ORIGINAL ARTICLE

# *The Effect of Eight Weeks of Core Stability Training and Chitosan Supplementation on Cholecystokinin (CCK) and Peptide YY (PYY) Levels in Overweight Women: A Randomized Controlled Trial*

Nasim Rahimi[1],
Saeid Shamlou Kazemi[2],
Ali Hemati Afif[3],
Aida Baghbani[4]

[1] MSc in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Humanities, Danesh Alborz University, Qazvin, Iran
[2] PhD in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
[3] Associate Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
[4] MSc in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Humanities, Danesh Alborz University, Qazvin, Iran

(Received December 24, 2024; Accepted March 17, 2025)

## *Abstract*

**Background and purpose:** Obesity disrupts the secretion of appetite-regulating hormones, such as peptide YY (PYY) and cholecystokinin (CCK), which disrupts natural appetite control mechanisms and promotes excessive food intake and weight gain. Over time, these disturbances elevate the risk of metabolic disorders. This study aimed to investigate the effects of eight weeks of core stability training combined with chitosan supplementation on anthropometric indices, lipid profiles, and gastrointestinal hormones (CCK and PYY) in obese women.

**Materials and methods:** This clinical trial was conducted on 60 obese women (BMI: 30.83±1.43), who were randomly assigned to three intervention groups and one control group. Participants in the exercise-only group performed core stability training three times per week for eight weeks. The supplement-only group consumed two 500 mg chitosan capsules daily for the same duration. The combined intervention group simultaneously engaged in both the exercise protocol and chitosan supplementation. Measurements of study variables were taken twice before and after the intervention. Data analysis was performed using two-way ANOVA in SPSS (version 27) with a significance level of $\alpha = 0.05$.

**Results:** The findings revealed significant differences in PYY and CCK levels among the intervention groups (exercise, supplement, and combined intervention) ($P< 0.05$), whereas no significant changes were observed in the control group ($P> 0.05$). Additionally, the intervention groups demonstrated significant improvements in anthropometric indices and lipid profiles ($P< 0.05$).

**Conclusion:** Core stability training, chitosan supplementation, and their combined implementation positively influenced anthropometric measures, plasma lipid profiles, and gastrointestinal hormones (PYY and CCK). These findings suggest that combining exercise with supplementation may be an effective strategy for improving metabolic health and supporting weight management in obese women.

*(Clinical Trials Registry Number: IRCT20221120056548N6)*

***Keywords:*** chitosan supplement, cholecystokinin, core stability training, obese women, peptide YY

**J Mazandaran Univ Med Sci 2025; 35 (244): 78-90 (Persian).**

**Corresponding Author: Saeid Shamlou Kazemi -** Department of exercise physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran. (E-mail: saeidshamlou9092@gmail)

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و پنجم شماره ۲۴۴ اردیبهشت سال ۱۴۰۴ (۹۰-۷۸)

# تأثیر هشت هفته تمرینات تخصصی ثبات مرکزی و مکمل یاری چیتوزان بر سطوح کوله سیستوکینین[CCK] و پپتید [PYY]YY در زنان چاق: مطالعه کار آزمایی بالینی

نسیم رحیمی[۱]
سعید شاملو کاظمی[۲]
علی همتی عفیف[۳]
آیدا باغبانی[۴]

## چکیده

**سابقه و هدف:** تغییرات در هورمون‌های تنظیم‌کننده اشتها مانند PYY و CCK، باعث اختلال در مکانیزم‌های طبیعی کنترل اشتها و مصرف غذا می‌شود، که می‌تواند به تشدید مصرف بیش از حد غذا و افزایش وزن منجر گردد. این وضعیت در بلندمدت خطر بیماری‌های متابولیکی را افزایش می‌دهد. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات ثبات مرکزی بدن همراه با مصرف مکمل چیتوزان بر شاخص‌های آنتروپومتریک، سطوح لیپیدی و هورمون‌های گوارشی CCK و PYY در زنان چاق بوده است.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش به‌صورت کارآزمایی بالینی در ۶۰ نفر از زنان چاق (BMI:۳۰/۸۳±۱/۴۳) در سه گروه مداخله و یک گروه کنترل انجام شد. آزمودنی‌های گروه مداخله برنامه تمرینی، تنها به مدت هشت هفته(سه جلسه در هفته) تمرینات ثبات مرکزی را انجام دادندو گروه مکمل روزانه دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی گرمی چیتوزان در طی هشت هفته مصرف کردند. همچنین گروه تمرینات به همراه مکمل به‌صورت هم‌زمان به اجرای تمرینات و مصرف چیتوزان پرداختند. اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش در دو نوبت قبل و بعد از مداخله انجام شد. جهت آنالیز داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه (Two-way ANOVA) در نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۷ در سطح معنی‌داری $\alpha = ۰/۰۵$ استفاده شد.

**یافته‌ها:** مطالعه حاضر نشان داد که در متغیرهای مورد نظر (PYY و CCK) تفاوت‌های معنی‌داری درگروه‌های مداخله‌ای تمرین، گروه مکمل و گروه تمرین به همراه مکمل وجود داشت ($P <۰/۰۵$)، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری در گروه کنترل مشاهده نشد ($P >۰/۰۵$). هم‌چنین، بهبود معنی‌داری در شاخص‌های آنتروپومتریک و سطوح لیپیدی در گروه‌های مداخله‌ای دیده شد ($P <۰/۰۵$).

**استنتاج:** به نظر می‌رسد تمرینات ثبات مرکزی، مکمل چیتوزان و مصرف همزمان مکمل و تمرینات، تأثیر مثبتی بر شاخص‌های آنتروپومتریک و سطوح پلاسمایی پروفایل لیپیدی و هورمون‌های گوارشی (PYY و CCK دارد). این یافته‌ها نشان می‌دهد که ترکیب این دو مداخله می‌تواند در بهبود وضعیت متابولیکی و کنترل وزن زنان چاق مؤثر باشد.

*شماره ثبت کارآزمایی بالینی IRCT ۲۰۲۲۱۱۲۰۰۵۶۵۴۸N۶*

**واژه های کلیدی:** پپتید YY، تمرینات ثبات مرکزی بدن، زنان چاق، کوله‌سیستوکنین، مکمل چیتوزان

**مولف مسئول: سعید شاملوکاظمی** -همدان: دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران **E-mail:** saeidshamlou9092@gmail.com
۱. کارشناس ارشد، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه دانش البرز، قزوین، ایران
۲. دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳. دانشیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
۴. کارشناس ارشد، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه دانش البرز، قزوین، ایران
تاریخ دریافت : ۱۴۰۳/۱۰/۴ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۴۰۳/۱۱/۱۴ تاریخ تصویب : ۱۴۰۳/۱۲/۲۷



[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

## مقدمه

چاقی یک انباشت غیرطبیعی چربی در بدن انسان است که خطرات جدی برای سلامت انسان به همراه دارد و روند فعلی آن تهدیدی جدی برای سلامت جهانی به شمار می‌آید. نرخ چاقی به‌طور پیوسته در سراسر جهان در طول ۴۰ سال گذشته در مردان و زنان افزایش یافته است(۱) و شیوع بالای آن و پیامدهای جدی اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی، آن را به یکی از مشکلات عمده بهداشت جهانی تبدیل کرده است. چاقی یک عامل خطر اصلی برای بیماری هایی از قبیل دیابت نوع ۲، بیماری عروق کرونر، بیماری عروق مغزی، فشارخون شریانی، دیس لیپیدمی و چندین نوع سرطان است که تمام این شرایط منجر به افت کیفیت زندگی و کاهش امید به زندگی می‌انجامد(۲).

شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد پرخوری کنترل‌نشده با سیگنال‌دهی هورمون‌هایی که اشتها و متابولیسم را تنظیم می‌کنند مرتبط است(۳). در تنظیم اشتها ریزمیکروب‌های روده ای اهمیت ویژه‌ای دارند. بخشی از ریزمیکروب‌های روده‌ای می‌توانند به طور مستقیم با نورون‌های هیپوتالاموسی که اشتها را کنترل می‌کنند تعامل داشته باشند، در حالی که بخش دیگری با تولید متابولیت‌هایی که آزادسازی پپتیدهای سیری را تحریک می‌کنند، اشتها را سرکوب می‌کند(۴). پپتید YY (PYY) و کولسیستوکینین (CCK) دو هورمون روده‌ای هستند که در تنظیم اشتها و مصرف غذا نقش مهمی ایفا می‌کنند. PYY پس از مصرف غذا، به ویژه چربی‌ها و پروتئین‌ها، از روده ترشح می‌شود و با ارسال سیگنال‌هایی به مغز، احساس سیری ایجاد می‌کند و از طریق گیرنده‌های خاص در هیپوتالاموس اشتها را کاهش می‌دهد. در مقابل، CCK نیز در پاسخ به مواد غذایی به‌ویژه چربی‌ها و پروتئین‌ها در روده آزاد می‌شود و به گیرنده‌های CCK1 و CCK2 متصل می‌شود تا مصرف غذا را کاهش دهد و از ادامه خوردن جلوگیری کند. این دو هورمون به‌طور همزمان و با همکاری یکدیگر، سیگنال‌های سیری را تقویت کرده و مصرف غذا را در کوتاه‌مدت کنترل می‌کنند(۵، ۶).

رویکرد بهینه برای درمان یا کنترل شیوع چاقی و تأثیرات منفی آن بر سلامت، شامل کاهش توده چربی همراه با حفظ توده عضلانی، از طریق فعالیت بدنی است. مداخلات تغذیه و ورزش دو راهکار مؤثر در مدیریت چاقی هستند. پژوهش‌ها حاکی از اثربخشی تمرین ورزشی و مداخلات تغذیه‌ای بر کاهش چاقی در افراد مسن و یا به‌طورکلی در افراد بالغ می‌باشد(۷).

تمرین ورزشی منظم سبب کاهش بیماری در افرادی می‌شود که دارای چاقی و عدم تعادل لیپید هستند و به دنبال آن سبب جلوگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی می‌گردد. همچنین فعالیت بدنی (به‌خصوص نوع شدید)، باعث افزایش ترشح هورمون‌های معده-روده، CCK، PYY و کاهش اشتها و وزن بدن می‌شود(۸). تمرین شدید، سطوح PYY زنان و مردان را افزایش می‌دهد(۹).

در دهه‌های اخیر، محصولات طبیعی رژیمی یا مکمل‌های غذایی کاربردی، عموماً برای بهبود کنترل چاقی و بیماری‌های مرتبط با چاقی استفاده می‌شوند(۹). چیتوزان(Chitosan)، یک کیتین استیله (پلیمر شبیه سلولز)، و یک فیبر غذایی است که عمدتاً از دیواره سلولی قارچ، پوسته سخت‌پوستان و اسکلت بیرونی بی‌مهرگان دریایی و بندپایان مانند میگو، خرچنگ به دست می‌آید که می‌تواند موجب سرکوب اشتها شود و علاوه بر اثرات مفید بر چربی بدن، بر لیپیدهای در گردش تأثیر می‌گذارد(۱۰). مطالعات بالینی نشان می‌دهد که چیتوزان سطح HDL را افزایش(۱۱) و سطح LDL را کاهش می‌دهد(۱۲).

با وجود اهمیت بارز فعالیت بدنی در مدیریت چاقی، تنها مطالعات اندکی تاثیر تناسب‌اندام بر هورمون‌های تنظیم‌کننده اشتها را بررسی کرده‌اند (۱۳، ۱۴). از سوی دیگر، تحقیقات نشان داده‌اند که مکمل چیتوزان می‌تواند موجب سرکوب هورمون‌های اشتها شود(۱۵). در زمینه پپتیدهای مرتبط با اشتها نظیر PYY و

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

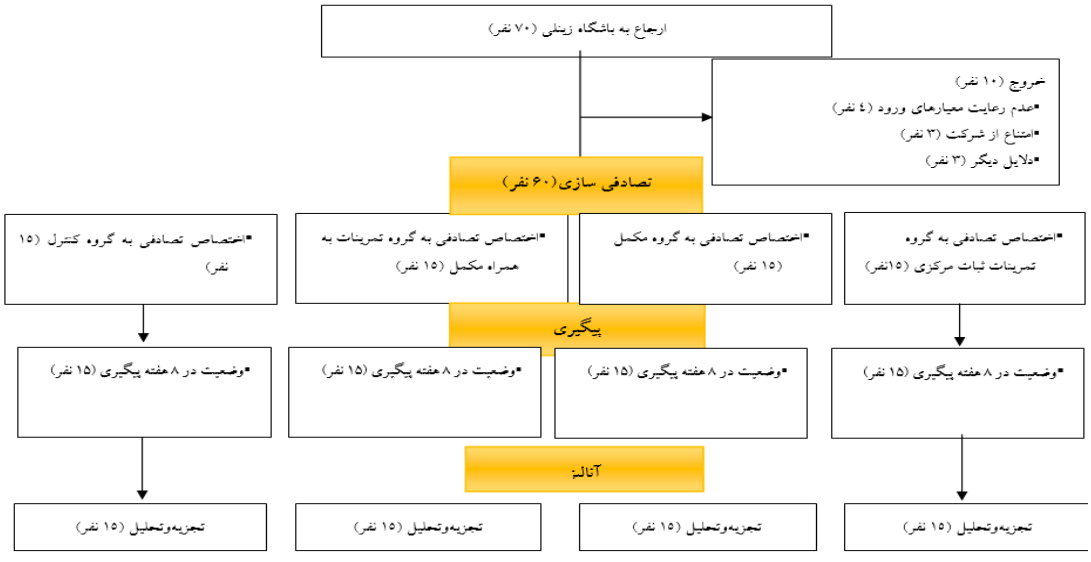
CCK، مطالعات مختلفی در پاسخ به پروتکل‌های تمرینی متفاوت انجام شده‌اند که نتایج ضد و نقیضی را به همراه داشته‌اند. بر این اساس، تحقیق حاضر به بررسی تأثیر تمرینات اختصاصی عضلات مرکزی بدن همراه با مصرف مکمل چیتوزان بر سطوح هورمون‌های PYY و CCK در دستگاه گوارش زنان چاق می‌پردازد و هدف آن پاسخ به این سؤال است که چگونه و به چه میزان ترکیب تمرینات خاص با چیتوزان می‌تواند بر کنترل وزن، تغییرات ترکیب بدنی، پروفایل لیپیدی و به‌ویژه تنظیم اشتها و کاهش مصرف غذا در افراد مبتلا به چاقی تأثیر بگذارد.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر ازنظر هدف کاربردی و به‌صورت کارآزمایی بالینی در قالب یک مطالعه نیمه تجربی چهار گروهی (سه گروه تجربی و یک گروه کنترل)، با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت. پس از کسب مجوز از کمیته اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی IR.SSRI.REC.1401.1636 تعداد ۶۰ نفر زن چاق در دامنه سنی ۵۰ تا ۶۵ سال با استفاده از نرم‌افزار G-power، با در نظر گرفتن اندازه اثر: ۰/۴۰، α: ۰/۰۵ و توان: ۰/۹۵، پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه در سه گروه مداخله (تمرینات ثبات مرکزی(۱۵ نفر)، گروه مکمل(۱۵ نفر) و گروه تمرینات به همراه مکمل(۱۵ نفر)) و یک گروه کنترل(۱۵ نفر) قرار گرفتند(فلوچارت شماره ۱)(۱۶).

