند آپیژنین، کوئرستین و لوتئولین، ویژگی‌های ضداکسایشی و ضدالتهابی از خود نشان می‌دهد (۱۷). گمان می‌رود درمان بیماری‌های مزمن مانند دیابت با استفاده از بابونه موفقیت‌آمیز باشد، زیرا منبع غنی از ترپنوئیدها و مواد شیمیایی فنلی است (۱۸). روی‌هم‌رفته می‌توان نتیجه گرفت که بابونه می‌تواند در کنترل دیابت نقش داشته باشد. برای نمونه برخی یافته‌های پژوهشی بیانگر آن‌اند که دریافت مکمل بابونه نقش مهم و ارزنده‌ای در بهبود نیمرخ‌های گلایسمی و چربی و نشانگرهای فشار اکسایشی در دیابت شیرین و عوارض وابسته به آن دارد (۱۷).

تمرین ورزشی به‌عنوان یک جزء درمانی مهم و ارزندهٔ T2D، حساسیت به انسولین و مهار قند خون را بهبود می‌بخشد و به پیشگیری بلندمدت از بیماری‌های قلبی-عروقی و بهبود رفاه روانی کمک می‌کند. ورزش سوخت‌وساز را تحریک و جذب گلوکز را تقویت می‌کند، حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد و به کاهش گلوکز خون کمک می‌کند. در نتیجهٔ این تأثیرات، تمرین ورزشی بلندمدت می‌تواند سطح گلوکز خون را در طول زمان در بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم کاهش دهد (۱۹). پیشنهاد کالج آمریکایی پزشکی ورزشی (ACSM[۹]) انجام تمرین مقاومتی دست‌کم سه بار در هفته است (۲۰). امروزه یافته‌های پژوهشی نشان داده است که با تمرین مقاومتی، تودهٔ ماهیچه‌ای بیشتری درگیر می‌شود که در نتیجهٔ آن حجم تودهٔ ماهیچه‌ای اسکلتی و پاسخ به گلوکز خون افزایش می‌یابد. یکی از روش‌های تمرین مقاومتی که در این سال‌ها رو به رشد است، تمرین معلق کل بدن است که از سال ۱۹۹۰ به دنیا معرفی شده است. تمرین مقاومتی کل بدن (TRX[۱۰]) به‌عنوان تمرین مقاومتی با وزن بدن شناخته می‌شود و در دستهٔ تمرین تعادلی و ناپایدار قرار می‌گیرد. TRX، یک روش ورزشی است که از دو تسمه و دسته تشکیل شده و به‌راحتی قابل حمل است (۲۱، ۲۲). ویژگی منحصربه‌فرد تمرین TRX این است که با تغییر وضعیت بدن می‌توان به‌شدت عضلات ثبات‌دهندهٔ مرکزی بدن را فعال کرد و با استفاده از یک سری تمرین در مدت زمان کمتری، بیشترین سود را از تمرین برد و شدت تمرین را بدون افزایش مقاومتی خارجی، افزایش داد که می‌تواند سبب کاهش خطر آسیب شود (۲۳). این نوع تمرین در درجهٔ اول با هدف درمان و توانبخشی انجام می‌گرفت، اما آثار فیزیولوژیکی آن سبب شد تا به‌سرعت طرفداران خود را در همهٔ گروه‌ها به‌ویژه در زنان پیدا کند که نوعاً تمایل چندانی به انجام شیوه‌های رایج تمرین مقاومتی مانند کار با دستگاه و وزنه‌های آزاد ندارند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند این نوع تمرین می‌تواند آثار مثبتی بر سوخت‌وساز گلوکز و چربی و حساسیت به انسولین داشته باشد (۲۴).

پژوهش‌های کارآزمایی بالینی زمستانی و همکاران (۲۰۱۶) و رافراف و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر مثبت دریافت دمنوش بابونه را بر نشانگرهای گلایسمی و

پارامترهای ضداکسایشی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو نشان داده‌اند (۲۵، ۲۶). همچنین به‌تازگی بررسی فراتحلیلی آخگرنژاد و همکاران (۲۰۲۴) به‌وضوح کاهش معنادار در سطوح گلوکز سرم و HbA1c پس از دریافت بابونه را تأیید کرده است. از دید سازوکار، ترکیبات فعال بابونه با مهار مسیرهای التهابی و فشار اکسایشی، فعالیت آنزیم‌های ضداکسایشی از جمله سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPx)و کاتالاز (CAT) را افزایش می‌دهد و در نتیجه تعادل اکسایشی را بهبود می‌بخشد. این فرایندها موجب کاهش آسیب‌های اکسایشی سلولی و بهبود حساسیت به انسولین می‌شوند که در نهایت به کنترل و مهار بهتر گلایسمی در بیماران دیابتی منجر می‌شود (۲۷). پژوهش مروری حاجی‌زاده و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که در پژوهش حیوانی و انسانی آثار مثبتی بر نمایه‌های گلایسمی و نشانگرهای اکسایشی گزارش شده است. همچنین تأکید می‌کند که یافته‌های انسانی به‌دلیل تنوع در شیوهٔ دریافت (دمنوش در برابر عصاره)، مقادیر و مدت زمان مداخلات و شمار محدود کارآزمایی‌ها ناهمگن است و پژوهش‌های متمرکزتر و سازوکاری برای اثبات قطعی لازم است (۱۷). همچنین بر پایهٔ بررسی‌های صورت‌گرفته، در پژوهش‌های انسانی وابسته به تأثیر بابونه بر مهار قند خون و نشانگرهای گلایسمیک، یافته‌های ناهمسویی دیده شده است؛ درحالی‌که برخی داده‌های آزمایشگاهی و حیوانی آثار مثبتی را گزارش کرده‌اند، اما یافته‌های بالینی انسانی هنوز قطعی و قابل تعمیم نیست و نیازمند پژوهش‌های گسترده‌تر و دقیق‌تر است (۲۸، ۲۹).

پژوهش‌های فراوانی تأثیر مثبت تمرین مقاومتی TRX را بر نشانگرهای سوخت‌وسازی و فیزیولوژیکی نشان داده‌اند. صمدپور و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که ترکیب تمرین با دریافت مکمل تورین سبب کاهش معنادار در نشانگرهای گلایسمی و هموگلوبین گلیکوزیله در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می‌شود (۲۱). با این همه، اکبرپور و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی سنتی و TRX بر نشانگرهای آسیب ماهیچه‌ای در زنان غیرفعال پرداخته است. یافته‌ها نشان داد که هر دو نوع تمرین سبب کاهش معنادار نشانگرهای آسیب ماهیچه‌ای شدند. با این همه، هیچ‌کدام از این تمرین‌ها تأثیر معناداری بر سطوح گلوکز خون، انسولین یا مقاومت انسولینی نداشتند (۳۰).

اگرچه یافته‌ای مبنی بر تأثیر مطلوب مکمل بابونه و تمرین TRX بر نشانگرهای گلایسمیک و لیپوکالین دو وجود دارد، اما پژوهشی دربارهٔ اثر ترکیبی این دو در دست نیست. افزودن یک مکمل به‌همراه تمرین TRX شاید برای تأثیر مثبت بر نشانگرهای گلایسمیک و لیپوکالین دو در افراد مبتلا به T2D ضروری باشد. همچنین پژوهش‌های کمی دربارهٔ تأثیر عصارهٔ بابونه و بیماری دیابت انجام شده است و بیشتر پژوهش‌ها در محیط‌های آزمایشگاهی و روی الگوهای حیوانی بوده است. این موضوع بیانگر این است که پژوهشی دربارهٔ اثر مکمل عصارهٔ بابونه روی انسان و تمرین TRX برای بهبود وضعیت بیماری دیابت انجام نشده است. بنابراین ضروری بوده است که این پژوهش با هدف بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین TRX با دریافت مکمل عصارهٔ بابونه بر نشانگرهای گلایسمیک و لیپوکالین دو در زنان مبتلا به دیابت نوع دو انجام شود.

