



Research Article

The Effect of Eight Weeks of Endurance Training with Purslane Seed Supplementation on the Pro-Inflammatory Factors IL-6 and CRP in Middle-Aged Type 2 Diabetic Men on the Threshold of Obesity

Ali Ghasemi Kahrizsangi^{1*} , Mehrdsd Najafi²

¹ Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Qom, Qom, Iran

² MSc Student of Exercise Physiology Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Qom, Qom, Iran

* **Corresponding author:** Ali Ghasemi Kahrizsangi, Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Qom, Qom, Iran. Email: a.ghasemi@qom.ac.ir

DOI: [10.61882/jams.28.4.253](https://doi.org/10.61882/jams.28.4.253)

How to Cite this Article:

Ghasemi Kahrizsangi A, Manoochehri A, Sadeghian H. The Effect of Eight Weeks of Endurance Training with Purslane Seed Supplementation on the Pro-Inflammatory Factors IL-6 and CRP in Middle-Aged Type 2 Diabetic Men on the Threshold of Obesity. *J Arak Uni Med Sci.* 2025;28(4): 253-60. DOI: [10.61882/jams.28.4.253](https://doi.org/10.61882/jams.28.4.253)

Received: 26.09.2024

Accepted: 01.09.2025

Keywords:

Purslane seed supplementation;
Endurance training;
Obesity;
Diabetes;
Pro-inflammatory

© 2024 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Today, diabetes is one of the main problems in the world. Type-2 diabetes is more common among overweight and obese individuals, and obesity is a serious health concern. In addition to the importance of exercise in diabetes management, some supplements may influence inflammatory factors. Therefore, the aim of the present study was to determine the effect of 8 weeks of endurance training combined with purslane seed supplementation on the pro-inflammatory factors IL-6 and CRP in middle-aged type-2 diabetic men on the threshold of obesity.

Methods: In this semi-experimental study, 40 male patients with type 2 diabetes, aged between 40 and 65 years and with fasting blood glucose levels above 120 mg/dL, were selected and randomly divided into four groups of 10 participants: control, exercise, exercise + supplement, and supplement groups. The participants had no history of regular physical activity (during the previous six months) or consumption of purslane and were pre-obese (BMI between 28 and 30). The exercise groups performed walking sessions three times per week for 8 weeks, starting at 30 minutes per session in the first week and progressing to 45 minutes by the eighth week, at an intensity of 50-70% of heart rate reserve. The supplement groups received 7.5 g/day of purslane seeds for 8 weeks. The control group did not perform any exercise or receive any supplements during 8 weeks. A paired t-test was used to compare pre- and post-test results. To examine differences between the four groups, analysis of covariance (ANCOVA) was used, and when significant differences were found, Bonferroni post hoc tests were applied to identify intergroup differences at a significance level of $P < 0.05$.

Results: The results of covariance analysis showed a significant difference in CRP ($P = 0.000$). Bonferroni's post hoc test indicated significant differences between the exercise-supplement and placebo exercise groups compared to the control group ($P < 0.05$). No significant difference was observed in IL-6 levels.

Conclusions: It seems that the consumption of purslane seeds in combination with exercise improved the inflammatory marker CRP, which may help reduce cardiovascular risk. Therefore, purslane seed supplementation combined with exercise may be an effective approach for middle-aged men with type 2 diabetes on the verge of obesity, although endurance training alone demonstrated greater efficacy than purslane supplementation alone.

تأثیر هشت هفته تمرین استقامتی با مکمل دهی دانه گیاه خرفه بر فاکتور پیش التهابی IL-6 و CRP مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع دو در آستانه چاقی

علی قاسمی کهریزسنگی^{۱*} ID، مهرداد نجفی^۲ ID

^۱ استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران

^۲ کارشناسی ارشد علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران

* نویسنده مسئول: علی قاسمی کهریزسنگی، استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران. ایمیل: a.ghasemi@qom.ac.ir

DOI: 10.61882/jams.28.4.253

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۵	چکیده
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۰	مقدمه: امروزه دیابت یکی از مشکلات اصلی در جهان می باشد. دیابت نوع ۲ در افراد چاق و دارای اضافه وزن بیشتر دیده می شود و چاقی نیز بعنوان یک مشکل جدی سلامتی مطرح است. علاوه بر اهمیت فعالیت ورزشی در دیابت، مصرف برخی مکمل ها می تواند بر عوامل التهابی مؤثر باشد. بنابراین، هدف مطالعه حاضر، تعیین تأثیر ۸ هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل دانه گیاه خرفه روی فاکتورهای پیش التهابی IL-6 و CRP مردان مبتلا به دیابت نوع ۲- میانسال در آستانه چاقی بود.
واژگان کلیدی: مکمل دهی دانه گیاه خرفه تمرین استقامتی چاقی دیابت پیش التهابی	روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی روی ۴۰ بیمار مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ با میانگین سنی ۴۰-۶۵ و قند خون ناشتایی بالای ۱۲۰ انتخاب شده، سپس به طور تصادفی به چهار گروه ۱۰ نفره شامل: گروه کنترل، تمرین، تمرین+مکمل و گروه مکمل تقسیم شدند. آزمودنی ها، سابقه فعالیت ورزشی منظم (به مدت ۶ ماه قبل) و مصرف گیاه خرفه را نداشتند و در آستانه چاقی بودند (شاخص توده بدنی بین ۲۸ تا ۳۰). آزمودنی ها ۳ جلسه در هفته و هر جلسه یک ساعت پیاده روی بدون استراحت انجام می دادند. مدت زمان هر جلسه تمرینی از ۳۰ دقیقه در هفته اول شروع شد و در هفته هشتم به ۴۵ دقیقه رسید، همچنین شدت تمرین معادل ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره رسید. گروه مکمل، دانه گیاه خرفه به میزان ۷/۵ گرم در روز را به مدت ۸ هفته مصرف کردند. گروه کنترل طی ۸ هفته تمرین نداشتند و مکملی دریافت نکردند. برای مقایسه نتایج قبل و بعد از آزمون t زوجی استفاده شد. برای بررسی اختلاف معنی داری بین چهار گروه از آزمون تحلیل کوواریانس و در صورت مشاهده تفاوت معنی دار از آزمون تعقیبی Bonferroni جهت تعیین محل اختلاف بین گروهی در سطح معنی داری ($P < ۰/۰۵$) استفاده شد.
تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.	یافته ها: نتایج تحلیل کوواریانس، تفاوت معنی دار CRP را نشان داد ($P = ۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تعقیبی Bonferroni حاکی از تفاوت بین دو گروه تمرین- مکمل و تمرین دارونما نسبت به گروه کنترل بود ($P < ۰/۰۵$). در مقادیر IL-6 تفاوتی مشاهده نشد.
	نتیجه گیری: به نظر می رسد مصرف دانه گیاه خرفه همراه با فعالیت ورزشی، موجب بهبود شاخص التهابی CRP شده و لذا می تواند باعث کاهش مشکلات قلبی شود. در نتیجه استفاده از مکمل دانه خرفه چنانچه همزمان با تمرین ورزشی باشد می تواند روشی مؤثر برای مردان مبتلا به دیابت نوع دو میانسال در آستانه چاقی باشد، اما تأثیر تمرین استقامتی مؤثرتر از مکمل دانه خرفه بود.