همه افراد شرکت‌کننده در مطالعه از نظر وضعیت عمومی و سلامتی و تندرستی، سوابق درمانی و بیماری‌ها، مصرف دارو، رژیم غذایی مورد استفاده و میزان فعالیت بدنی روزانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. به‌علاوه از افراد خواسته شد در صورت مصرف دارو در طول دوره هیچ تغییری در دوز و تعداد دارو انجام ندهند. هم چنین از افراد موردمطالعه درخواست شد تا قبل از اجرای آزمون، الگوهای خواب طبیعی (حداقل ۸ ساعت خواب)، الگوهای فعالیت روزانه و رژیم غذایی (۱۲ ساعت حالت ناشتا قبل از آزمون) در طول پژوهش را رعایت کنند و از هرگونه فعالیت بدنی شدید، مصرف مکمل غذایی، مصرف دارو، مصرف قهوه و دخانیات تا ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون و تا زمان جمع‌آوری نمونه خونی که بر روی سیستم و عملکرد ایمنی تأثیر دارد، خودداری نمایند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل افراد با BMI>۳۰، عدم وجود بیماری‌های جسمی یا ذهنی، یائسه بودن، عدم داشتن مشکلات جسمانی و حرکتی و عدم شرکت در فعالیت ورزشی منظم در یک سال اخیر می‌باشد.




**فلوچارت شماره ۱:** نمودار مراحل مطالعه

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

معیارهای خروج از مطالعه شامل عدم تحمل ورزش (هم‌چون ابتلا به ناراحتی شدید یا بی‌حالی و گیجی)، بیماری‌های قلبی و عروقی، عدم شرکت منظم در تمرینات و مصرف نامناسب مکمل و عدم تکمیل کردن طول مدت موردنظر پژوهش است. در حین اجرای پروتکل تمرینی، پزشک ورزشی و مربی در محل حضور داشتند و همراه داشتن بیمه ورزشی و کارت واکسیناسیون کرونا الزامی بود. گروه کنترل نیز در این دوره هیچ گونه فعالیت بدنی و مصرف مکملی را تجربه نکردند و از آن‌ها خواسته شد روند روتین زندگی خود را ادامه دهند.

*مداخلات تمرین*

یک هفته پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه و به منظور آشنایی افراد شرکت‌کننده در مطالعه با شیوه مناسب اجرای تمرینات، افراد به سالن تمرین فراخوانده شدند تا با روند تحقیق، نحوه صحیح استفاده از مکمل نیز آشنا شوند. پروتکل تمرینی به این صورت بود که افراد در ابتدا پس از ده دقیقه گرم کردن (راه رفتن و دویدن بر روی تردمیل) به اجرای تمرینات پرداخته و پس از اتمام تمرینات ده دقیقه به سرد کردن پرداختند(۱۷). تمرینات اصلی شامل چهل دقیقه کرانچ دوچرخه، کرانچ معکوس، سگ پرنده، پاندول معکوس همراه مدیسن بال، پاندول معکوس بدون مدیسن بال، پلانک، پل پهلو، شنا سوئدی، پیچ روسی، بالا آوردن پا از پهلو، توپ مدیسن، قیچی زیر شکم، حرکت پا به داخل شکم، دراز نشست، حرکت کرانچ جک نایف یا دسته چاقویی و کوهنوردی بود(۱۸). تمرینات به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته) انجام شد. در چهار هفته ی اول، تمرینات به صورت ۲ دوره و در هر دوره ۱۵-۲۰ تکرار بود و از هفته‌های بعدی ۵-۱۰ تکرار به هر دوره اضافه گردید و زمان استراحت از نود ثانیه به شصت ثانیه در بین حرکات کاهش یافت.

*برنامه مصرف مکمل*

آزمودنی‌های مصرف‌کننده چیتوزان، دو نوبت در روز در ساعت‌های مشخص شده ۱ ساعت پیش از وعده‌های ناهار و شام کپسول چیتوزان ۵۰۰ میلی گرمی شرکت کارن را مصرف کردند(۱۵)؛ همچنین گروه تمرینات به همراه مصرف مکمل نیز به اجرای تمرینات پرداختند.

*ترکیب بدنی*

وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازو سکا ساخت آلمان (Seca) با دقت ۰/۵ کیلوگرم و قد سنج Seca با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. قد افراد به صورت کاملاً صاف، بدون کفش و در حالتی که پاشنه پا، لگن و پشت سر به تیغه پشتی قد سنج تماس داشت اندازه‌گیری و مقدار قد از روی اعداد استاندارد روی متر این قد سنج، با دقت ۱ سانتی‌متر ثبت شد. شاخص توده بدنی(BMI) به‌صورت وزن (کیلوگرم) تقسیم‌بر مجذور قد ($m^2$) محاسبه شد.

*آنالیز بیوشیمیایی خون*

نمونه‌گیری خونی با توجه به اهداف در دو مرحله انجام شد. نمونه‌گیری اولیه ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه تمرینی و مرحله دوم خون‌گیری ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام شد.

قبل از هر نوبت خون‌گیری، آزمودنی‌ها چند دقیقه در حالت نشسته استراحت کردند و سپس به ترتیب در کمترین زمان از ورید بازویی در ناحیه‌ی آرنج آن‌ها ۱۰ سی‌سی خون دریافت شد. سپس نمونه خون با سرعت ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه سانتریفوژ شد و پلاسمای حاصل در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد فریز گردید. به منظور بررسی متغیرهای پروفایل لیپیدی، ۴ سی‌سی خون را در لوله‌های EDTA ریخته و غلظت قند خون ناشتا، کلسترول تام، تری گلسیرید، LDL و HDL به‌صورت آنزیمی توسط کیت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری سطوح پلاسمایی PYY از کیت Zellbio (ساخت آلمان با حساسیت ۱/۵ pg/ml) و سطوح پلاسمایی CCK از کیت Zellbio (ساخت آلمان با حساسیت ۰/۵ pg/ml) با استفاده از روش الایزا اندازه‌گیری شد(۱۹).