## روش پژوهش

**نمونه‌های پژوهش:** این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی دو سوکور در قالب چهار گروه با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعهٔ آماری پژوهش زنان مبتلا به

دیابت نوع دو شهرستان بناب بودند. معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن سابقهٔ بیماری دیابت بیش از شش ماه، زنان با دامنهٔ سنی بین ۴۰ تا ۶۰ سال، نداشتن تزریق انسولین، دامنهٔ قند خون ناشتا ۱۱۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، کلیوی، تیروئید، روماتیسم مفصلی و بیماری‌های خاص، نداشتن فعالیت ورزشی طی سه ماه مانده به پژوهش، دریافت نکردن مکمل، تغییر ندادن داروهای کاهندهٔ قند خون، نداشتن بارداری و شیردهی و دریافت نکردن قرص‌های رقیق‌کنندهٔ خون، آرام‌بخش و ضدافسردگی بود. پس از فراخوان و اعلام آمادگی به‌صورت داوطلبانه از سوی آزمودنی‌ها، توضیحات وابسته به شیوهٔ اجرای پژوهش، به همهٔ آزمودنی‌ها به‌صورت شفاهی و کتبی ارائه شد. پرسشنامهٔ PAR-Q و برگهٔ پیشینهٔ پزشکی دریافت و بررسی شد. ۴۴ زن مبتلا به دیابت نوع دو با میانگین سن ۵۱/۲۵ سال، قد ۱۵۹/۴۵ سانتی‌متر، وزن ۷۶/۹۰ کیلوگرم و نمایهٔ تودهٔ بدنی ۳۰/۲۷ کیلوگرم بر متر مربع به‌طور هدفمند برگزیده شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power (نسخهٔ ۳.۱) برآورد شد. برای تعیین اندازهٔ اثر از یافته‌های یکی از پژوهش‌های پیشین با مداخلهٔ مشابه (۲۱)، استفاده شد. با در نظر گرفتن سطح معناداری ۰/۰۵، توان آزمون ۰/۸۰ و چهار گروه، حجم نمونه کل ۴۴ نفر (۱۱ نفر در هر گروه) برآورد شد. غیبت بیش از سه جلسه در جلسات تمرینی، دریافت نکردن منظم مکمل، حساسیت به عصارهٔ بابونه و بی‌میلی به همکاری به‌عنوان معیارهای خروج از پژوهش در نظر گرفته شد.

**روش اجرای پژوهش:** در جلسهٔ توجیهی پیش از آغاز پژوهش همهٔ روند پژوهش به آزمودنی‌ها تشریح و به پرسش‌های آنان پاسخ داده شد. پس از دریافت رضایت‌نامهٔ آگاهانه به‌صورت کتبی از آزمودنی‌ها، اندازه‌گیری‌های وابسته به نشانگرهای پیکرسنجی انجام شد. اندازه‌گیری وزن بدن، با کمترین لباس و بدون کفش، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد. قد نیز با استفاده از قدسنج با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. اندازهٔ دور کمر و باسن با استفاده از متر خیاطی با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. BMI (نمایه تودهٔ بدنی) نیز با استفاده از فرمول وزن (کیلوگرم) تقسیم بر مجذور قد (متر) به‌دست آمد (۳۱).

سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در چهار گروه ۱۱ نفری، تمرین+مکمل (T+Cham)، تمرین+دارونما (T+P)، مکمل بابونه (Cham) و گروه دارونما (P) قرار گرفتند. با توجه به اهمیت کورسازی که امکان کنترل عوامل مداخله‌گر بر یافته‌های پژوهش را می‌دهد، در این پژوهش اقدام‌های کورسازی عبارت بودند از: بی‌اطلاعی گروه‌های دریافت‌کنندهٔ مکمل و دارونما و پژوهشگر از نوع و محتویات کپسول‌های دریافتی. آزمودنی‌های گروه‌های دریافت‌کنندهٔ عصارهٔ بابونه (گروه‌های T+Cham، Cham) روزانه یک و نیم گرم کپسول عصارهٔ خشک بابونه (تهیه‌شده از شرکت گیاه کالا با مجوز رسمی سازمان غذا و دارو) را در دوز ۵۰۰ میلی‌گرم، بلافاصله پس از وعده‌های غذایی اصلی (صبح، ظهر و شب) به مدت ۱۰ هفته دریافت کردند (۳۲). آزمودنی‌های گروه تمرین+دارونما و دارونما نیز کپسول دارونما کاملاً مشابه (از دید شکل، رنگ و بسته‌بندی) با کپسول‌های عصارهٔ بابونه (روزانه یک و نیم گرم کپسول حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم پودر نشاسته ذرت) سه وعده در روز به مدت ۱۰ هفته دریافت کردند. پیگیری بیماران به‌منظور کنترل آن‌ها از دید دریافت کپسول‌های بابونه و دارونما و جلوگیری از ریزش نمونه‌ها روزانه به‌صورت تلفنی و هر دو هفته یک بار از طریق مراجعهٔ بیماران به انجمن دیابت شهرستان بناب جهت دریافت

کپسول‌های بعدی برای دو هفتهٔ آینده صورت گرفت. همچنین به آنان یادآوری شد که از دریافت مکمل یا داروهای خاص دیگر به‌جز داروهای دریافتی خودداری ورزند. شرکت‌کنندگان در پژوهش تحت درمان دارویی شامل متفورمین (۵۰۰ میلی‌گرم، دو بار در روز همراه با وعده‌های غذایی) و گلی‌بن‌کلامید (پنج تا ۱۰ میلی‌گرم، صبح‌ها در حالت ناشتا) قرار داشتند. این پژوهش بر پایهٔ شیوه‌نامهٔ کمیتهٔ اخلاق پژوهش دانشگاه شهید مدنی تبریز با شناسهٔ (IR.AZARUNIV.REC.1403.007) و همچنین شناسهٔ کارآزمایی بالینی (IRCT20240929063198N1) انجام گرفت.

گروه‌های تمرینی (Cham+T و T+P) یک هفته پیش از آغاز تمرین با نحوهٔ اجرای درست حرکات آشنا شدند. تمرین شامل ۱۰ هفته تمرین TRX و هر هفته سه جلسه به‌صورت یک روز در میان بود. هر جلسه تمرین شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن (پیاده‌روی سریع، دویدن و حرکات کششی و جنبشی)، انجام تمرین اختصاصی و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. شدت تمرین بر پایه مقیاس درک فشار بورگ (RPE) در دامنهٔ درک فشار ۱۳ تا ۱۷ انجام شد (۲۱، ۳۳). پس از آشنایی آزمودنی‌ها با این مقیاس جلسات اولیه با کمترین فشار آغاز و به‌تدریج به‌شدت تمرین اضافه شد. مدت زمان اجرای تمرین در دو هفتهٔ اول ۲۰ تا ۲۵ دقیقه بود که با افزایش تدریجی در دو هفتهٔ پایانی به ۴۰ تا ۴۷ دقیقه رسید. شمار حرکات تمرین، دو هفتهٔ اول شامل شش حرکت (دو حرکت بالاتنه، دو حرکت میان‌تنه، دو حرکت پایین‌تنه) و سپس در دو هفتهٔ پایانی به ۱۵ حرکت رسید. تمرین برگزیدهٔ تی آر ایکس شامل پرس سینه، پشت‌بازو، تی فلای، جلوبازو، پارویی، دراز و نشست، پرس پالوف، پلانک، کرانچ، پایک، اسکوات، لانگز ضربدری، همسترینگ کرل، هیپ پرس و همسترینگ رانر بود (۲۰، ۲۱، ۳۹-۳۴).

**جدول ۱. جزئیات تمرین TRX**

| | هفته ۱-۲ | هفته ۳-۴ | هفته ۵-۶ | هفته ۷-۸ | هفته ۹-۱۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| فاصلهٔ نقطهٔ حلق‌آویز تا ایستادن به سمت روبه‌روی بند TRX | ۱۴۷ | ۱۵۷ | ۱۶۷ | ۱۷۷ | ۱۸۷ |
| فاصلهٔ نقطهٔ حلق‌آویز تا ایستادن به سمت روبه‌روی بند TRX | ۵۰ | ۶۵ | ۸۰ | ۹۵ | ۱۱۰ |
| شدت بر پایهٔ مقیاس بورگ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ |
| شمار تمرین | ۶ | ۸ | ۱۰ | ۱۲ | ۱۴ |
| زمان تمرین (ثانیه) | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ |
| زمان استراحت بین هر تمرین (ثانیه) | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ |
| شمار نوبت‌ها | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| زمان استراحت بین نوبت‌ها (دقیقه) | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ |
| مدت زمان کل تمرین (دقیقه) | ۲۴ | ۳۱ | ۳۶ | ۴۲ | ۴۷ |

**روش‌های آزمایشگاهی:** به‌منظور اندازه‌گیری نشانگرهای زیست‌شیمیایی ۴۸ ساعت پیش و پس از مداخله صبح پس از ۱۰-۱۲ ساعت ناشتایی، پنج میلی‌لیتر از ورید قدامی بازویی توسط متخصصان خون‌گیری آزمایشگاه از آزمودنی‌ها دریافت شد. سپس توسط دستگاه سانتریفیوژ ۱۰ دقیقه با سه هزار دور در دقیقه نمونهٔ سرمی خون جدا و سطح گلوکز ناشتا اندازه‌گیری شد. ماندهٔ سرم‌ها در میکروتیوب‌ها جمع‌آوری و در دمای منفی ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد تا زمان بررسی منجمد شد. به‌منظور سنجش میزان لیپوکالین دو سرمی از کیت پژوهشی مربوط از شرکت zellbio GmbH ساخت آلمان به روش الایزا (ELISA)، با ضریب تغییرات درون آزمودنی‌ها ۱۰ درصد و با درجهٔ حساسیت ۲/۵ ng/ml (دامنهٔ برآوردی ۲۰-۶۴۰ ng/ml) و برای سنجش سطح انسولین سرم نیز از کیت پژوهشی Monobind lnc ساخت آلمان به روش ELISA با ۸=CV ٪ و حساسیت ۰/۷۵ µIU/ml (دامنهٔ مرجع ۰/۷-۲۵ µIU/ml) استفاده شد. اندازه‌گیری گلوکز پلاسما نیز به روش آنزیماتیک (گلوکز اکسیداز) صورت گرفت. اندازه‌گیری نشانگر مقاومت به انسولین (IR) با استفاده از روش HOMA و بر پایهٔ فرمول گلوکز ناشتا × انسولین/۴۰۵ اندازه‌گیری شد (۴۰).