ارجاع: قاسمی کهریزسنگی علی، نجفی مهرداد. تأثیر هشت هفته تمرین استقامتی با مکمل دهی دانه گیاه خرفه بر فاکتور پیش التهابی IL-6 و CRP مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع دو در آستانه چاقی. مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک ۱۴۰۴؛ ۲۸ (۴): ۲۵۳-۲۶۰.

مقدمه

همچنین دیابت نوع ۲ در افراد چاق بیشتر دیده می شود و چاقی خود درجاتی از مقاومت به انسولین را ایجاد می کند. در دیابت نوع دو که دیابت بزرگسالی نامیده می شود، عوامل ژنتیکی، چاقی و کم تحرکی نقش مهمی در ابتلای فرد دارند، همچنین بدن قادر به استفاده و ذخیره گلوکز نمی باشد و گلوکز به جای تبدیل به انرژی به جریان خون بازگشته و سبب ایجاد علائم مختلف می گردد (۳). از مهم ترین عوامل خطر در ابتلا به دیابت نوع دو می توان به چاقی، کلسترول بالا، فشارخون بالا و عدم تحرک بدنی

دیابت، یک نوع اختلال متابولیک و سوخت و سازی در بدن است که به واسطه آن توانایی تولید انسولین در بدن از بین می رود، یا برعکس مقاومت در برابر انسولین در بدن ایجاد می شود در نتیجه انسولین تولیدی نمی تواند عملکرد نرمال خود را انجام دهد (۱). در دیابت، سرعت و توانایی بدن در استفاده و سوخت و ساز کامل گلوکز کاهش می یابد به همین دلیل میزان قند خون افزایش یافته که به آن هایپرگلیسمی می گویند (۲).

کافی اشاره کرد (۲، ۳).

گزارشات متعددی نشان‌دهنده این است که افراد چاق بالای ۳۰ سال، ریسک بالاتری برای ابتلا به دیابت نوع دو دارند (۴-۲). به طور کلی یکی از مهم‌ترین بخش‌های پیشگیری از پیشرفت بیماری دیابت و موفقیت در روند درمان و کاهش شدت این بیماری مزمن در بدن فرد مبتلا رعایت نکات تغذیه‌ای، داشتن برنامه غذایی دقیق و تمرینات ورزشی منظم است (۵). در سال‌های اخیر، تغییرات در شیوه زندگی باعث شده تا جوامع مختلف با طیف جدیدی از اختلالات تغذیه‌ای یعنی اضافه وزن و چاقی مواجه شوند، طوری که چاقی به عنوان یک مشکل جدی سلامتی مطرح گردیده است (۶). با پیشرفت تکنولوژی در قرن حاضر و به دنبال آن کاهش میزان فعالیت‌های بدنی، چاقی فراگیر شده و سن چاقی کاهش یافته است. عوامل زیادی وجود دارند که احتمال ابتلا به دیابت را افزایش می‌دهند (۶، ۷). اغلب افرادی که از دیابت نوع ۲ رنج می‌برند، مشکل چاقی یا اضافه وزن دارند، زیرا اضافه وزن و چاقی منجر به افزایش مقاومت انسولینی می‌شود، که نتیجه این امر افزایش خطر دیابت است (۸). علاوه بر اهمیت میزان قند خون، چربی خون نیز در این بیماران حائز اهمیت است.

قبل از کشف انسولین و داروهای کاهش دهنده قند خون، بیماران دیابتی با گیاهان دارویی و درمان‌های سنتی معالجه می‌شدند (۹). تاکنون تأثیر مثبت بیش از ۱۲۰۰ گیاه دارویی در کاهش و کنترل میزان قند خون یا کاهش عوارض ناشی از آن شناخته شده است، گیاهان دارویی مانند: دارچین، گیاه خار مریم، الوئه‌وارا، چای سبز، چای میخک، شنبلیله، پیاز و سیر اشاره کرد. یکی از این گیاهان که در طب سنتی ایرانیان کاربرد فراوان داشته، گیاه خرفه است (۹). گیاه خرفه در طب سنتی کشورهای بسیاری به عنوان مدر، تب‌بر، ضد عفونی‌کننده و برطرف کننده گرفتگی عضلانی مصرف می‌شود و عملکردهای فارماکولوژیکی ضد باکتری، شل‌کنندگی عضلات و التیام زخم را به آن نسبت داده‌اند (۱۰).

در زمینه تأثیر گیاه خرفه بر بیماران دیابتی، مطالعات محدودی وجود دارد به عنوان مثال Kotb El-Sayed و همکاران در پژوهشی با موضوع تأثیر مصرف دانه گیاه خرفه در درمان بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ به عنوان درمان کمکی و جایگزین و با استفاده از ۳۰ فرد مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان دادند، دانه گیاه خرفه می‌تواند به عنوان درمان کمکی برای افراد دیابتی نوع ۲ مؤثر و بی‌خطر باشد و دارای اثرات قابل توجه کاهش دهنده قندخون، چربی و مقاومت به انسولین است (۱۱).