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

*تحلیل آماری*

برای توصیف داده‌های پژوهش، از آمار توصیفی نظیر میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها که توسط آزمون شاپیروویلک حاصل شد، از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه ( Two-way ANOVA) و آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه بین گروهی در نسخه SPSS ۲۷ استفاده شد($P\leq ۰/۰۵$).

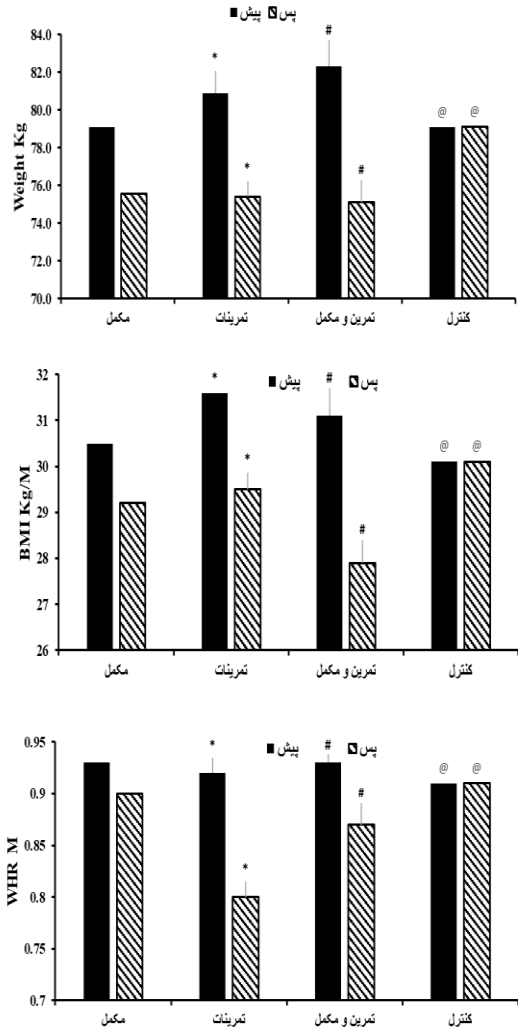
## یافته‌ها

تغییرات میانگین شاخص‌های گروه‌ها پیش و پس از آزمون در جداول نشان داده شده است. در جدول و نمودار شماره ۱ تغییرات شاخص آنتروپرومتریک پیش و پس از تمرینات تخصصی ثبات مرکزی و مصرف مکمل در این گروه‌ها در نظر گرفته شد؛ همچنین در جدول و نمودار شماره ۲ تغییرات پروفایل لیپیدی و قند خون افراد قبل از دوره و بعد از دوره تحلیل و بررسی گردید و در نمودار شماره ۳ و۴ تفاوت سطح سرمی هورمون‌های گوارشی مقایسه شد. بعد از بررسی انجام شده مشاهده شد که بین متغیرهای شاخص‌های آنتروپومتریک و پروفایل لیپیدی و سطوح سرمی گوارشی با تأکید بر گروه‌های پژوهش تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

**جدول شماره ۱:** توزیع فاکتورهای آنتروپومتریک با تفکیک گروه‌های موردمطالعه (N=۶۰)

| متغیر | گروه | پیش‌آزمون میانگین±انحراف معیار | پس‌آزمون میانگین±انحراف معیار | سطح معنی داری |
|---|---|---|---|---|
| قد | مکمل | ۰۹/۰±۶۱/۱ | ۰۹/۰±۶۱/۱ | – |
| | تمرین | ۱/۰±۶۰/۱ | ۱/۰±۶۰/۱ | – |
| | مکمل+ تمرین | ۳/۰±۶۴/۱ | ۳/۰±۶۴/۱ | – |
| | کنترل | ۰۶/۰±۶۳/۱ | ۰۶/۰±۶۳/۱ | – |
| وزن | مکمل | ۷۳/۵±۱/۷۹ | ۵۶/۴±۵۶/۷۵ | *۰/۰۴ |
| | تمرین | ۰۸/۹±۹/۸۰ | ۳۷/۷±۴/۷۵ | *۰/۰۳ |
| | مکمل+ تمرین | ۱۱/۲۱±۸۲/۳ | ۷۳/۹±۱/۷۵ | *۰/۰۳ |
| | کنترل | ۱۵/۵±۹/۷۹ | ۷۲/۸±۱۱/۷۹ | ۰/۱۸ |
| شاخص توده بدن Kg/M² | مکمل | ۳/۱±۵/۳۰ | ۰۶/۱±۲/۲۹ | ۰۲/*۰ |
| | تمرین | ۴/۱±۶/۳۱ | ۰۲/۲±۵/۲۹ | ۰۲/*۰ |
| | مکمل+ تمرین | ۶/۱±۱/۳۱ | ۰۹/۱±۹/۲۷ | ۰۱/*۰ |
| | کنترل | ۴/۱±۱/۳۰ | ۲/۱±۱/۳۰ | ۱۴/۰ |
| نسبت دور کمر به لگن | مکمل | ۰۳/۰±۹۳/۰ | ۳/۰±۹۰/۰ | ۰۰۴/*۰ |
| | تمرین | ۰۲/۰±۹۲/۰ | ۰۲/۰±۸۸/۰ | ۰۰۳/*۰ |
| | مکمل+ تمرین | ۰۲/۰±۹۳/۰ | ۰۵/۰±۸۷/۰ | ۰۰۱/*۰ |
| | کنترل | ۰۳/۰±۹۱/۰ | ۰۲/۰±۹۱/۰ | ۱۵/۰ |