**تحلیل آماری:** به‌منظور توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف معیار و برای بررسی وضعیت هنجار داده‌ها از آزمون شاپیروویلک و به‌منظور بررسی همگن بودن واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. همچنین به‌منظور بررسی درون‌گروهی از آزمون t همبسته برای تحلیل بین‌گروهی از آزمون واریانس تک‌راهه (بررسی تغییرات (▲) بین‌گروهی پس از مداخله) و برای بررسی دو به دو گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری ($P \leq ۰/۰۵$) استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۷ انجام شد. همهٔ نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Graph pad prism نسخهٔ ۱۰ رسم شده‌اند.

## نتایج

ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۲ به‌صورت میانگین± انحراف معیار در گروه‌های چهارگانه به تفکیک ارائه شده است. بر پایهٔ یافته‌های جدول ۲ تفاوت معناداری در ابتدای پژوهش وجود نداشت و گروه‌ها با هم همگن بودند ($P \geq ۰/۰۵$).

**جدول ۲. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها**

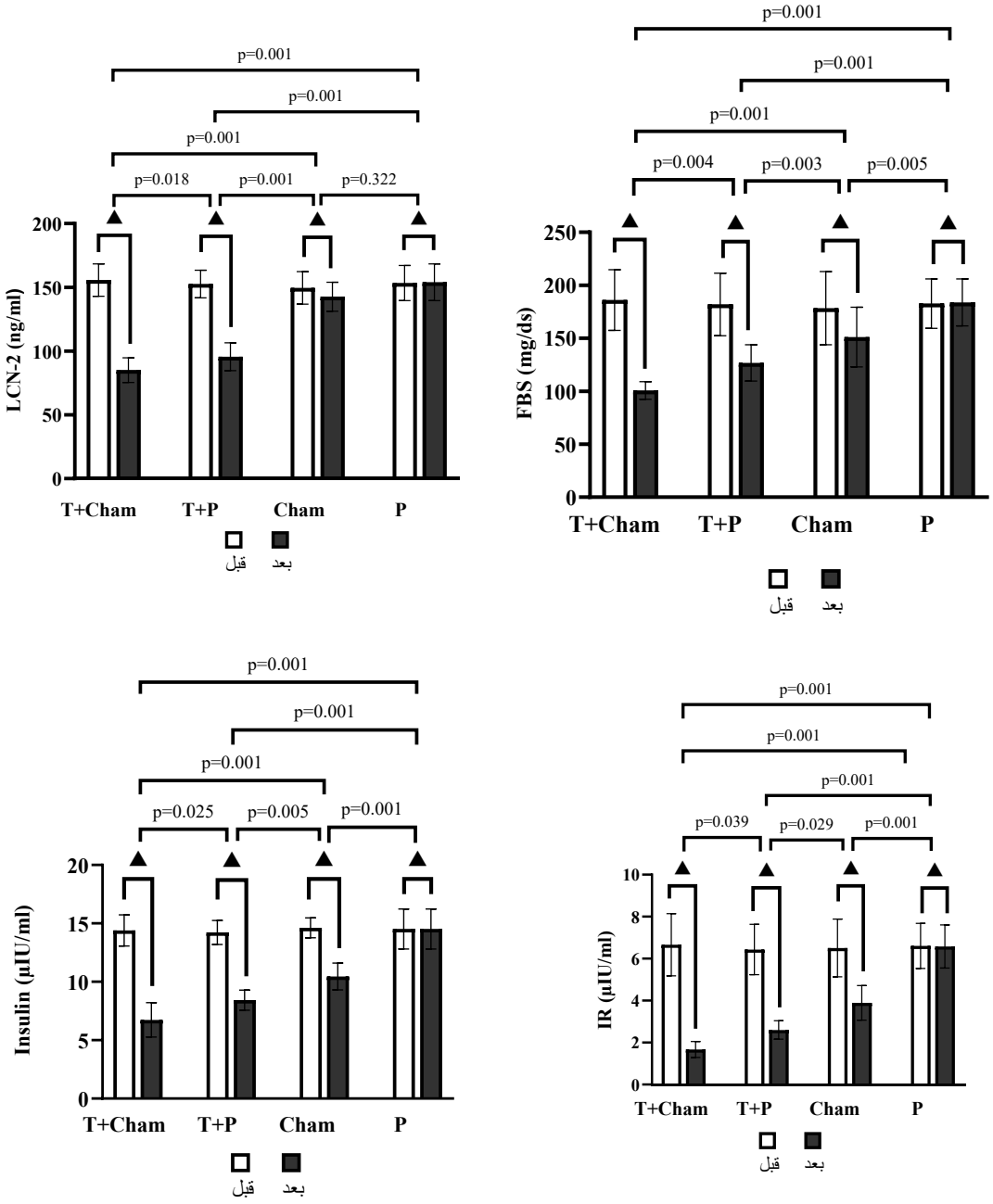
| متغیر / گروه | | تمرین+مکمل | تمرین+دارونما | بابونه | دارونما |
|---|---|---|---|---|---|
| سن (سال) | | ۵۱/۵۴ ± ۶/۳۹ | ۵۰/۲۷ ± ۸/۲۷ | ۵۳/۰۹ ± ۶/۲۲ | ۵۰/۰۹ ± ۷/۱۳ |
| قد (سانتی‌متر) | | ۱۶۰/۲۷ ± ۵/۰۶ | ۱۵۹ ± ۴/۶۹ | ۱۵۸/۳۶ ± ۵/۶۷ | ۱۶۰/۱۸ ± ۵/۸۶ |
| وزن (کیلوگرم) | پیش‌آزمون | ۷۸/۴۴ ± ۴/۰۷ | ۷۷/۸۱ ± ۳/۳۶ | ۷۶/۱۰ ± ۳/۴۲ | ۷۵ ± ۵/۱۲ |
| | پس‌آزمون | ۶۶/۳۱ ± ۴/۵۸ | ۶۶/۷۹ ± ۴/۶۸ | ۷۳/۱۶ ± ۴/۷۹ | ۷۵/۰۵ ± ۴/۸۶ |
| BMI (کیلوگرم بر متر مربع) | پیش‌آزمون | ۳۰/۵۷ ± ۱/۹۳ | ۳۰/۸۳ ± ۱/۸۳ | ۳۰/۲۰ ± ۱/۹۶ | ۲۹/۳۵ ± ۳/۰۶ |
| | پس‌آزمون | ۲۵/۸۴ ± ۲/۰۱ | ۲۶/۴۳ ± ۱/۸۰ | ۲۹ ± ۱/۷۴ | ۲۹/۳۵ ± ۲/۹۶ |

بر پایهٔ یافته‌ها آزمون t همبسته (جدول ۳)، در گروه‌های Cham+T، T+P و Cham، میانگین متغیرهای مورد بررسی در مرحلهٔ پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش معناداری نشان داد ($P \geq ۰/۰۵$).

همچنین بر پایه یافته‌ها آزمون واریانس یکطرفه، ۱۰ هفته دریافت عصارهٔ بابونه همراه با تمرین TRX به کاهش معنادار سطوح گلوکز ناشتا (FBS)، لیپوکالین-۲ (LCN2)، انسولین و نشانگر مقاومت به انسولین (HOMA-IR)در مقایسه با گروه دارونما در زنان مبتلا به دیابت نوع دو منجر شد ($P = ۰/۰۰۱$) (جدول ۳). افزون بر این، با استفاده از آزمون تعقیبی توکی تفاوت بین گروه‌های مختلف دو به دو برای همهٔ متغیرها مشخص شد که یافته‌ها آن در جدول ۳ و شکل ۱ نشان داده شده است.