یکی دیگر از راه‌های پیشگیری ابتلا به دیابت و همچنین کنترل وزن و بهبود سیستم ایمنی، فعالیت بدنی مناسب و ورزش می‌باشد (۴). مشخص شده است که انجام تمرینات ورزشی برای افراد دیابتی و حتی افرادی که در معرض خطر ابتلا به دیابت هستند نیز بسیار مفید است، به طوری که افراد در معرض خطر با انجام تمرینات منظم ورزشی می‌توانند از بروز دیابت تا حد زیادی جلوگیری کنند و در افراد مبتلا به دیابت انجام تمرینات ورزشی کمک زیادی به کنترل وزن، تعادل بهتر قند خون، کاهش نیاز به داروها و انسولین، متعادل نگه داشتن چربی خون و کاهش ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی می‌کند (۱۲).

همچنین التهاب‌ها ممکن است در پی واکنش‌های خود ایمن بدن از جمله در بیماری‌هایی همچون دیابت پدید آیند (۱۳). بدن می‌کوشد از طریق التهاب عوامل آسیب‌زننده را برطرف کند و آسیب را ترمیم نماید. به

کارگیری و تجمع لوکوسیت در جایگاه التهاب فرایندی ضروری است که توسط سیگنال‌های التهابی آغاز می‌شود، که سایتوکاین‌های کنترلی و تحریک‌کننده التهاب نقش مهمی در این فرایند دارند (۱۳). آزاد شدن سایتوکاین‌های التهابی مثل اینترلوکین یک و شش و فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا (TNF-α)، باعث القاء تولید و ترشح تعداد زیادی از گلیکوپروتئین‌های متنوع به نام پروتئین‌های فاز حاد از کبد می‌شود. این پروتئین‌ها اعمال متنوعی را انجام می‌دهند که برخی از آنها باعث تقویت پاسخ‌های ایمنی نسبت به عوامل بیماری‌زا می‌شود (۱۴). بنابراین با توجه به وجود پژوهش‌های اندک در زمینه خواص دانه گیاه خرفه و عدم تحقیقی مبنی بر تأثیر تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل دانه گیاه خرفه به ویژه در افراد میانسال در آستانه و مرز دیابتی شدن، بر این اساس هدف مطالعه حاضر، بررسی ۸ هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل دانه گیاه خرفه بر روی فاکتورهای پیش‌التهابی CRP و IL-6 مردان مبتلا به دیابت نوع دو میانسال در آستانه چاقی می‌باشد.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی یک‌سوکور با استفاده از گروه مکمل و کنترل بود. جامعه آماری را مردان دارای دیابت نوع دو شهر قزوین که بیماری آنها توسط پزشک متخصص داخلی تشخیص داده شده بود (افراد با میزان قند خون بالاتر از ۱۲۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر وضعیت ناشتایی) با دامنه سنی ۴۵-۶۵ و شاخص توده بدنی بالای ۲۸ تا ۳۰ تشکیل می‌دادند. پس از فراخوان عمومی و ثبت‌نام بر اساس معیارهای ورود به پژوهش ۴۹ نفر از داوطلبان به عنوان نمونه آماری بر اساس معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شدند. حجم نمونه با نرم افزار G power با خطای آلفا ۵ درصد و توان آزمون معادل ۸۵ درصد با اندازه اثر یک بر اساس فرمول زیر تعیین شد (۱۵):

$$m = \left(1 + \sqrt{g-1}\right) \frac{(z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta})^2}{\Delta_{plan}^2} + \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \sqrt{g-1}}{2(1 + \sqrt{g-1})}, g \geq 2$$

که مطابق با معادله بالا، حجم نمونه کل برابر خواهد بود با:

$$N = m + (g-1) \times n = [1 + \sqrt{(g-1)}] \times m$$

اما در نهایت تعداد نمونه در هر یک از گروه‌ها به استثنای گروه دارونما از معادله زیر محاسبه شد:

$$n = \frac{m}{\sqrt{g-1}}$$

g = تعداد گروه‌ها

m = حجم نمونه در گروه دارونما

Δ = اندازه تأثیر استاندارد شده (Standardized effect size)

n = حجم نمونه لازم در هر یک از گروه‌ها به جز گروه دارونما

میزان m عدد ۲۰ نفر را نشان داد در نتیجه تعداد نفرات هر گروه به جز دارونما نیز ۱۱ نفر را نشان داد. در نتیجه حجم نمونه کل ۵۳ نفر بود. اما تجزیه و تحلیل نهایی به علت عدم دسترسی کافی به تعداد مورد نظر و با توجه به سایر پژوهش‌های صورت گرفته مشابه، بر روی ۴۰ نفر انجام گرفت. عدم سابقه ورزشی منظم و یا عدم فعالیت بدنی منظم آزمودنی‌ها طی شش ماه قبل و

در طول مدت مطالعه، گروه‌های مصرف‌کننده مکمل دانه گیاه خرفه آن را طبق دستورالعمل مشخص شده به میزان ۷/۵ گرم در روز (دو عدد کپسول بعد از وعده غذایی نهار و شام) به مدت هشت هفته مصرف کردند (۱۷). گروه تمرین- دارونما و گروه دارونما، از کپسول‌های دارونما به طور کاملاً مشابه با کپسول‌های دانه گیاه خرفه پر شده با آرد گندم و با دوز روزانه مشابه، دریافت کردند. همچنین توصیه‌های لازم برای میزان و زمان مصرف یادآوری شد. در ضمن رژیم غذایی در طول انجام مطالعه توسط پزشک متخصص توصیه و کنترل گردید.

اندازه‌گیری پارامترهای آزمایشگاهی

نمونه سرم جدا شده از بیماران پس از ناشتایی ۱۴-۱۲ ساعته قبل و بعد از مداخله، از طریق ناحیه ساعد دست چپ به میزان ۶ میلی‌لیتر نمونه خون محیطی در لوله‌های استریل فاقد ماده ضد انعقاد گرفته و برای بررسی پارامترهای بیوشیمیایی به روش کالریمتریک در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گرفت. بلافاصله پس از خون‌گیری، نمونه‌های خون در کنار یخ و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه انتقال داده شده و سرم نمونه‌های خون پس از سانتریفوژ در دور ۲۵۰۰ rpm به مدت ۶-۸ دقیقه جداسازی شد. برای تعیین غلظت سایتوکاین IL-6، از کیت اینترلوکین-۶ شرکت سنکوپین هلند (Sanquin, Amsterdam, Netherlands) با حساسیت ۲ میکروگرم در هر میلی‌لیتر به روش الایزا و برای تعیین غلظت CRP از کیت شرکت بیونیک با حساسیت ۱ میلی‌گرم در لیتر و رنج نرمال: ۱ تا ۶ منفی و ۶ به بالا مثبت استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۵ (version 25, IBM Corporation, Armonk, NY) و EXCEL ۲۰۱۰ انجام شد. جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. برای مقایسه نتایج قبل و بعد از آزمون از تست t زوجی استفاده شد. برای بررسی اختلاف معنی‌داری بین چهار گروه از آزمون تحلیل کوواریانس و در صورت مشاهده تفاوت معنادار از آزمون تعقیبی Bonferroni جهت تعیین محل اختلاف بین گروهی استفاده شد. سطح معنی‌داری نیز $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