$P<۰/۰۵$




**نمودار شماره ۱:** تغییرات آنتروپومتریک با تفکیک گروه‌های موردمطالعه

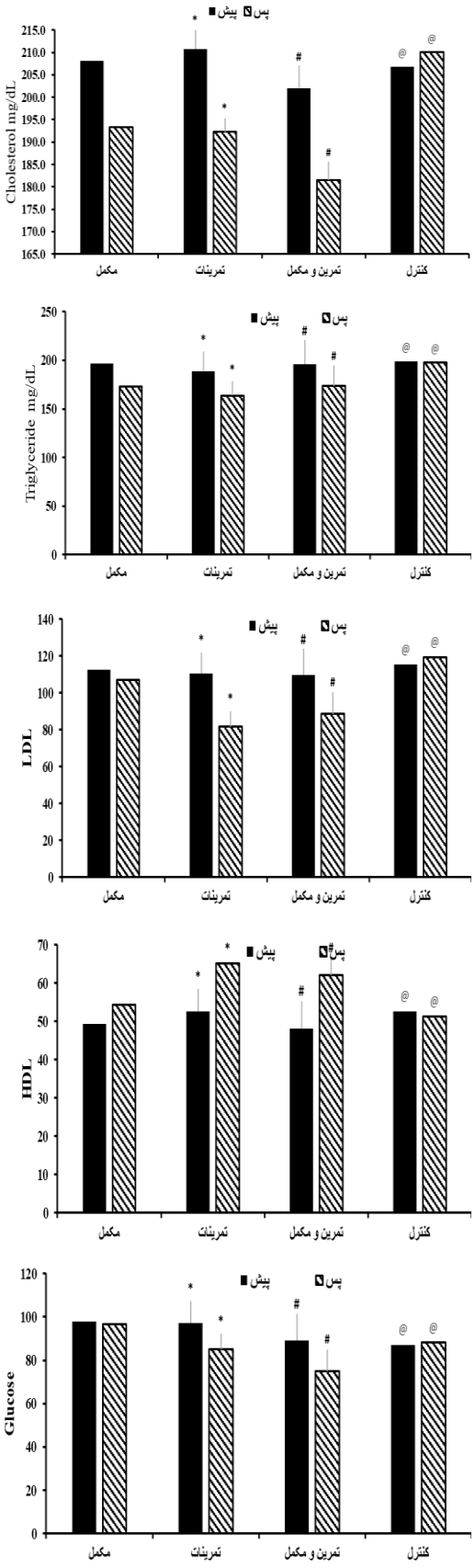
**جدول شماره ۲:** پروفایل لیپیدی و گلوکز ناشتا آزمودنی‌ها (N=۶۰)

| متغیر | گروه | پیش‌آزمون میانگین±انحراف معیار | پس‌آزمون میانگین±انحراف معیار | سطح معنی داری |
|---|---|---|---|---|
| کلسترول تام | مکمل | ۵/۲۰±۲۰۸/۱۵ | ۵/۶۲±۳۵/۱۹۳ | ۰۰۴/*۰ |
| | تمرین | ۴/۹۰±۲۱۰/۷۵ | ۵/۶۰±۱۹۲/۲۵ | |
| | مکمل + تمرین | ۵/۸۰±۲۰۲/۰۵ | ۶/۴۶±۱۸۱/۴۵ | |
| | کنترل | ۸/۳۶±۲۰۶/۸۵ | ۶/۵۰±۲۱۰/۱۵ | |
| تری گلیسیرید | مکمل | ۱۴/۱۹±۱۹۶/۶۵ | ۱۴/۶۶±۱۷۲/۷۵ | ۰۰۳/*۰ |
| | تمرین | ۳۲/۱۸±۳۵/۱۸۸ | ۳۱/۱۵±۵۵/۱۶۳ | |
| | مکمل + تمرین | ۹۸/۱۴±۷۵/۱۹۵ | ۲۵/۱۹±۳۵/۱۷۳ | |
| | کنترل | ۷۰/۱۴±۵۵/۱۹۸ | ۳۴/۱۴±۴۵/۱۹۷ | |
| لیپوپروتئین با چگالی پایین | مکمل | ۹/۱۵±۷۵/۱۱۲ | ۱۱/۵±۰۵/۱۰۷ | ۰۰۱/*۰ |
| | تمرین | ۲۳/۷۱±۴۵/۱۱۰ | ۱۴/۲۸±۷۵/۸۱ | |
| | مکمل + تمرین | ۵۱/۱۹±۶۵/۱۰۹ | ۱۶/۶۹±۶۵/۸۸ | |
| | کنترل | ۵۳/۱۸±۲۵/۱۱۵ | ۸۷/۲۰±۳۵/۱۱۹ | |
| لیپوپروتین با چگالی بالا | مکمل | ۰۲/۵±۴۰/۴۹ | ۱۸/۴±۴۰/۵۴ | ۰۰۴/*۰ |
| | تمرین | ۱۰/۴±۶۰/۵۲ | ۸۵/۳±۲۰/۶۶ | |
| | مکمل + تمرین | ۵۷/۳±۱۵/۴۸ | ۴۶/۳±۱۰/۶۱ | |
| | کنترل | ۴۴/۳±۶۰/۵۲ | ۶۱/۲±۲۰/۵۱ | |
| گلوکز ناشتا | مکمل | ۷۵/۴±۷۷/۹۷ | ۸/۰۵±۵۰/۹۶ | ۰۰۱/*۰ |
| | تمرین | ۵/۰۵±۲۵/۹۷ | ۷/۰۵±۰۸/۸۵ | |
| | مکمل + تمرین | ۳۶/۱۵±۶۰/۸۹ | ۱۴/۶±۹۰/۷۴ | |
| | کنترل | ۴۰/۶±۱۹/۸۷ | ۳۵/۹±۱۷/۸۸ | |

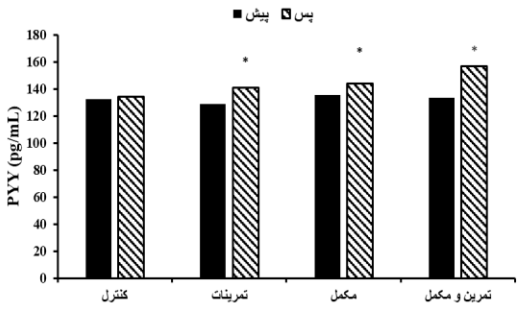
$P<۰/۰۵$



[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

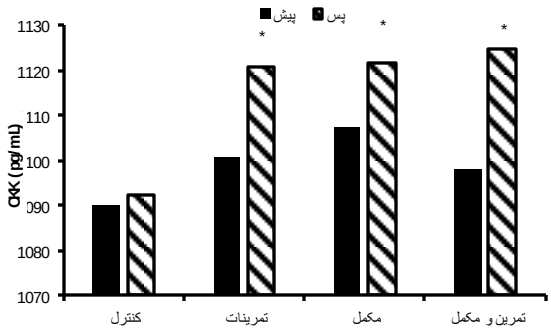



**نمودار شماره ۲:** تغییرات پروفایل لیپیدی و کلوگز ناشتا به تفکیک گروه قبل و بعد از آزمون




**نمودار شماره ۳:** مقایسه داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون **PYY** (پیکوگرم/ میلی‌لیتر) در گروه‌ها

*: معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون(**P**<۰/۰۵)




**نمودار شماره ٤:** مقایسه داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون **CCK** (پیکوگرم/ میلی‌لیتر) در گروه‌ها

*: معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون(**P-value**<۰/۰۵)

با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده و مقایسه تفاضل میانگین‌ها و بررسی آزمون انجام شده بر داده‌ها نتایج نشان داد که بر روی شاخص آنتروپومتریک، در هر سه گروه مورد مطالعه نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود دارد(P<۰/۰۵).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول شماره ۲ مشخص گردید که گروه‌های تمرین، مکمل و مصرف مکمل همراه تمرین، بر کاهش پروفایل لیپیدی در زنان چاق تأثیر معنی‌داری دارد (P<۰/۰۵) درحالی که در گروه کنترل تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد(P>۰/۰۵). از سوی دیگر مشخص گردید که گروه های تمرین، مکمل و مصرف مکمل همراه تمرین بر افزایش سطوح پلاسمایی هورمون‌های گوارشی در زنان چاق تأثیر معنی‌داری دارد (P<۰/۰۵)، درحالی که در گروه کنترل تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد(P>۰/۰۵). در گروه مصرف مکمل همراه



[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

تمرین نسبت به گروه مکمل به تنهایی، در سطوح پلاسمایی هورمون‌های گوارشی تفاوت معنی‌دار وجود داشته است($P<0/05$).

## بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که اجرای یک دوره تمرینات تخصصی ثبات مرکزی و مصرف همزمان مکمل چیتوزان بر روی شاخص‌های آنتروپومتریک، سطح سرمی هورمون‌های گوارشی و پروفایل لیپیدی زنان چاق اثر می‌گذارد.

هورمون‌های روده ای مانند CCK و PYY به نواحی مهمی در اعصاب مرکزی که در تنظیم اشتها نقش دارند سیگنال می‌دهند تا ولع نسبت به یک وعده غذایی را خاتمه دهند. این هورمون‌ها می‌توانند مستقیماً از طریق گردش خون عمل کرده و گیرنده‌های مربوطه خود را در هیپوتالاموس و ساقه مغز فعال کنند. علاوه بر این، آوران‌های واگ در روده نیز وجود دارند که یک مسیر جایگزین را فراهم می‌کنند که از طریق آن هورمون‌های روده می‌توانند با مراکز بالاتر از طریق ساقه مغز ارتباط برقرار کنند(۲۰). ورزش باعث سنتز و آزادسازی چندین میوکین مشتق از عضله و پپتیدهای عصبی غدد درون ریز مانند CCK، پپتید YY و لپتین می‌شود که مستقیماً بر روی محور روده-میکروبیوتا-مغز عمل می‌کنند(۲۱). همچنین طبق مطالعات مروری در زمینه‌ی تمرینات تخصصی ثبات مرکزی بر روی چاقی می‌توان اذعان داشت که این تمرینات بر روی سطوح هورمون‌های گوارشی CCK و PYY تأثیر معنی‌داری دارد(۲۲). طی تحقیقات انجام شده توسط المصباحی و همکاران، نشان دادند تمرینات ورزشی مقادیر PYY را افزایش می‌دهد، بنابراین پیشنهاد شده که تمرین ورزشی می‌تواند به عنوان محرک تغییرات فیزیولوژیکی در ترشح هورمون سیری عمل نماید که به کنترل اشتها و حفظ وزن بدن کمک می‌کند(۲۳). تمرینات ورزشی از طریق افزایش ترشح هورمون‌های سیری، تأثیر مثبتی بر هورمون های تنظیم اشتها دارد که به طور مستقیم کاهش وزن را تسهیل می‌کند(۲۴). همچنین شواهد موجود نشان می‌دهد که تغییرات در غلظت هورمون اشتهای دستگاه گوارش به حالت، شدت و مدت جلسات تمرین، همراه با وزن بدن و وضعیت تغذیه شرکت‌کنندگان مورد بررسی بستگی دارد(۲۵). همسو با نتایج مطالعه حاضر، محققان عنوان کردند که غلظت هورمون‌های گوارشی در بزرگ‌سالان مبتلابه اضافه‌وزن و چاقی در پاسخ به تمرین ورزشی تغییر می‌یابد(۲۲، ۲۶). از سوی دیگر یافته‌های پژوهش حاضر با یافته یودا و همکاران ناهمسو بودکه به احتمال زیاد دلیل این اختلاف مدت‌زمان اجرای تمرینات ورزشی(تمرینات هوازی) و شدت تمرینات بود(۲۷). و همچنین با تحقیقات مارتینز و همکاران که در اثر تمرین ورزشی تغییری در این هورمون‌ها مشاهده نکردند ناهمسو است که دلیل این مغایرت به‌احتمال زیاد به خاطر جنسیت آزمودنی‌ها، سن (محدوده سنی زیر ۳۰ سال) و نوع تمرینات هوازی می‌باشد(۲۸).

تولید چیتوزان از دی‌استیلاسیون چیتین حاصل می‌شود و برای کاهش وزن و درمان همزمان چربی خون، قند خون و فشارخون توصیه شده است(۱۷). مکمل‌های غذایی چیتوزان اشتها را از طریق تعدیل تنظیم‌کننده‌های هیپوتالاموس، روده و بافت چربی کاهش می‌دهد که این پتانسیل چیتوزان جهت تعدیل محور روده-مغز-بافت چربی به نفع کاهش اشتها، ممکن است به توانایی آن برای کاهش مصرف غذا کمک کند(۲۹). پاسخ‌هایی که به دنبال مصرف چیتوزان حاصل می‌شود، شامل تنظیم پایین ژن‌های اورکسیژنیک در روده کوچک و هیپوتالاموس است(۳۰). از سوی دیگر پژوهش‌ها نشان دادند مکمل چیتوزان بیان ژن نوروپپتیدY (NPY)، که یک هورمون اشتهاآور محسوب می شود را در ژنوم کاهش می‌دهد(۳۱). علاوه بر این بیان نورومدین B(NMB) به دنبال مصرف چیتوزان در هسته پاراونتریکولار افزایش می‌یابد که عضوی از خانواده بامبزین بوده که موجب کاهش مصرف غذا

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

می‌گردد(۲۹). یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل چیتوزان بر سطوح هورمون‌های اشتها (PYY و CCK)تأثیر قابل‌توجهی داشته که بامطالعه فتاحی و همکاران مبنی بر عدم تأثیرگذاری چیتوزان بر هورمون‌های اشتها همسو نبود(۱۵). از دلایل ناهم‌سو بودن مطالعه حاضر با تحقیقات گذشته می‌توان به تفاوت در آزمودنی‌ها و میزان مصرف مکمل اشاره نمود، زیرا اکثر تحقیقات روی مدل‌های حیوانی انجام گرفته است.

بین چاقی و اضافه وزن با بیماری‌های قلبی عروقی و سندرم متابولیکی، ارتباط قوی وجود دارد. چاقی عامل اصلی سندرم متابولیک بوده که به صورت اختلال در پروفایل لیپیدی و تراکم نامتناسب آن‌ها ظاهر می‌شود و این بیماری از عوامل اصلی ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی به شمار می‌آید(۳۲). اختلال سطح لیپیدهای خون شامل افزایش سطح کلسترول کل(TC)، افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی کم(LDL)، افزایش غلظت تری‌گلیسرید(TG) و کاهش غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) در سرم می‌شود(۳۳). بهبود ظرفیت اکسیداسیون اسیدهای چرب و پروفایل لیپیدی به دنبال اجرای تمرینات ورزشی را به افزایش بیان آنزیم‌های متابولیکی کلیدی درون میتوکندری و عضلات اسکلتی مانند افزایش معنادار بیان آنزیم ۳-هیدروکسی آسیل کوآ دهیدروژناز، سیترات سنتاز، بتا-هیدروکسی آسیل کوآ دهیدروژناز عضلانی و پروتئین متصل به اسید چرب عضلانی، نسبت داده‌اند(۳۴). به دنبال اجرای تمرینات ثبات مرکزی در پژوهش حاضر، سطوح پروفایل لیپیدی بهبود یافت که نتایج مطالعه ما با تحقیقات کیم و همکاران و موسلا و همکاران همسو است که به دنبال اجرای تمرینات ورزشی در این پژوهش‌ها پیشرفت‌های مؤثری در پروفایل لیپیدی (تری گلیسیرید، کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی پایین) ایجاد شد(۳۵، ۳۶). طبق تحقیق تامرلی و همکاران، تمرینات ورزشی تأثیر معناداری بر شاخص‌های سطوح پلاسمایی پروفایل لیپیدی زنان چاق دارد(۳۷). از سوی دیگر نظری و همکاران نشان دادند که تمرینات ورزشی جز تغییرات در کلسترول تام، تأثیر معنی‌داری بر سایر مؤلفه‌های پروفایل لیپیدی ندارد(۳۸).