**جدول ۳. یافته‌های آزمون‌های t همبسته و تحلیل واریانس تک‌راههٔ متغیرهای مورد بررسی در طول مداخله**

| متغیر | گروه‌ها | زمان اندازه‌گیری | | درصد تغییر | t همبسته | P درون‌گروهی | F | P بین‌گروهی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | | | | | |
| گلوکز خون (mg/ds) | تمرین+مکمل | ۱۸۶/۱ ± ۲۸/۶۳ | ۱۰۰/۶۳ ± ۸/۳۲ | ↓ ۴۴/۹۵ | -۱۰/۵۷ | *۰/۰۰۱ | ۴۵ | *۰/۰۰۱ |
| | تمرین+دارونما | ۱۸۱/۹ ± ۲۹/۵۲ | ۱۲۶/۶۹ ± ۱۷/۰۶ | ↓ ۲۹/۶۰ | -۸/۵۷ | *۰/۰۰۱ | | |
| | بابونه | ۱۷۸/۴ ± ۳۴/۶۱ | ۱۵۱/۱ ± ۲۸/۲۰ | ↓ ۱۴/۷۲ | -۴/۶۴ | *۰/۰۰۱ | | |
| | دارونما | ۱۸۲/۷۲ ± ۲۳/۲۹ | ۱۸۳/۸۱ ± ۲۲/۰۸ | ↑ ۰/۶۸ | ۱/۷۰ | ۰/۱۱۹ | | |
| لیپوکالین ۲ (ng/ml) | تمرین+مکمل | ۱۵۵/۶۵ ± ۱۲/۶۴ | ۸۵/۰۷ ± ۹/۶ | ↓ ۴۵/۰۲ | -۱۴/۹۶ | *۰/۰۰۱ | ۱۳۲/۴۹ | *۰/۰۰۱ |
| | تمرین+دارونما | ۱۵۲/۶۳ ± ۱۰/۸ | ۹۵/۵۵ ± ۱۰/۹۴ | ↓ ۳۷/۲۸ | -۱۵/۲۵ | *۰/۰۰۱ | | |
| | بابونه | ۱۴۹/۵۶ ± ۱۲/۷۶ | ۱۴۲/۶۳ ± ۱۱/۴۱ | ↓ ۴/۵۵ | -۵/۱۸ | *۰/۰۰۱ | | |
| | دارونما | ۱۵۳/۳۶ ± ۱۳/۷۲ | ۱۵۴ ± ۱۴/۳۹ | ↑۰/۳۸۷ | +۱/۳۵ | ۰/۲۰۴ | | |
| انسولین (µIU/ml) | تمرین+مکمل | ۱۴/۳۹ ± ۱/۳۳ | ۶/۷۳ ± ۱/۴۷ | ↓ ۵۳/۱۲ | -۱۵/۷۱ | *۰/۰۰۱ | ۷۲/۱۲۸ | *۰/۰۰۱ |
| | تمرین+دارونما | ۱۴/۲۲ ± ۱/۰۲ | ۸/۴۲ ± ۰/۸۵ | ↓ ۴۰/۸۲ | -۳۹/۹۹ | *۰/۰۰۱ | | |
| | بابونه | ۱۴/۶۲ ± ۰/۸۴ | ۱۰/۴۴ ± ۱/۱۴ | ↓ ۲۸/۵۷ | -۱۵/۴۴ | *۰/۰۰۱ | | |
| | دارونما | ۱۴/۵۲ ± ۱/۷۱ | ۱۴/۵۳ ± ۱/۷۱ | ↑ ۰/۰۱۱ | ۰/۴۱۰ | ۰/۶۹۰ | | |
| مقاومت انسولینی (µIU/ml) | تمرین+مکمل | ۶/۶۶ ± ۱/۴۸ | ۱/۶۷ ± ۰/۳۸ | ↓ ۷۴ | -۱۱/۲۵ | *۰/۰۰۱ | ۵۲/۱۷ | *۰/۰۰۱ |
| | تمرین+دارونما | ۶/۴۳ ± ۱/۲ | ۲/۶ ± ۰/۴۴ | ↓ ۵۹/۰۴ | -۱۳/۳۳ | *۰/۰۰۱ | | |
| | بابونه | ۶/۵ ± ۱/۳۷ | ۳/۸۹ ± ۰/۸۲ | ↓ ۳۹/۸۲ | -۱۰/۲۴ | *۰/۰۰۱ | | |
| | دارونما | ۶/۶ ± ۱/۰۷ | ۶/۵۸ ± ۱/۰۲ | ↓ ۰/۲۲۱ | ۰/۴۷۱ | ۰/۶۴۸ | | |




**شکل ۱. داده‌های (میانگین ± انحراف استاندارد)، لیپوکالین۲، گلوکز خون، انسولین و مقاومت انسولینی در گروه‌های تمرین+مکمل، تمرین+دارونما، مکمل بابونه و دارونما پیش و پس از ۱۰ هفته تمرین TRX. سطح معناداری برای نشان دادن یافته‌های آزمون توکی، محل تفاوت تغییرات داده‌های بین گروه‌ها نشان داده شده است.**

## بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این پژوهش، ۱۰ هفته تمرین TRX به‌همراه مکمل‌دهی عصارهٔ بابونه، موجب کاهش معنادار LCN2 در زنان مبتلا به دیابت نوع دو شد، اما دریافت عصارهٔ بابونه به‌تنهایی در متغیر یادشده اثری نداشت. بررسی درصد تغییرات ایجادشده دلالت بر آن دارد که با انجام تمرین TRX و دریافت عصارهٔ بابونه به‌طور همزمان بهبود بیشتری در LCN2 زنان دیابتی نوع دو حاصل می‌شود. همچنین یافته‌ها نشان داد که در پی ۱۰ هفته تمرین TRX و دریافت عصارهٔ بابونه

نشانگرهای قند خون، انسولین و مقاومت انسولینی کاهش معنادار داشت.

در زمینهٔ تغییرات LCN2، یافته‌های این پژوهش در مورد سازگاری به ۱۲ هفته تمرین TRX و دریافت عصارهٔ بابونه، کاهش معنادار LCN2 را در هر دو گروه تمرین+مکمل و تمرین+دارونما نشان داد. با این همه، این کاهش در گروه مکمل عصارهٔ بابونه معنادار نبود. مرندی و همکاران (۲۰۲۳) نیز نشان دادند تأثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و هوازی موجب کاهش LCN2 و افزایش CTRP-12 در زنان مبتلا به دیابت نوع دو شد (۴۱). یافته‌های دیگر پژوهش‌ها نیز در مردان دارای اضافه وزن و چاق (۴۲)، مردان مبتلا به دیابت نوع دو (۴۳) و زنان میانسال چاق (۴۴)، یافته‌های این پژوهش را تأیید کردند. شاید یکی از دلایل کاهش LCN2 در پی تمرین TRX، کاهش التهاب سراسری و مهار پیام‌های پیش‌التهابی مانند IL-1β و TNF-α باشد. همچنین تنظیم آدیپوکاین‌های ضدالتهابی مانند CTRP-12 و امنتین-۱ در پاسخ به تمرین ورزشی نقش مهمی در کاهش لیپوکالین-۲ ایفا می‌کند. همچنین از دیگر یافته‌های همسو با این پژوهش می‌توان به یافته‌های دهقانی و همکاران (۲۰۲۱)، دربارهٔ بررسی تأثیر تمرین مقاومتی و دریافت میکروجلبک اسپیرولینا به مدت هشت هفته در مردان دارای اضافه وزن و چاقی اشاره کرد که نشان دادند لیپوکالین دو کاهش معناداری پیدا می‌کند (۴۵). افزون بر این، اسدالهی و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که هشت هفته تمرین تناوبی با شدت متوسط همراه با دریافت عصارهٔ زیرهٔ کوهی در زنان چاق مبتلا به فشار خون نیز کاهش معنادار LCN2 را به‌همراه دارد (۴۶). این همسویی شاید به‌دلیل آثار ضدالتهابی و ضداکسایشی ترکیبات طبیعی (مانند اسپیرولینا و بابونه) در کاهش فشار اکسایشی و التهاب و بهبود حساسیت به انسولین است. کاسب و همکاران (۲۰۱۸) نیز در پژوهش‌های خود نشان دادند که دریافت بابونه به‌عنوان یک مکمل غذایی می‌تواند به کاهش التهاب و بهبود مهار قند خون در بیماران دیابتی کمک کند. این یافته‌ها نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت بابونه بر نشانگرهای التهابی است (۴۷). در پژوهش بهنداری (۲۰۱۸)، نشان داده شد که دریافت بابونه تأثیر معناداری بر سطح لیپوکالین ۲ و سایر نشانگرهای التهابی در بیماران دیابتی ندارد. این یافته‌ها شاید به‌دلیل مقدار دریافتی، مدت زمان پژوهش یا ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان باشد (۴۸). کاهش سطح لیپوکالین دو به‌عنوان یک نشانگر التهابی می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گیرد. لیپوکالین دو به‌عنوان یک پروتئین ضدالتهابی شناخته شده است و نبود تغییر در سطح آن شاید به این معنا باشد که دریافت بابونه نتوانسته است به‌طور مؤثری بر سازوکارهای التهابی در زنان دیابتی نوع دو تأثیر بگذارد. عوامل ژنتیکی و محیطی می‌توانند تأثیرات چشمگیری بر سطح پروتئین‌های التهابی داشته باشند. همچنین شاید مدت زمان ۱۰ هفته‌ای دریافت بابونه برای مشاهدهٔ تغییرات معنادار در سطح لیپوکالین دو کافی نبوده باشد.