در این مطالعه هیچ گونه مداخله‌ای که سبب آسیب به سلامت جسمانی و یا روحی بیماران داشته باشد صورت نگرفت و هیچ هزینه‌ای بر بیماران تحمیل نشد. قبل از نمونه‌گیری، اهداف طرح برای بیماران و وابستگان آنها به طور کامل شرح داده شد و با آگاهی و رضایت بیماران از آنان نمونه‌گیری به عمل آمد و بیماران وارد مطالعه شدند. در طول انجام پروتکل‌های ورزشی تمامی بیماران تحت کنترل بودند تا در صورت افت فشارخون و یا مشکلات بالینی به بیمارستان انتقال یابند. اطلاعات مربوط به بیماران در تمامی مراحل تحقیق محرمانه ماند، همچنین پژوهش حاضر دارای مصوبه کد اخلاق با شناسه: IR.QOM.REC.1399.025 بود.

یافته‌ها

مشخصات عمومی و مقادیر آنروپومتریکی آزمودنی‌ها بصورت میانگین و انحراف معیار در جدول ۲ در چهار گروه پژوهشی آورده شده است.

بیماری‌های مزمن قلبی-عروقی و یا التهاب مزمن، زخم پای دیابتی و هیپاتیت آزمودنی‌ها کنترل گردید. همچنین افرادی که مکمل‌های ویتامینی مصرف می‌کردند یا سیگار می‌کشیدند از این مطالعه خارج شدند. سپس افراد دارای شرایط حضور در پژوهش به طور تصادفی ساده به چهار گروه مساوی ۱- گروه کنترل: مصرف دارونما بدون تمرین استقامتی (۱۰ نفر)، ۲- گروه تمرین: مصرف دارونما همراه با تمرین استقامتی (۱۰ نفر)، ۳- گروه تمرین+ مکمل: مصرف دانه گیاه خرفه همراه با تمرین استقامتی (۱۰ نفر) و ۴- گروه مکمل: مصرف دانه گیاه خرفه بدون تمرین استقامتی (۱۰ نفر)، تقسیم شدند به طوریکه همه گروه‌ها از نظر میانگین سنی با یکدیگر یکسان بودند. بیماران مورد مطالعه دارای رژیم دارویی (مصرف متفورمین زیر نظر پزشک معالج) و غذایی استاندارد (که توسط پزشک متخصص تهیه شده بود) بودند که توسط پزشک بالینی مربوطه تحت کنترل بود.

روش اجرای تمرین

آزمودنی‌های دو گروه تجربی هشت هفته فعالیت استقامتی پیاده‌روی انجام دادند. در تمامی مراحل انجام فعالیت‌های ورزشی، بیماران تحت مراقبت و پایش کامل بودند تا در صورت افت ناگهانی قند خون و یا سایر مشکلات جسمی، در صورت لزوم سریعاً بواسطه آمبولانس به اورژانس بیمارستان منتقل گردند. آزمودنی‌ها ۳ جلسه در هر هفته و در هر جلسه به مدت یک ساعت پیاده‌روی بدون استراحت انجام دادند. مدت جلسه تمرینی از ۳۰ دقیقه در هفته اول شروع شد و به تدریج به زمان تمرین افزوده شد تا در نهایت در هفته هشتم آزمودنی‌ها به ۴۵ دقیقه تمرین با شدتی معادل ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره (Reserve Heart Rate) رسیدند. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با انواع حرکات کششی، نرمشی، راه رفتن و دویدن بود سپس پیاده روی با آهنگ ثابت به مدت ۳۰ دقیقه با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره آغاز می‌شد. در پایان هر جلسه تمرین ورزشی به مدت ۱۰ دقیقه بازگشت بدن به حالت اولیه و سرد کردن (راه رفتن آهسته و حرکات کششی) انجام می‌شد (جدول ۱). فعالیت ورزشی در هر جلسه از طریق ضربان سنسور پلار کنترل شد و شدت فعالیت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره در نظر گرفته شد. پس از پایان هشت هفته دوباره شاخص توده بدنی و خونگیری انجام شد (۱۶).

جدول ۱. زمان بندی تمرینات استقامتی طی ۸ هفته پژوهش

هفته	گرم کردن	جلسات تمرین استقامتی	سرد کردن	میانگین زمان
۱-شنبه	۲-دوشنبه	۳-پنجشنبه	۴-شنبه	هر جلسه
هفته اول	۳۰	۳۰	۳۱	۱۰
هفته دوم	۳۱	۳۲	۳۳	۱۰
هفته سوم	۳۳	۳۴	۳۵	۱۰
هفته چهارم	۳۵	۳۶	۳۷	۱۰
هفته پنجم	۳۷	۳۸	۳۹	۱۰
هفته ششم	۳۹	۴۰	۴۱	۱۰
هفته هفتم	۴۱	۴۲	۴۳	۱۰
هفته هشتم	۴۳	۴۴	۴۵	۱۰

پروتکل مکمل‌دهی

مکمل دانه خرفه به صورت قرص کپسول در اختیار افراد قرار گرفت.