چیتوزان به‌عنوان کلستیرامین، جذب کلسترول را مهار می‌کند و دفع اسید صفراوی را افزایش می‌دهد. به‌طور متناوب اتصال اسید صفراوی در رودۀ کوچک می‌تواند تشکیل میسل را مختل کند و به کاهش قابلیت حل کلسترول و همچنین مونوگلیسیریدها و اسیدهای چرب و در نتیجه کاهش جذب کلسترول منجر شود(۱۷). یافته‌های ما با مطالعه رسولی و همکاران که دریافتند مصرف مکمل چیتوزان سبب بهبود پروفایل لیپیدی می‌شود، همسو است(۱۷). ریزو و همکاران بیان کردند به دنبال ۴ ماه مصرف مکمل چیتوزان، سطوح پروفایل لیپیدی در این افراد بهبود یافته است(۳۹). از طرف دیگر تریودی و همکاران بیان کردند به دنبال مصرف چیتوزان اگرچه وزن افراد کاهش یافت اما تغییری در سطوح پروفایل لیپیدی مشاهده نشد که با نتایج تحقیق ما در تضاد است(۴۰). از دلایل احتمالی تناقض در یافته‌ها می‌توان به تفاوت در شیوه تمرینی، مدت‌زمان کوتاه مصرف مکمل و وضعیت سلامت و آمادگی افراد مورد آزمون، اشاره کرد.

بعد از مداخله، نتایج نشان می‌دهد که هشت هفته برنامه تمرینی و مصرف مکمل مقایسه شده با وضعیت قبل از مداخله، تأثیر مثبتی بر مؤلفه‌های آنتروپومتریک و پروفایل لیپیدی افراد چاق دارد و همچنین موجب بهبود سطح هورمون‌های گوارشی در این افراد می‌شود. با این‌حال، به دلیل مقطعی بودن و تعداد کم نمونه و همچنین عدم ثبت میزان دریافت غذایی آزمودنی‌ها، به‌منظور توصیه قطعی نیاز به مطالعات بیشتری است. در پژوهش حاضر مسیر پیام‌دهی تمرینات ثبات مرکزی بر هورمون‌های اشتها مورد سنجش قرار نگرفته‌اند. ازاین‌رو، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آتی شاخص‌های مذکور مورد سنجش قرار گیرند. با این وجود به دلیل محدودیت‌های این مطالعه نیاز به مطالعات

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

بیشتر جهت تأیید و رد این نتایج و همچنین تعیین نقش مکمل چیتوزان و تمرین ورزش در کنترل چاقی، با طراحی آینده‌نگر مورد نیاز می‌باشد.

*محدودیت‌های مطالعه*

این مطالعه با چندین محدودیت همراه بود. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها، اندازه نسبتاً کم نمونه بود که ممکن است تعمیم‌پذیری یافته‌ها را کاهش دهد. علاوه بر این، مدت‌زمان مطالعه کوتاه بود و تأثیرات بلندمدت بررسی نشد. به‌علاوه عدم کنترل دقیق بر رژیم غذایی شرکت‌کنندگان نیز می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار بوده باشد.

همچنین، عوامل ژنتیکی و متابولیکی افراد می‌توانند باعث پاسخ‌های متفاوت به تمرینات و مصرف مکمل‌ها شوند.

## سپاسگزاری

بدین‌وسیله از تمام شرکت‌کنندگان در این پژوهش و معاونت پژوهشی دانشگاه دانش البرز سپاسگزاری می‌شود.

*تعارض منافع*

مؤلفان اعلام می‌کنند که این اثر، حاصل یک پژوهش مستقل بوده و هیچ تضاد منافعی با سازمان‌ها و اشخاص دیگر ندارد

## References

1. UNICEF. The state of food security and nutrition in the world 2021. 2021.
2. Jayedi A, Khan TA, Aune D, Emadi A, Shab-Bidar S. Body fat and risk of all-cause mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. Int J Obes 2022; 46(9): 1573-1581. PMID: 35717418.
3. Kuckuck S, van Der Valk ES, Scheurink AJ, van Der Voorn B, Iyer AM, Visser JA, et al. Glucocorticoids, stress and eating: The mediating role of appetite- regulating hormones. Obes Rev 2023; 24(3): e13539. PMID: 36480471.
4. Chetwood JD, Paramsothy S, Haifer C, Borody TJ, Kamm MA, Leong RW, et al. Key metabolomic alterations are associated with ulcerative colitis disease state and activity: a validation analysis. Gut 2024; 73(8): 1392-1393. PMID: 37591699.
5. Liu H, Guo X, Jiang K, Shi B, Liu L, Hou R, et al. Dietary polyphenols regulate appetite mechanism via gut-brain axis and gut homeostasis. Food Chem 2024: 138739. PMID: 38412807.
6. Liang H, Mi H, Yu H, Huang D, Ren M, Zhang L, et al. Role of cholecystokinin (CCK) in feeding regulation of largemouth bass (Micropterus salmoides): peptide activation and antagonist inhibition. Biol 2024; 13(8): 635. PMID: 39194573.
7. Reiter L, Bauer S, Traxler M, Schoufour JD, Weijs PJ, Cruz-Jentoft A, et al. Effects of Nutrition and Exercise Interventions on Persons with Sarcopenic Obesity: An Umbrella Review of Meta-Analyses of Randomised Controlled Trials. Curr Obes Rep 2023: 1-14. PMID: 37249818.
8. Halliday TM, White MH, Hild AK, Conroy MB, Melanson EL, Cornier M-A. Appetite and energy intake regulation in response to acute exercise. Med Sci Sports Exerc 2021; 53(10): 2173. PMID: 33831896.
9. Naderifar H, Mohammad khani Gangeh M, Mehri F, Shamloo Kazemi S. Effects of High Intensity Interval Training and Consumption of Matcha Green Tea on Malondialdehyde and Glutathione Peroxidase Levels in women. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2022;32(212):42-53.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