از پژوهش‌های ناهمسو می‌توان به تحقیق صفرزاده و همکاران (۲۰۱۷)، با هدف تأثیر تمرین مقاومتی بر غلظت پلاسمایی لیپوکالین دو، تعداد سلول‌های سفید خون و نشانگر مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت نوع دو اشاره کرد. در پژوهش مذکور افزایش معنادار لیپوکالین دو گزارش شد (۴۹). همچنین قربانیان و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهشی با عنوان «اثر یک دوره تمرین مقاومتی فزاینده بر سطوح لیپوکالین دو و نیمخ لیپیدی در مردان غیرفعال» دیدند که هشت هفته تمرین مقاومتی سبب کاهش مقادیر LDL، تری‌گلیسیرید، کلسترول تام و فشار

خون شد اما تغییر معناداری در مقادیر لیپوکالین دو و قند خون دیده نشد (۵۰). این نتیجهٔ متناقض شاید به تغییر در روش‌های تمرین و تفاوت در جنسیت افراد نسبت داده شود. همچنین شمشکی و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند شش هفته تمرین هوازی بر سطوح پلاسمایی لیپوکالین دو، انسولین و مقاومت به انسولین در موش‌های نر دیابتی‌شده با استرپتوزوتوسین موجب افزایش معنادار سطح LCN2 شد (۵۱). اختلاف یافته‌های این پژوهش با برخی پژوهش‌ها که افزایش LCN2 را گزارش کرده‌اند، ممکن است ناشی از تفاوت در الگوی پژوهش‌ها و ماهیت دیابت باشد. در الگوهای حیوانی دیابت القاشده با استرپتوزوتوسین، که بیشتر شبیه دیابت نوع یک یا مراحل پیشرفتهٔ دیابت است، افزایش LCN2شاید نقش جبرانی در مهار التهاب و آسیب بافتی ایفا کند. از سوی دیگر، در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، کاهش LCN2 بیشتر با کاهش التهاب مزمن و بهبود حساسیت به انسولین همراه است. افزون بر این، نوع و مدت مداخله و تفاوت‌های فیزیولوژیکی بین انسان و الگوهای جوندگان می‌تواند پاسخ متفاوتی در مسیرهای تنظیم LCN2 ایجاد کند. لیپوکالین دو (LCN2) یک پروتئین است که به‌عنوان یک نشانگر التهابی و سوخت‌وسازی در بدن شناخته می‌شود. گزارش‌های تازه نشان می‌دهد که سطح بافتی LCN-2 در اختلالات سوخت‌وسازی مانند چاقی و دیابت نوع دو افزایش می‌یابد که نشان‌دهندهٔ همبستگی بین LCN-2 و حساسیت به انسولین و هومئوستاز گلوکز است (۵۲). کاهش قند خون بهبود سوخت‌وساز و کاهش التهاب را به‌همراه دارد که شاید به کاهش تولید لیپوکالین دو منجر شود. در دیابت نوع دو، التهاب و فشار اکسایشی نقش مهمی در پاتوفیزیولوژی بیماری دارند. با مهار قند خون و کاهش انسولین، شاید التهاب کاهش یابد و در نتیجه تولید لیپوکالین دو نیز کاهش یابد (۵۳، ۵۴). یکی دیگر از دلایلی که در این پژوهش انجام تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار LCN2 شد، کاهش وزن و نمایهٔ تودهٔ بدن و در نتیجه کاهش آدیپوسایتوکاین‌ها و عوامل التهابی بود (۵۵). در حین اجرای تمرین TRX، کشیدگی ماهیچه‌ها و ایجاد تنش مکانیکی سبب افزایش فسفوریلاسیون AMPK و فعال شدن مسیر PGC-1αمی‌شود که به نوبهٔ خود بیان ژنی عوامل تنظیم‌کنندهٔ بیوژنز میتوکندری را تقویت می‌کند و سوخت‌وساز چربی را بهبود می‌بخشد (۵۶). این تغییرات سوخت‌وسازی با کاهش فشار اکسایشی و القای آنزیم‌های ضداکسایشی همراهند که از طریق مهار NF-κB موجب کاهش تولید سایتوکاین‌های التهابی مانند TNF-α و IL-6 می‌شوند؛ به این ترتیب، بیان پروتئینی LCN2 در بافت چربی و گردش خون تعدیل می‌شود (۵۷). همچنین عصارهٔ بابونه به‌واسطهٔ ترکیبات فنولی مانند آپی‌ژنین و گابازولن دارای ویژگی ضدالتهابی و ضداکسایشی قوی است. این فلاونوئیدها با مهار مسیرهای MAPK و NF-κB از آپاستریم (بالادست) تولید سایتوکاین‌های پیش‌التهابی جلوگیری کرده و به کاهش بیان LCN2 در سلول‌های اندوتلیال و ماکروفاژها کمک می‌کنند (۲۸). افزون بر این، افزایش فعالیت آنزیم‌های ضداکسایشی مانند SODو GPx در پاسخ به دریافت عصارهٔ بابونه، موجب کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) شده و فرایندهای التهابی مزمن را مهار می‌کند؛ در نتیجه کاهش پیام‌دهی التهابی می‌تواند بیان ژن LCN2 را به‌طور مستقیم سرکوب کند (۲۹). از این‌رو، گمان می‌رود کاهش مقادیر لیپوکالین دو شاید ناشی از تأثیرات ضدالتهابی تمرین و عصارهٔ بابونه باشد.

بر پایهٔ یافته‌های این پژوهش مقادیر قند خون، انسولین و مقاومت انسولینی در گروه‌های تجربی پس از ۱۰ هفته تمرین TRX، مکمل‌دهی عصارهٔ بابونه یا

هر دو کاهش معنادار داشتند. این کاهش‌ها گویای این مطلب است که تمرین TRX و مکمل‌دهی عصارۀ بابونۀ این پژوهش اثر مشابه بر این نشانگرها داشته است که این اثر در گروه تمرین TRX به‌همراه مکمل عصارۀ بابونه نیز بیشتر بود. این یافته‌ها همسو با یافته‌های لیو و همکاران (۵۸)، سو و همکاران (۵۹) و وان و همکاران (۶۰)، بیانگر آن هستند که قند خون، انسولین و نشانگر مقاومت به انسولین، پس از تمرین مقاومتی کاهش می‌یابد. صمدپور و همکاران (۲۰۲۲) بیان کردند هشت هفته تمرین TRX همراه با مکمل‌دهی تائورین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو، تأثیر معناداری بر قند خون، انسولین و مقاومت انسولینی دارد (۶۱) که کاملاً همراستا در نوع مداخله، جمعیت مورد بررسی و یافته‌ها نهایی، نشان‌دهندۀ همسویی کامل این پژوهش با این پژوهش است. در پژوهشی تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی به‌همراه دریافت مکمل عصارۀ گیاه گالگا بر نشانگرهای گلایسمیک، مقاومت به انسولین، حساسیت انسولینی، آنزیم‌های کبدی و نیمرخ لیپیدی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو بررسی و بهبود معنادار نشانگرهای گلایسمیک، کاهش مقاومت به انسولین، افزایش حساسیت انسولینی، بهبود عملکرد آنزیم‌های کبدی و بهبود نیمرخ لیپیدی در زنان دیابتی گزارش شد (۶۲). کاهش نشانگرهای گلایسمیک در این پژوهش شاید به‌دلیل بهبود حساسیت به انسولین ناشی از تمرین هوازی و تأثیرات ضدالتهابی و ضداکسایشی عصاره گالگا بوده است.

از پژوهش‌های ناهمسو می‌توان به یافته‌های رستمی‌زاده و همکاران (۲۰۱۹)، اشاره کرد که بیان کردند هشت هفته تمرین مقاومتی در مردان دارای اضافه وزن بهبود معناداری در سطح گلوکز خون نشان نداد (۶۳). این ناهمسویی شاید به دلیل تفاوت در نوع و شدت تمرین، مدت زمان تمرین، ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه یا روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای زیست‌شیمیایی باشد. همچنین صراف و همکاران (۲۰۱۸) پس از چهار هفته تمرین ترکیبی همراه با مکمل‌دهی بذر کتان، بیان کردند که هیچ‌یک از مداخلات تأثیر چشمگیری بر گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی نداشتند (۶۴). تفاوت در مدت زمان، نوع و شدت تمرین، نوع مکمل و طراحی پژوهش می‌تواند دلیل ناهمسویی یافته‌ها باشد.