جدول ۲. مقادیر برخی ویژگی‌های پیکرسنجی آزمودنی‌های مطالعه (میانگین $\pm$ انحراف معیار)

متغیر	گروه	کنترل	تمرین هوازی (دارونما)	مکمل (خرفه)	تمرین هوازی + مکمل (خرفه)	معنی‌داری
تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	
سن (سال)	50.10 ± 8.06	50.60 ± 6.25	52.60 ± 7.20	52.07 ± 6.25	0.387	
قد (سانتی‌متر)	172.00 ± 10.77	165.10 ± 7.14	167.80 ± 5.97	167.20 ± 8.76	0.122	
وزن (کیلوگرم)	72.29 ± 6.45	74.45 ± 4.66	74.78 ± 2.82	75.62 ± 6.66	0.315	
شاخص توده بدنی	25.08 ± 4.34	27.35 ± 1.61	26.64 ± 2.08	25.17 ± 3.47	0.833	

جدول ۳. نتایج آزمون Leven, Shapiro-Wilk و شیب رگرسیونی نیمرخ لیپیدی و قند ناشتایی در گروه‌های مطالعه

متغیر	آماره	Shapiro-Wilk	Leven	شیب رگرسیونی
IL-6 (mg/mL)	0.082	0.642	0.120	
CRP (mg/L)	0.860	0.055	0.150	

جدول ۴. مقادیر میانگین IL-6 و CRP و نتایج آزمون تعقیبی Bonferroni و t همبسته در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های مطالعه (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)

متغیر	مرحله	کنترل	تمرین استقامتی (دارونما)	تمرین استقامتی + مکمل (خرفه)	مکمل (خرفه)
IL-6 (mg/mL)	پیش‌آزمون	2.90 ± 1.02	2.85 ± 1.12	3.28 ± 1.02	2.98 ± 1.13
	پس‌آزمون	3.01 ± 1.07	2.74 ± 0.97	$2.38 \pm 0.41^{**}$	2.50 ± 0.52
CRP (mg/L)	پیش‌آزمون	6.94 ± 3.42	6.75 ± 2.43	6.95 ± 3.06	6.03 ± 2.99
	پس‌آزمون	7.10 ± 3.60	$6.20 \pm 2.69^{**}$	$5.24 \pm 2.40^{***,***}$	6.31 ± 2.80

*: نتایج تعقیبی تفاوت بین گروهی، بین گروه کنترل با سه گروه تجربی پژوهش ($P < 0.05$)**: تفاوت آزمون t همبسته جهت بررسی تفاوت‌های درون گروهی بین مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون ($P < 0.05$)***: نتایج تعقیبی تفاوت بین گروهی، بین گروه دارونما با گروه‌های تمرین-مکمل ($P < 0.05$)

بحث

یافته‌های به دست آمده از این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل دانه گیاه خرفه باعث کاهش عامل التهابی CRP در مردان میانسال دارای دیابت نوع ۲ در آستانه چاقی شد اما تأثیری بر عامل پیش‌التهابی IL-6 نداشت. التهاب یا پاسخ‌های التهابی و پیش‌التهابی یکی از راه‌های دفاع غیراختصاصی و موضعی است که به دنبال خراشیدگی، بریدگی یا هر نوع آسیب بافتی دیگر بروز می‌کند. این پاسخ از رویدادهایی تشکیل شده که مجموعاً باعث سرکوب عفونت و تسریع بهبودی می‌شوند. از علائم عمومی التهاب می‌توان به قرمزی، تورم و گرمی نقطه آسیب دیده نسبت به سایر نقاط بدن اشاره نمود. التهاب، یک پاسخ فیزیولوژیک به محرک‌های گوناگون مانند عفونت و زخم‌های بافتی است که به سرعت ایجاد شده و پایان می‌یابد (۱۸). گاهی اوقات التهاب مضر بوده و گاهی اوقات اثرات حفاظتی دارد. التهاب از طریق حذف پاتوژن‌ها، پاک‌سازی بقایای آسیب دیده و کمک به ترمیم اثرات مفید خود را اعمال می‌کند و اثرات زیان‌آور آن ناشی از اثرات جانبی ناخواسته فرایندهای سودمند است (۱۸). سایتوکاین‌های تحریک‌کننده التهاب $TNF-\alpha$ ، IL-1 و IL-6 کموکاین‌هایی مانند MCP-1 و IL-8، واسطه‌های لیپیدی و ایکوزانوئیدیایی (Eicosanoid) مثل پروستاگلاندین‌ها (Prostaglandin)، لوکوترین‌ها (Leukotriene)، ترومبوکسان‌ها (Thromboxane) و لیپوکسین‌ها (Lipoxin) محرک پاسخ‌های التهابی هستند. به کارگیری و تجمع لوکوسیت در جایگاه التهاب فرایندی ضروری است که توسط سیگنال‌های التهابی آغاز می‌شود، که

با توجه به نتایج جدول (۲) تفاوت معنی‌داری بین مقادیر آنتروپومتریکی سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی وجود ندارد، بنابراین نتایج حاکی از همگنی گروه‌های پژوهشی در مقادیر ویژگی‌های آنتروپومتریکی در مرحله پیش‌آزمون بود. در ادامه نتایج پیش‌فرض‌های آزمون آماری تحلیل کوواریانس شامل توزیع طبیعی، تجانس واریانس و شیب رگرسیونی آورده شده است.

نتایج جدول ۳، مقادیر معنی‌داری در آماره‌های توزیع طبیعی (Shapiro-Wilk)، تجانس واریانس‌ها (Leven) و شیب رگرسیونی برای IL-6 و CRP را نشان می‌دهد. این آزمون‌ها مفروضه‌های آزمون تحلیل واریانس هستند. لذا با توجه به عدم معنی‌داری در مقادیر مفروضه‌های آزمون تحلیل کوواریانس می‌توانیم از این آزمون استفاده کنیم. در ادامه نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و t همبسته در جدول ۴ آمده است.

بر اساس نتایج جدول ۴، تفاوت معنی‌داری در مقادیر IL-6 در مرحله پس‌آزمون بین چهار گروه پژوهش مشاهده نشده است ($P = 0.077$). اما در نتایج درون گروهی بر اساس آزمون t همبسته فقط تفاوت معنی‌داری در گروه تمرین-مکمل خرفه مشاهده شد ($P = 0.021$). همچنین در مقادیر CRP پس از هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل خرفه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P = 0.001$). جهت بررسی این تفاوت و اختلاف از آزمون Bonferroni استفاده شده است که تفاوت بین جفت گروه‌های تمرین-مکمل و دو گروه کنترل ($P = 0.001$) و تمرین-دارونما ($P = 0.047$) مشاهده گردید.