10. Rasuli Jokar E, Shamlou Kazemi S. Effect of Eight-Weeks Chitosan Supplementation and Combined Exercise on the Blood Pressure and Lipid Profile of Women With Hypertension. J Sport Biosci 2023; 15(1): 55-70.
11. Ahn S-I, Cho S, Choi N-J. Effectiveness of chitosan as a dietary supplement in lowering cholesterol in murine models: A meta-analysis. Mar Drugs 2021; 19(1): 26. PMID: 33435383.
12. Othman SA, Abd Rahman SNF. Chitosan Properties: A Preliminary Review. J Adv Mech Eng Appl 2024; 5(1): 8-12.
13. Valinejad A, Khodaei K. Does exercise during a ketogenic diet effectively alter appetite sensation, appetite-regulating hormones, and body composition? Exp Biol Med 2022; 247(21): 1898-1906. PMID: 35920294.
14. Liao J, Huang J, Wang S, Xiang M, Wang D, Deng H, et al. Effects of exercise and diet intervention on appetite-regulating hormones associated with miRNAs in obese children. Eat Weight Disord 2021; 26: 457-465. PMID: 32072570.
15. Fatahi S, Sayyari AA, Salehi M, Safa M, Sohouli M, Shidfar F, et al. The effects of chitosan supplementation on anthropometric indicators of obesity, lipid and glycemic profiles, and appetite-regulated hormones in adolescents with overweight or obesity: A randomized, double-blind clinical trial. BMC Pediatr 2022; 22(1): 527. PMID: 36064382.
16. Shamlou Kazemi S, Heidarianpour A. The Effect of Eight Weeks' Circuit Resistance Training and Moderate Intensity Continuous Training on Metabolic Indices and Sirtuin1 Serum Level in Women with Metabolic Syndrome. Iran J Diabetes Metab 2023; 23(3): 168-178. PMID: 37858156.
17. Firuzyar F, Shamlou Kazemi S, Hemati Afif A. The Effect of 8 Weeks of Resistance Training and Consumption of Flaxseed Oil on Some Antioxidant Factors (Catalase and Superoxide Dismutase) in Women with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Trial. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2023;33(2):49-60.
18. Willardson JM. Developing the core. Human Kinetics; 2013.
19. Ebrahimi A, Tahmasebi W, Hoseini R. Sodium Alginate Supplementation Plus HIIT and MICT Can Induce CCK and PYY Increment in Men With Metabolic Syndrome. 2021
20. Simpson K, Parker J, Plumer J, Bloom S. CCK, PYY and PP: the control of energy balance. Appetite Control 2012: 209-230. PMID: 22249816.
21. Ribeiro FM, Silva MA, Lyssa V, Marques G, Lima HK, Franco OL, et al. The molecular signaling of exercise and obesity in the microbiota-gut-brain axis. Front Endocrinol 2022; 13: 927170. PMID: 35966101.
22. Ataeinosrat A, Haghighi MM, Abednatanzi H, Soltani M, Ghanbari-Niaki A, Nouri-Habashi A, et al. Effects of three different modes of resistance training on appetite hormones in males with obesity. Front Physiol 2022; 13: 827335. PMID: 35264977.
23. Almesbehi T, Harris L, McGarty A, Alqallaf S, Westrop S, Edwards CA, et al. Effects of exercise training programmes on fasting gastrointestinal appetite hormones in adults with overweight and obesity: A systematic

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

review and meta-analysis. Appetite 2022: 106424. PMID: 36565928.

24. Alyar G, Umudum FZ, Akbaş N. Changes in ghrelin, GLP-1, and PYY levels after diet and exercise in obese individuals. Rev Assoc Med Bras 2024; 70: e20230263. PMID: 38511748.
25. Zouhal H, Sellami M, Saeidi A, Slimani M, Abbassi-Daloii A, Khodamoradi A, et al. Effect of physical exercise and training on gastrointestinal hormones in populations with different weight statuses. Nutr Rev 2019; 77(7): 455-477. PMID: 31125091.
26. Lean M, Malkova D. Altered gut and adipose tissue hormones in overweight and obese individuals: cause or consequence? Int J Obes 2016; 40(4): 622-632. PMID: 26499438.
27. Ueda S-y, Miyamoto T, Nakahara H, Shishido T, Usui T, Katsura Y, et al. Effects of exercise training on gut hormone levels after a single bout of exercise in middle-aged Japanese women. Springerplus 2013; 2: 1-9. PMID: 23504454.
28. Martins C, Kulseng B, Rehfeld J, King N, Blundell J. Effect of chronic exercise on appetite control in overweight and obese individuals. Med Sci Sports Exerc 2013; 45(5): 805-812. PMID: 23247700.
29. Egan ÁM, O'Doherty JV, Vigors S, Sweeney T. Prawn shell chitosan exhibits anti-obesogenic potential through alterations to appetite, affecting feeding behaviour and satiety signals in vivo. PLoS One 2016; 11(2): e0149820. PMID: 26901760.
30. Zhou J, Wen B, Xie H, Zhang C, Bai Y, Cao H, et al. Advances in the preparation and assessment of the biological activities of chitosan oligosaccharides with different structural characteristics. Food Funct 2021; 12(3): 926-951. PMID: 33434251.
31. Shagdarova B, Konovalova M, Varlamov V, Svirshchevskaya E. Anti-obesity effects of chitosan and its derivatives. Polymers 2023; 15(19): 3967. PMID: 37836016.
32. Engin A. The definition and prevalence of obesity and metabolic syndrome. Obesity and lipotoxicity 2017: 1-17. PMID: 28585193.
33. Kazemi SS, Heidarianpour A, Shokri E. Effect of resistance training and high-intensity interval training on metabolic parameters and serum level of Sirtuin1 in postmenopausal women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. Lipids Health Dis 2023; 22(1): 177. PMID: 37858156.
34. Kazemi SS, Heidarianpour A, Naddaf H, Mehri F, Naderifar H. Effect of Combined Exercise Training and Curcumin Supplementation on Metabolic Indices and Serum Levels of Sirtuin 1 in Men with Metabolic Syndrome. Avicenna J Clin Med 2023; 30(1): 21-29.
35. Kim K-B, Kim K, Kim C, Kang S-J, Kim HJ, Yoon S, et al. Effects of exercise on the body composition and lipid profile of individuals with obesity: a systematic review and meta-analysis. J Obes Metab Syndr 2019; 28(4): 278. PMID: 31909371.
36. Muscella A, Stefàno E, Marsigliante S. The effects of exercise training on lipid metabolism and coronary heart disease. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2020; 319(1): H76-H88. PMID: 32442027.
37. Tomeleri CM, Ribeiro AS, Souza MF, Schiavoni D, Schoenfeld BJ, Venturini D, et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]

profiles in obese older women: A randomized controlled trial. Exp Gerontol 2016; 84: 80-87. PMID: 27616162.

38. Nazari M, Shabani R, Gholamrezaei Darsara S. Effect of circuit resistance and jogging exercise training on the markers of metabolic syndrome in women with type 2 diabetes. J Phys Act Horm 2023; 5(1): 76-87.
39. Rizzo M, Giglio RV, Nikolic D, Patti AM, Campanella C, Cocchi M, et al. Effects of chitosan on plasma lipids and lipoproteins: a 4-month prospective pilot study. Angiology 2014; 65(6): 538-542. PMID: 23785043.
40. Trivedi V, Satia M, Deschamps A, Maquet V, Shah R, Zinzuwadia P, et al. Single-blind, placebo controlled randomised clinical study of chitosan for body weight reduction. Nutr J 2015; 15(1): 1-12. PMID: 26747458.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-07-10 ]