تمرین مقاومتی سبب ایجاد پاسخ هیپرتروفیک و تغییر نوع تار ماهیچه‌ای در ماهیچه‌های درگیر و در نتیجه افزایش استفاده از گلوکز در کل بدن می‌شود. سازوکارهای زمینه‌ای احتمالی برای تأثیرات مثبت تمرین مقاومتی شامل افزایش تعداد پروتئین‌های ناقل گلوکز (GLUT)، افزایش تودۀ ماهیچه‌ای کل، و افزایش شمار گیرنده‌های انسولین در سلول‌های ماهیچه‌ای است (۶۵). RT می‌تواند محتوای پروتئین GLUT4 را افزایش دهد و افزایش تودۀ ماهیچه‌ای نیز جذب گلوکز را افزایش دهد. یک سازوکار غیرمستقیم که توسط آن RT می‌تواند مهار قند خون را بهبود بخشد، از طریق افزایش نرخ سوخت‌وساز پایه است که به کاهش چربی کمک می‌کند. کاهش سطح بافت چربی می‌تواند حساسیت به انسولین را افزایش دهد، زیرا چاقی عامل کمک‌کننده به مقاومت محیطی به انسولین است (۶۶). همچنین یافته‌های پژوهشی نشان داده است که عواملی مانند افزایش چگالی مویرگی، افزایش حساسیت گیرنده‌های انسولین، تغییر در ترکیب فسفولیپید سارکولما، افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسایشی و افزایش آنزیم گلیکوژن سنتاز از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهندۀ قند خون هستند (۶۲). همچنین فعالیت ورزشی با تحریک انقباض ماهیچه‌ای سبب کاهش نسبت ATP به AMP و کراتینین به فسفوکراتین می‌شود که این موضوع AMPK را فعال می‌کند. AMPK نقش کلیدی و برجسته‌ای در افزایش

انتقال‌دهندۀ گلوکز GLUT4 به سطح سلول‌های ماهیچه‌ای دارد و این فرایند به افزایش اکسایش اسیدهای چرب و انتقال گلوکز در سلول‌های ماهیچه‌ای کمک می‌کند، به‌ویژه در زمان انقباض ماهیچه‌های اسکلتی (۴۹).

افزون بر این، یافته‌های پژوهش رفراف (۲۰۱۵) و زمستانی و همکاران (۲۰۱۶) با هدف بررسی تأثیر دریافت چای بابونه بر مهار قند خون و نیمرخ لیپیدی سرم در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، با یافته‌ها ما همسوست (۲۵، ۲۶). اخگرجند و همکاران در پژوهشی با هدف بررسی نظام‌مند و فراتحلیلی جامع الگوهای انسانی و حیوانی برای بررسی تأثیر دریافت بابونه بر مهار قند خون، بیان کردند که دریافت بابونه می‌تواند آثار مطلوبی بر گلوکز خون و HbA1C سرم داشته باشد (۶۷). همچنین کرمانیان و همکاران در پژوهشی به بررسی اثرات چای بابونه بر مهار قند خون، وضعیت افسردگی و نیمرخ لیپیدی دیابت نوع دو پرداختند که در نهایت یافته‌ها این پژوهش نشان داد که نوشیدن روزانه سه فنجان چای بابونه به مدت ۱۲ هفته توسط T2D مبتلا به افسردگی به بهبود مهار قند خون و وضعیت افسردگی منجر می‌شود (۶۸). بابونه یکی از غنی‌ترین منابع پلی‌فنول‌ها و فلاونوئیدها مانند آپیژنین، لوتئولین، اسکولتین و کورستین است که شاید هضم و جذب کربوهیدرات را تنظیم کند. از این‌رو، گمان می‌رود فعالیت‌های ضد هایپرگلایسمی بابونه شاید نتیجۀ کاهش سرعت هضم و جذب کربوهیدرات، القای گلیکوژنز کبد، سرکوب آنزیم‌های گلوکونئوژنز و گلیکوژنولیز و حفظ سلول‌های بتا پانکراس باشد (۱۷). در کنار تأثیرات تمرین، عصارۀ بابونه نیز از طریق مسیرهای مشخصی تأثیرات ضددیابتی نشان داده است. ترکیبات فلاونوئیدی موجود در بابونه نظیر آپی‌ژنین و لوتئولین با فعال‌سازی گیرنده‌های هسته‌ای PPARγ و PPARα، بیان ژن‌های وابسته به سوخت‌وساز گلوکز و چربی را تنظیم می‌کنند و حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشند (۶۹). افزون بر آن، بابونه با مهار آنزیم‌های گلوکونئوژنز نظیر گلوکز-۶-فسفاتاز در کبد، موجب کاهش تولید داخلی گلوکز می‌شود که این سازوکار به‌ویژه در کاهش قند خون ناشتا مؤثر است (۶۷). یکی دیگر از سازوکارهای کلیدی عصارۀ بابونه، خاصیت ضداکسایشی آن است. تحقیقات نشان داده‌اند که دریافت بابونه فعالیت آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز را افزایش می‌دهد. این اثر موجب کاهش فشار اکسایشی و جلوگیری از آسیب به سلول‌های بتای پانکراس می‌شود و در نتیجه به حفظ ترشح انسولین کمک می‌کند (۲۶).

از مهم‌ترین محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به پایش نکردن کالری دریافتی شرکت‌کنندگان و عدم بررسی تأثیر شدت‌های مختلف تمرین و مقادیری متفاوت مکمل اشاره کرد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده این عوامل دقیق‌تر بررسی شوند. همچنین با توجه به همبستگی و وابستگی ترکیبات فعال زیستی موجود در بابونه (مانند آپیژنین و کامازولن) با کاهش التهاب سراسری و مزمن به‌ویژه در شرایط چاقی و دیابت، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های مشابه، نشانگرهای التهابی مانند IL-6، IL-1β، TNF-α و CRP نیز ارزیابی شوند تا نقش احتمالی این گیاه در بهبود وضعیت التهابی بیماران روشن‌تر شود.

با توجه به یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که انجام تمرین مقاومتی کل بدن با دریافت مکمل عصارۀ بابونه می‌تواند موجب کاهش سطوح قند خون ناشتا، انسولین، مقاومت انسولینی و لیپوکالین دو در زنان دیابتی نوع دو شود و در جهت افزایش سلامت زنان مفید باشد.

## تشکر و قدردانی

از همهٔ آزمودنی‌هایی که در انجام این پژوهش شرکت کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

## حمایت مالی

این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی از سازمان خاصی دریافت نکرده و برگرفته از امهٔ کارشناسی ارشد است.

## مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به‌طور مساوی در همه مراحل اجرای این پژوهش مشارکت داشتند.

## تعارض منافع

در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی در دست نیست.

## پی‌نوشت‌ها

[1] Type 2 diabetes mellitus
[2] International Diabetes Federation
[3] Free fatty acid
[4] Lipocalin 2
[5] Neutrophil gelatinase-associated lipocalin
[6] Melanocortin 4 receptor
[7] Glucose transporter type 4
[8] Matricaria chamomilla
[9] American College of Sports Medicine
[10] Total body resistance exercise

## منابع

1. 1. Zhao X, Wang Y, Zhou L, Ye A, Zhu Q. Changes of CA19-9 levels and related influencing factors in patients with type 2 diabetes mellitus after antidiabetic therapy. Scientific Reports. 2025;15(1):1264. https://doi.org/10.1038/s41598-025-85807-4.

2. Zhang Q, Liu H, Zhang J, Ouyang Y, Fu X, Xie C. The efficacy and safety of qiwei baizhu san in the treatment of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in Pharmacology. 2025;15:1501990. https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1501990.

3. Chandrasekaran P, Weiskirchen R. The role of obesity in type 2 diabetes mellitus—An overview. International Journal of Molecular Sciences. 2024;25(3):1882. https://doi.org/10.3390/ijms25031882.

4. Poon ETC, Li HY, Kong AP, Little JP. Efficacy of high-intensity interval training in individuals with type 2 diabetes mellitus: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. Diabetes, Obesity and Metabolism. 2025. https://doi.org/10.1111/dom.16220.

5. Chandrasekaran P, Weiskirchen S, Weiskirchen R. Structure, functions, and implications of selected lipocalins in human disease. International Journal of Molecular Sciences. 2024;25(8):4290. https://doi.org/10.3390/ijms25084290.

6. Bandeira CP, Schaan BD, Cureau FV. Association of BMI and WC for insulin resistance and type 2 diabetes among Brazilian adolescents. Jornal de Pediatria. 2025;101(1):30-7. https://doi.org/10.1016/j.jped.2024.07.007.

7. Lu S, Li Y, Qian Z, Zhao T, Feng Z, Weng X, Yu L. Role of the inflammasome in insulin resistance and type 2 diabetes mellitus. Frontiers in Immunology. 2023;14:1052756. https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1052756.

8. Norton L, Shannon C, Gastaldelli A, DeFronzo RA. Insulin: The master regulator of glucose metabolism. Metabolism. 2022;129:155142. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2022.155142.

9. Roden M, Petersen KF, Shulman GI. Insulin resistance in type 2 diabetes. Textbook of diabetes. 2024:238-49. https://doi.org/10.1002/9781119697473.ch17.