آن‌ها به طور درخور توجهی ترشح $\text{TNF-}\alpha$ ، IL-6 و NO و پروستاگلاندین E2 و همچنین، mRNA سیکلواکسیژناز-۲ و نیتریک اکسید سنتاز القایی را کاهش دادند (۲۲).

Kim و همکاران، پیشنهاد کردند که بیان mRNA عوامل التهابی، از جمله $\text{TNF-}\alpha$ و $\text{IL-1}\beta$ توسط خرفه به روشی وابسته به دوز سرکوب می‌شود (۲۳). جوادی کیا و همکاران نیز در پژوهشی نشان دادند احتمالاً تمرینات تناوبی شدید به تنهایی و همراه با مصرف مکمل خرفه می‌تواند اثرهای مثبتی در التهاب کبدی بیماران مبتلا به کبد چرب داشته باشد (۲۴). به نظر می‌رسد، استفاده از مکمل خرفه چنانچه همزمان با تمرین ورزشی استفاده شود می‌تواند روشی مؤثر برای مردان مبتلا به دیابت نوع دو در مردان میانسال در آستانه چاقی باشد. نتایج پژوهش حاضر در رابطه با IL-6 با نتایج قراخلو و همکاران (۲۵)، رضایی نصب و همکاران (۲۶) همسو بود. از جمله دلایل همسو بودن می‌توان به نزدیک بودن پروتکل‌های تمرینی و نمونه‌ها اشاره نمود.

مطالعه حاضر با پژوهش‌های سوری و همکاران (۲۷) و میرسیدی و همکاران (۲۸) ناهمسو بود. از دلایل ناهمسو بودن می‌توان به انتخاب طول دوره تمرینی و شدت تمرین و یا عدم کنترل دقیق فعالیت‌های خارج از جلسات تمرینی آزمون شونده

همچنین جنسیت نمونه‌ها، میانگین سنی نمونه‌ها، از دلایل احتمالی غیرهمسو بودن با نتایج سایر پژوهش‌ها می‌توان اشاره کرد. مطالعه حاضر با نتایج پژوهش سوری و همکاران (۲۷)، میرسیدی و همکاران (۲۸)، ترتیبیان و همکاران (۲۹)، کبیر و همکاران (۳۰) و حیدریان‌پور (۳۱) در رابطه با CRP همسو بود. از جمله دلایل همسو بودن می‌توان به نزدیک بودن پروتکل‌های تمرینی و نمونه‌ها اشاره نمود. نتایج این پژوهش با تحقیقات Bedakhanian و همکاران، ناهمسو بود (۳۲). از دلایل ناهمسو بودن می‌توان به انتخاب طول دوره تمرینی و شدت تمرین و یا عدم کنترل دقیق فعالیت‌های خارج از تمرین آزمون شونده همچنین جنسیت نمونه‌ها، میانگین سنی نمونه‌ها، از دلایل عدم نتیجه‌گیری مطالعه در مقایسه با نتایج دیگر می‌باشد.

نتایج پژوهش حاضر بطور کلی نشان داد، انتخاب تمرینات با شدت متوسط و مناسب (۵۰ الی ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره) در طولانی‌مدت می‌تواند به نتایج بهتری منجر شود. مکانیسم کاهش CRP پس از انجام تمرین‌های ورزشی و اینکه چه نوع ورزش بیشترین اثر را در کاهش CRP دارد به درستی مشخص نشده است، هر چند برخی از پژوهشگران بر این باورند که به احتمال زیاد کاهش وزن بدن و کاهش توده چربی به دنبال فعالیت ورزشی عامل اصلی این کاهش است برخی نیز معتقدند بهبود آمادگی جسمانی ناشی از فیزیولوژی تمرین عامل اساسی کاهش سطح CRP است (۲۹، ۳۱، ۳۳).

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل دقیق میزان فعالیت بدنی روزانه و استراحت آزمودنی‌ها در محیط خارج از باشگاه و هم چنین عدم کنترل دقیق نوع، میزان و زمان مصرف تغذیه آزمودنی‌ها اشاره کرد. لذا پیشنهاد می‌شود که مطالعات آینده با دوره زمانی طولانی‌تر مطالعه‌ای انجام شود. از دیگر محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل دقیق رژیم غذایی افراد اشاره کرد که فقط دستورالعمل‌های غذایی

سایتوکاین‌های کنترلی و تحریک‌کننده التهاب نقش مهمی در این فرآیند دارند، با این حال تولید بیش از حد این سایتوکاین‌ها از ماکروفاژها/ مونوسیت‌های فعال شده می‌تواند اثرات زیان‌آوری داشته باشد (۱۹).

سلول‌های سیستم ایمنی برای انتقال پیام و تأثیر بر سایر سلول‌ها نیازمند ترشح محصولات و فرآورده‌هایی هستند تا واسطه اعمال این پیام‌ها باشند. مولکول‌های پروتئینی که توسط سلول‌های سیستم ایمنی ذاتی و اختصاصی در پاسخ به میکروب‌ها و سایر آنتی‌ژن‌های موجود، تولید شده و هر یک اثرات متفاوتی را ایجاد می‌کنند، ترشح سلولی یا سایتوکاین نامیده می‌شوند. با توجه به نحوه تولید، سلول منشأ، کیفیت تأثیر و نوع سلول‌های هدف اسامی مختلفی به آنها داده می‌شود. سایتوکاین‌ها در مرحله عملکرد ایمنی غیر اختصاصی و اختصاصی در پاسخ به میکروب‌ها و سایر آنتی‌ژن‌ها تولید شده و در شکل‌گیری و تنظیم پاسخ‌های ایمنی و التهابی نقش دارند. ترشح سایتوکاین یک فرایند کوتاه مدت و خودبخود محدود شونده است و معمولاً به صورت مولکول‌های از پیش ساخته شده ذخیره نمی‌شوند و تولید آن‌ها بوسیله رونویسی ژن آن‌ها در نتیجه فعال شدن سلول آغاز می‌شود (۱۸). فعال‌شدن نسخه‌برداری نیز موقت بوده و mRNA کد کننده سایتوکاین‌ها ناپایدارند و پس از تولید معمولاً سریعاً ترشح می‌شوند. بسیاری از سایتوکاین‌ها توسط چندین نوع مختلف از سلول‌های متفاوت ترشح می‌شوند و اختصاصی یک سلول بخصوص نیستند. سایتوکاین‌ها اغلب دارای اثرات متعدد و فراوانند و بر چندین سلول مختلف تأثیر می‌گذارند (۱۹).