10. Goyal R, Singhal M, Jialal I. Type 2 diabetes. StatPearls [Internet]. 2023.

11. Lindstrom E, Deis J, Bernlohr DA, Chen X. Lipocalin 2 in Obesity and Diabetes: Insights into Its Role in Energy Metabolism. Endocrines. 2025;6(1):4. https://doi.org/10.3390/endocrines6010004.

12. Sólis-Suarez DL, Cifuentes-Mendiola SE, González-Alva P, Rodríguez-Hernández AP, Martínez-Dávalos A, Llamosas-Hernandez FE, et al. Lipocalin-2 as a fundamental protein in type 2 diabetes and periodontitis in mice. Journal of Periodontology. 2024. https://doi.org/10.1002/jper.24-0215.

13. Qiu R, Cai Y, Su Y, Fan K, Sun Z, Zhang Y. Emerging insights into Lipocalin-2: Unraveling its role in Parkinson's Disease. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2024;177:116947. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2024.116947.

14. Jaberi SA, Cohen A, D'Souza C, Abdulrazzaq YM, Ojha S, Bastaki S, Adeghate EA. Lipocalin-2: Structure, function, distribution and role in metabolic disorders. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2021;142:112002. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112002.

15. Mehrabi F, Safdari A, Moslemi A, Salehi M, Agharazi A, Rezvanfar MR. Efficacy of Ma'aljobon Aftimouni (Cuscuta Reflexa and whey) on HbA1c and blood glucose levels in patients with type 2 diabetes: a randomized triple-blind clinical trial. Contemporary Clinical Trials Communications. 2025;43:101401. https://doi.org/10.1016/j.conctc.2024.101401.

16. Akram W, Ahmed S, Rihan M, Arora S, Khalid M, Ahmad S, et al. An updated comprehensive review of the therapeutic properties of Chamomile (Matricaria chamomilla L.). International Journal of Food Properties. 2024;27(1):133-64. https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2293661.

17. Hajizadeh-Sharafabad F, Varshosaz P, Jafari-Vayghan H, Alizadeh M, Maleki V. Chamomile (Matricaria recutita L.) and diabetes mellitus, current knowledge and the way forward: A systematic review. Complementary therapies in medicine. 2020;48:102284. https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.102284.

18. Parveen A, Perveen S, Naz F, Ahmad M, Khalid M. Chamomile. Essentials of Medicinal and Aromatic Crops: Springer; 2023. p. 1009-40. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35403-8_39.

19. Chiang SL, Heitkemper MM, Hung YJ, Tzeng WC, Lee MS, Lin CH. Effects of a 12-week moderate-intensity exercise training on blood glucose response in patients with type 2 diabetes: A prospective longitudinal study. Medicine (Baltimore). 2019;98(36):e16860. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000016860.

20. Akbarpour M, Sabagheyan Rad S, Chamani N. Comparison of the effects of eight weeks of traditional resistance training and TRX on oxidative and antioxidant indicators in

women with type 2 diabetes. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2023;16(3):66-75. https://doi.org/10.48308/joeppa.2023.103908. [In Persian].

21. Samadpour Masouleh S, Siahkouhian M, Jafarnezhadgero A, Farzizadeh R. The Effect of Eight Weeks of TRX Resistance Training Along With Using Taurine Supplementation on Glycemic Indices of Type 2 Diabetic Females. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;11(4):548-59. https://doi.org/10.32598/SJRM.11.4.2. [In Persian].

22. Smith L, Snow J, Fargo J, Buchanan C, Dalleck L. The Acute and Chronic Health Benefits of TRX Suspension Training® in Healthy Adults. International Journal of Research in Exercise Physiology. 2016;11:1-15.

23. Mohammaddoost O, Shabkhiz F, Akbar Nejad A. Effect of six weeks of Total Body Resistance Training (TRX) and oral intake of aqueous extract of mango leaves (Mangifera indica) on serum TNF-α level and body mass index in non-athletic men. Feyz Medical Sciences Journal. 2024;28(3):281-9. http://dx.doi.org/10.48307/FMSJ.2024.28.3.281. [In Persian].

24. Movaghar F, Samadi A, Isanezhad A, Khahesi M. The effect of eight-week total-body resistance training (TRX) on hemodynamic parameters and body composition in overweight and obese pre-hypertensive women. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2024;17(3):56-70. https://doi.org/10.48308/joeppa.2024.235981.1266. [In Persian].

25. Zemestani M, Rafraf M, Asghari-Jafarabadi M. Chamomile tea improves glycemic indices and antioxidants status in patients with type 2 diabetes mellitus. Nutrition. 2016;32(1):66-72. https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.07.011.

26. Rafraf, M., Zemestani, M., & Asghari-Jafarabadi, M. (2015). Effectiveness of chamomile tea on glycemic control and serum lipid profile in patients with type 2 diabetes. Journal of endocrinological investigation, 38(2), 163–170. https://doi.org/10.1007/s40618-014-0170-x.

27. Akhgarjand, C., Moludi, J., Ebrahimi-Mousavi, S., Bagheri, A., Bavani, N. G., Beigmohammadi, M. T., & Malekahmadi, M. (2023). The effect of chamomile consumption on glycemic markers in humans and animals: a systematic review and meta-analysis. Journal of diabetes and metabolic disorders, 23(1), 189–198. https://doi.org/10.1007/s40200-023-01345-8.

28. Srivastava, J. K., Shankar, E., & Gupta, S. (2010). Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. Molecular medicine reports, 3(6), 895–901. https://doi.org/10.3892/mmr.2010.377.

29. McKay, D. L., & Blumberg, J. B. (2006). A review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (Matricaria recutita L.). Phytotherapy research : PTR, 20(7), 519–530. https://doi.org/10.1002/ptr.1900.

30. Akbarpour BM, Ghanji M, HASANI M, Tape RG, Hashemi MR. Comparison of the Effect of Eight Weeks of Traditional Resistance Training and TRX on Muscle Injury Indices of Inactive Women. 2022.

https://sid.ir/paper/1002743/en. [In Persian].

31. Haff GG, Dumke C. Laboratory manual for exercise physiology: Human Kinetics; 2021.

32. Jafari M, tartibian b, Tayebi SM. The effect of chamomile extract on antioxidant indices in young female futsal players. New Approaches in Exercise Physiology. 2023;5(9):102-17. doi: 10.22054/NASS.2023.76545.1147.

33. Denolin H. Guidelines for exercise testing and prescription, edited by American college of sports medicine lea & febiger, philadelphia (1991) 314 pages, illustrated, $15.00 isbn: 0–8121–1324–1. Wiley Online Library; 1992. https://doi.org/10.1002/clc.4960150224.

34. Derakhti F, Ghorbanian B, Saberi Y. The effect of eight weeks of TRX exercises with sesame seed supplementation on serum levels of alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase and lipid profile in obese women. Metabolism and Exercise. 2023;13(2):115-30.

35. Gharah Dashkhany Gordeh Sh, Banaeifar AA, Kazemzadeh Y, Sedaghaty S, Molanorouzi K. The Effect of 8 TRX on Myeloperoxidase and Total Antioxidant Capacity as Indicators of Vascular Endothelial Function in Obese Women. J Nutr Fast Health. 2023; 11(3): 200-207. DOI: 10.22038/JNFH.2023.74009.1456.

36. Housaini SL, Eizadi M. The effect of 8 weeks TRX training on glutathione peroxidase (GPx) and hydrogen peroxide (H2O2) in sedentary middle-aged obese men. 2020. https://sid.ir/paper/387656/en. [In Persian].

37. Katsanis G, Chatzopoulos D, Barkoukis V, Lola AC, Chatzelli C, Paraschos I. Effect of a school-based resistance training program using a suspension training system on strength parameters in adolescents. Journal of Physical Education and Sport. 2021;21(5):2607-21. DOI:10.7752/jpes.2021.05349.

38. Irani E, Khorshidi D. The effect of total body resistance exercise and Vaccinium arctostaphylos supplementation on body composition and C-reactive protein in obese women. Daneshvar Medicine. 2021;29(3):66-77. https://doi.org/10.22070/daneshmed.2021.14251.1058. [In Persian].

39. Piralaee L, Barati AH, Hasanzadeh Ghafouri M. The Effect of Eight Weeks of TRX Training on the Pain, Quality of Life and Core Muscle Endurance and Quality of Life in Patients with Chronic Non-Specific Low Back Pain. Irtiqa Imin Pishgiri Masdumiyat. 2022;10(1):1-11. doi: 10.22037/iipm.v10i1.34816. [In Persian].

40. Scott, D. A., Ponir, C., Shapiro, M. D., & Chevli, P. A. (2024). Associations between insulin resistance indices and subclinical atherosclerosis: A contemporary review. American journal of preventive cardiology, 18, 100676. https://doi.org/10.1016/j.ajpc.2024.100676.

41. Fattahpour Marandi, M., & Babaei, S. (2023). Effect of 12 Weeks of Resistance and Aerobic Training on Serum Levels of CTRP-12 and LCN-2 in Women With Type-2 Diabetes. Journal of Sport Biosciences, 15(2), 43-55.https://doi.org/10.22059/jsb.2023.357093.1581. [In Persian].