نقش تمرینات هوازی با شدت متوسط، در پیشگیری از التهاب و عفونت در بسیاری از تحقیقات به اثبات رسیده است (۲۰، ۲۱). هنوز جای بحث و بررسی زیادی وجود دارد که چه مکانیسمی موجب کاهش سطح CRP همراه با فعالیت ورزشی می‌شود. بسیاری از پژوهش‌ها مسیر عمده بهبود سطح CRP را اینترلوکین‌ها می‌دانند. با تحریک سمپاتیکی رهاش اینترلوکین‌ها به ویژه IL-6 و $\text{TNF-}\alpha$ (فاکتور نکروزدهنده تومور) از بافت چربی افزایش می‌یابد. فعالیت بدنی منظم سبب کاهش تحریک سمپاتیکی می‌شود و این احتمال وجود دارد که به کاهش $\text{TNF-}\alpha$ (تحریک‌کننده قوی تولید IL-6) و کاهش IL-6 (کاهش تحریک‌کننده قوی تولید CRP) منجر می‌شود (۲۱). به نظر می‌رسد تأثیر تمرین هوازی بر کاهش CRP از طریق کاهش تولید سایتوکاین‌های بافت چربی، عضله و سلول‌های تک‌هسته‌ای سبب کاهش وزن می‌گردد که این امر ناشی از تمرین می‌تواند به صورت غیرمستقیم از طریق کاهش سایتوکاین‌های پیش‌التهابی با اثر بر کبد منجر به کاهش تولید CRP شود. از طرفی برخی از سایتوکاین‌های التهابی از جمله $\text{TNF-}\alpha$ و IL-6 در ایجاد مقاومت به انسولین نقش دارند. بنابراین، ارتباط مستقیمی بین افزایش برخی عوامل التهابی و بروز دیابت نیز وجود دارد (۲۱). از طرف دیگر به نظر می‌رسد مصرف دانه گیاه خرفه همراه با فعالیت ورزشی موجب بهبود توان هوازی می‌شود. خرفه گیاهی در دسترس است و می‌تواند با قیمت کم در اختیار افراد قرار بگیرد و روشی مناسب و کم‌خطر برای پیشگیری از عوارض ناشی از سبک زندگی کم‌تحرک و غیرفعال می‌باشد. دو الکلویید جدا شده از گیاه خرفه، اولراکون و اولراسیمین، اثرهای ضدالتهابی در خورجی‌های ماکروفاژهای تحریک شده با لیپوپولی ساکارید (LPS) نشان داده‌اند. این ترکیبات به طور قابل ملاحظه‌ای از تولید اکسیدنیتریک (NO) جلوگیری می‌کنند، علاوه بر این

مبتلا به دیابت نوع دو میانسال در آستلنه چاقی جهت بهبود و کاهش برخی عوامل التهابی باشد.

تشکر و قدردانی

در این مطالعه از کلیه مردان میانسال مبتلا به دیابت دو که در آستانه چاقی بودند و به صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند، تشکر می‌کنیم. کلیه هزینه‌های پژوهشی اعم از مکمل و هزینه‌های تشخیصی آزمایشگاهی توسط محققین پرداخت شده است.

سهم نویسندگان

تمامی نویسندگان در طراحی این مقاله نقش داشتند.

تضاد منافع

منافع یا سود مالی شخصی از بابت انتشار این مقاله برای نویسندگان مقاله وجود ندارد.

References

- Maritim AC, Sanders RA, Watkins 3rd JB. Diabetes, oxidative stress, and antioxidants: a review. *J Biochem Mol Toxicol*. 2003;17(1):24-38. [pmid: 12616644](#) [doi: 10.1002/jbt.10058](#)
- DeWitt DE, Hirsch IB. Outpatient insulin therapy in type 1 and type 2 diabetes mellitus: scientific review. *JAMA*. 2003;289(17):2254-64. [pmid: 12734137](#) [doi: 10.1001/jama.289.17.2254](#)
- Buchwald H, Estok R, Fährbach K, Banel D, Jensen MD, Pories WJ, et al. Weight and type 2 diabetes after bariatric surgery: systematic review and meta-analysis. *Am J Med*. 2009;122(3):248-56. e5. [pmid: 19272486](#) [doi: 10.1016/j.amjmed.2008.09.041](#)
- Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitão CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2011;305(17):1790-9. [pmid: 21540423](#) [doi: 10.1001/jama.2011.576](#)
- Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG, Valle TT, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med*. 2001;344(18):1343-50. [pmid: 11333990](#) [doi: 10.1056/NEJM200105033441801](#)
- Monasta L, Batty G, Cattaneo A, Lutje V, Ronfani L, van Lenthe F, et al. Early-life determinants of overweight and obesity: a review of systematic reviews. *Obes Rev*. 2010;11(10):695-708. [pmid: 20331509](#) [doi: 10.1111/j.1467-789X.2010.00735.x](#)
- Kopelman P. Health risks associated with overweight and obesity. *Obesity reviews*. 2007;8(s1):13-7.
- Thayer KA, Heindel JJ, Bucher JR, Gallo MA. Role of environmental chemicals in diabetes and obesity: a National Toxicology Program workshop review. *Environ Health Perspect*. 2012;120(6):779-89. [pmid: 22296744](#) [doi: 10.1289/ehp.1104597](#)
- Ghorbani MR, Bojarpur M, Mayahi M, Fayazi J, Fatemi Tabatabaei SR, et al. Effect of purslane (*Portulaca oleracea* L.) on performance and carcass characteristic of broiler chickens [in Persian]. *Iranian Veterinary Journal*. 2014;9(4):88-97.
- Modaresi M, naderi B. Effect of Purslane (*Portulaca oleracea*) extracts on the electrophoretic pattern of blood proteins in mice [in Persian]. *Intern Med Today*. 2014;19(4):206-11.
- Kotb El-Sayed M-I. Effects of *Portulaca oleracea* L. seeds in treatment of type-2 diabetes mellitus patients as adjunctive and alternative therapy. *J Ethnopharmacol*. 2011;137(1):643-51. [pmid: 21718775](#) [doi: 10.1016/j.jep.2011.06.020](#)
- Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes care*. 2004;29(6):1433-8. [doi: 10.2337/diacare.27.10.2518](#)
- Kim HY, Kim HK, Kim JR, Kim HS. Upregulation of LPS-induced chemokine KC expression by 15-deoxy-Δ12, 14-prostaglandin J2 in mouse peritoneal macrophages. *Immunol Cell Biol*. 2005;83(3):286-93. [pmid: 15877607](#) [doi: 10.1111/j.1440-1711.2005.01329.x](#)
- Olefsky JM, Glass CK. Macrophages, inflammation, and insulin resistance. *Annu Rev Physiol*. 2010;72:219-46. [pmid: 20148674](#) [doi: 10.1146/annurev-physiol-021909-135846](#)
- Motamed N, Zamani F. *Sample Size in Medical Research: an applied approach*. Tehran, Iran: Asre Roshanbini Publications; 2017.
- Ghasemi Kahrizsangi A, Manoochehri A, Sadeghian H. The effect of an eight-week aerobic training plus a supplement of portulaca oleracea seed on metabolic syndrome factors in middle-aged men with diabetes type 2 on the threshold of obesity [in Persian]. *Studies in Medical Sciences* 2023;34(5):268-77. [doi: 10.61186/umj.34.5.268](#)
- Salehi A, Farzanegi P. Effect of 8 weeks of resistance training with and without portulacalo seeds on some of liver injury markers in women with diabetes type 2 [in Persian]. *Studies in Medical Sciences*. 2015;25(11):968-78.
- Ricciotti E, FitzGerald GA. Prostaglandins and inflammation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2011;31(5):986-1000. [pmid: 21508345](#) [doi: 10.1161/ATVBAHA.110.207449](#)
- Lopez-Tinoco C, Roca M, Fernandez-Deudero A, García-Valero A, Bugatto F, Aguilar-Diosdado M, et al. Cytokine profile, metabolic syndrome and cardiovascular disease risk in women with late-onset gestational diabetes mellitus. *Cytokine*. 2012;58(1):14-9. [pmid: 22200508](#) [doi: 10.1016/j.cyto.2011.12.004](#)
- Kaatabi H, Bamosa AO, Lebda FM, Al Elq AH, Al-Sultan AI. Favorable impact of *Nigella sativa* seeds on lipid profile in type 2 diabetic patients. *J Family Community Med*.

- 2012;19(3):155-70. [pmid: 23230380](#) [doi: 10.4103/2230-8229.102311](#)
21. Huffman KM, Samsa GP, Slentz CA, Duscha BD, Johnson JL, Bales CW et al. Response of high-sensitivity C-reactive protein to exercise training in an at-risk population. *Am Heart J*. 2006;152(4):793-800. [pmid: 16996860](#) [doi: 10.1016/j.ahj.2006.04.019](#)
22. Xu L, Ying Z, Wei W, Hao D, Wang H, Zhang W, et al. A novel alkaloid from *Portulaca oleracea* L. *Nat Prod Res*. 2017;31(8):902-8. [pmid: 16996860](#) [doi: 10.1016/j.ahj.2006.04.019](#)
23. Kim CH, Park PB, Choe SR, Kim TH, Jeong JK, Lee KG, et al. Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of *Portulaca Oleracea* on the LPS-stimulated AGS cells. *J Physiol Pathol Korean Med*. 2009;23(2):488-93.
24. Javadi Kia M, Barjaste Yazdi A, Khajei R, Hosein Abadi MR. Effect of High-Intensity Interval Training and *Portulaca Oleracea* Extract on C-Reactive Protein and Tumor Necrosis Factor- α in Rats with Nonalcoholic Fatty Liver Disease [in Persian]. *North Khorasan Univ Med Sci*. 2023;15(2):13-21. [doi: 10.32592/nkums.15.2.13](#)
25. Ghara Khanlou R, Gorzi A, Bayati M. The effects of endurance and resistance training on activity of g4 acetyl cholinesterase in fast and slow twitch muscles of rats [in Persian]. *Journal of Sport Biosciences*. 2016;8(3):353-64. [doi: 10.22059/jsb.2016.59484](#)
26. Rezaeinasab H, Ranjbar R, Habibi A, Afshoon pour MT. The effect of eight weeks of combined training (aerobic - circuit resistance) on visfatin concentration, il-6 and tnf- α in obese men with type ii diabetes [in Persian]. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2018;17(1):39-48.
27. Soori R, Naghibozakerin M, Shabkhiz F, Ramezankhani A. The effect of aperiod of aerobic exercise with moderate intensity on zonulin and interleukin-6 in obese sedentary adolescent boys [in Persian]. *J Torbat Heydariyeh Univ Med Sci*. 2021;8(4):34-45.
28. Mirseyyedi M, Attarzadeh Hosseini SR, Mir E, Hejazi K. Changes in C-reactive protein, interleukin-6 and lipid biomarkers in sedentary middle-aged men after resistance exercise [in Persian]. *J Sabzevar Univ Med Sci*. 2014;21(2):283-92.
29. Tartibian B, Kamrani A, Yaghoobnezhad F, Mohammad Amini Khayat S. Investigation of the Relationship between Sleep Quality with Interlukin-1 β and C - Reaction protein in Active and Non-Active Men [in Persian]. *J Rafsanjan Univ Med Sci*. 2014;13(2):141-50.
30. Kabir B, Taghian F, Ghatreh Samani K. Effect of Aerobic Training on levels of Interleukin-18 and C-reactive protein in elderly men [in Persian]. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2014;16(3):8-15.
31. Heidarianpour A, Keshvari M. Effects of three types of exercise aerobic, resistance and concurrent on plasma CRP concentration in type II diabetes patients [in Persian]. *J Sabzevar Univ Med Sci*. 2016;23(6):916-25.
32. Bedakhanian M, Entezari MH, Ghanadian M, Askari G, Maracy MR. The effects of *portulaca oleracea* on lipid profile, c-reactive protein, and fasting blood glucose in men with metabolic syndrome: a double-blind randomized clinical trial. *J Health Syst Res*. 2017;12 (4):478-83. [doi: 10.22122/jhsr.v12i4.2765](#)
33. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45(10):1563-9. [pmid: 15893167](#) [doi: 10.1016/j.jacc.2004.12.077](#)