42. Atashak S, Stannard SR, Daraei A, Soltani M, Saeidi A, Moradi F, et al. High-intensity

interval training improves Lipocalin-2 and Omentin-1 levels in men with obesity. International journal of sports medicine. 2022;43(04):328-35. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-254389/v1.

43. Amini M, Abdi A, ABBASSI DA. Synergistic Effects of Aerobic Training and Momordica Charantia L. on Serum Lipocalins in Men with Type 2 Diabetes. 2020. doi: 10.22049/JAHSSP.2023.28394.1548. [In Persian].

44. Alipour Ghazichaki N, Abdi A, Barari A. The Effect of Pilates Training with Resveratrol on Serum Levels of Sestrin 2, Lipocalin 2, Oxidative Stress and Metabolic Syndrome in Obese Middle-Aged Women. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2023;10(2):94-109. doi: 10.22049/JAHSSP.2023.28394.1548. [In Persian].

45. Dehghani K, Mogharnasi M, Sarir H, Malekaneh M. Changes in lipocalin-2 levels after resistance training (RT) and consumption of spirulina microalgae in overweight and obese men. Feyz Medical Sciences Journal. 2021;25(5):1184-93. http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-4422-en.html. [In Persian].

46. Asadollahi Sohi Danial, Faizali Sanaz, & Gholami Mehrabadi Maedeh. (2024). The effect of eight weeks of moderate-intensity interval training with cumin extract consumption on lipocalin-2, interleukin-1 beta levels and body composition in obese women with hypertension. [In Persian].

47. Kaseb F, Yazdanpanah Z, Biregani AN, Yazdi NB, Yazdanpanah Z. The effect of chamomile (Matricaria recutita L.) infusion on blood glucose, lipid profile and kidney function in type 2 diabetic patients: a randomized clinical trial. Prog Nutr. 2018;20(1):110-8.

48. Abubakar IB, Malami I, Yahaya Y, Sule SM. A review on the ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology of Alpinia officinarum Hance. Journal of Ethnopharmacology. 2018;224:45-62. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.05.027.

49. Safarzade A, Barzegari-Marzoni H, Talebi-Garakani E, Fathi R. Effect of Resistance Training on Plasma Lipocalin-2 Concentration, White Blood Cell Count, and Insulin Resistance Index in Type 2 Diabetic Men. Journal of Applied Exercise Physiology. 2017;13(25):187-96. https://doi.org/10.22080/jaep.2017.1598. [In Persian].

50. GHorbanian B, Esmaeilzadeh D. Effect of Progressive Resistance Training on Serum Lipocalin-2 and Lipid Profiles in In-active Men. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2017;18(5):378-85. http://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-2106-en.pdf. [In Persian].

51. Shemshaki, A., Hosseini, M., Saghebjoo, M., & Arefi, R. (2016). The effect of 6 weeks of aerobic training on plasma levels of lipocalin-2, insulin and insulin resistance in streptozotocin-induced diabetic male rats. Sport Physiology & Management Investigations, 8(1), 51-61. [In Persian].

52. Jaberi, S. A., Cohen, A., D'Souza, C., Abdulrazzaq, Y. M., Ojha, S., Bastaki, S., & Adeghate, E. A. (2021). Lipocalin-2: Structure, function, distribution and role in metabolic disorders. Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine &

pharmacotherapie, 142, 112002. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112002.

53. Elkhidir, A. E., Eltaher, H. B., & Mohamed, A. O. (2017). Association of lipocalin-2 level, glycemic status and obesity in type 2 diabetes mellitus. BMC research notes, 10(1), 285. https://doi.org/10.1186/s13104-017-2604-y.

54. Mosialou, I., Shikhel, S., Luo, N., Petropoulou, P. I., Panitsas, K., Bisikirska, B., Rothman, N. J., Tenta, R., Cariou, B., Wargny, M., Sornay-Rendu, E., Nickolas, T., Rubin, M., Confavreux, C. B., & Kousteni, S. (2020). Lipocalin-2 counteracts metabolic dysregulation in obesity and diabetes. The Journal of experimental medicine, 217(10), e20191261. https://doi.org/10.1084/jem.20191261.

55. Domieh, A. M., & Khajehlandi, A. (2010). Effect of 8 weeks endurance training on plasma visfatin in middle-aged men. Brazilian Journal of Biomotricity, 4(3), 174-179.

56. Wang Y, Lam KS, Kraegen EW, Sweeney G, Zhang J, Tso AW, et al. Lipocalin-2 is an inflammatory marker closely associated with obesity, insulin resistance, and hyperglycemia in humans. Clinical chemistry. 2007;53(1):34-41. https://doi.org/10.1373/clinchem.2006.075614.

57. Law, I. K., Xu, A., Lam, K. S., Berger, T., Mak, T. W., Vanhoutte, P. M., Liu, J. T., Sweeney, G., Zhou, M., Yang, B., & Wang, Y. (2010). Lipocalin-2 deficiency attenuates insulin resistance associated with aging and obesity. Diabetes, 59(4), 872–882. https://doi.org/10.2337/db09-1541.

58. Liu, Y., Ye, W., Chen, Q., Zhang, Y., Kuo, C. H., & Korivi, M. (2019). Resistance Exercise Intensity is Correlated with Attenuation of HbA1c and Insulin in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. International journal of environmental research and public health, 16(1), 140. https://doi.org/10.3390/ijerph16010140.

59. Su, W., Tao, M., Ma, L., Tang, K., Xiong, F., Dai, X., & Qin, Y. (2023). Dose-response relationships of resistance training in Type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized controlled trials. Frontiers in endocrinology, 14, 1224161. https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1224161.

60. Wan, Y., & Su, Z. (2024). The Impact of Resistance Exercise Training on Glycemic Control Among Adults with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Biological research for nursing, 26(4), 597–623. https://doi.org/10.1177/10998004241246272.

61. Samadpour Masouleh, S., Bagheri, R., Ashtary-Larky, D., Cheraghloo, N., Wong, A., Yousefi Bilesvar, O., Suzuki, K., & Siahkouhian, M. (2021). The Effects of TRX Suspension Training Combined with Taurine Supplementation on Body Composition, Glycemic and Lipid Markers in Women with Type 2 Diabetes. Nutrients, 13(11), 3958. https://doi.org/10.3390/nu13113958.

62. Gholinezhad E, Tofighi A, Khodaei K, Behzadi F. The Effect of 12 Weeks of Aerobic Exercise Combined with Galega officinalis Extract Supplementation on Glycemic Indices, Insulin Resistance,

Insulin Sensitivity, Liver Enzymes, and Lipid Profile in Women with Type 2 Diabetes. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2025. doi:10.22077/jpsbs.2025.9113.1955. [In Persian].

63. Rostamizadeh Mehdi, Elmiyeh Alireza, & Shabani Ramin. (2019). The effect of 8 weeks of resistance training on adiponectin levels, insulin resistance and sensitivity, and glycosylated hemoglobin in overweight men. https://sid.ir/paper/967125/fa. [In Persian].

64. Sari-Sarraf V, Amirsasan R, Halalkhor F. Effect of concurrent training and flaxseed supplementation on Insulin Indicators and body composition in overweight women. The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility. 2018;21(8):9-21. https://doi.org/10.22038/ijogi.2018.11963. [In Persian].

65. Qadir, R., Sculthorpe, N. F., Todd, T., & Brown, E. C. (2021). Effectiveness of Resistance Training and Associated Program Characteristics in Patients at Risk for Type 2 Diabetes: a Systematic Review and Meta-analysis. Sports medicine - open, 7(1), 38. https://doi.org/10.1186/s40798-021-00321-x.

66. Akhgarjand, C., Moludi, J., Ebrahimi-Mousavi, S., Bagheri, A., Bavani, N. G., Beigmohammadi, M. T., & Malekahmadi, M. (2023). The effect of chamomile consumption on glycemic markers in humans and animals: a systematic review and meta-analysis. Journal of diabetes and metabolic disorders, 23(1), 189–198. https://doi.org/10.1007/s40200-023-01345-8.

67. Kermanian S, Mozaffari-Khosravi H, Dastgerdi G, Zavar-Reza J, Rahmanian M. The Effect of Chamomile Tea versus Black Tea on Glycemic Control and Blood Lipid Profiles in Depressed Patients with Type 2 Diabetes: A Randomized Clinical Trial. Journal of Nutrition and Food Security. 2018;3(3):157-66. http://jnfs.ssu.ac.ir/article-1-197-en.html. [In Persian].

68. Weidner, C., Wowro, S. J., Rousseau, M., Freiwald, A., Kodelja, V., Abdel-Aziz, H., Kelber, O., & Sauer, S. (2013). Antidiabetic effects of chamomile flowers extract in obese mice through transcriptional stimulation of nutrient sensors of the peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR) family. PloS one, 8(11), e80335. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080335.