

## The Combined Effects of Pilates Training and Apium Graveolens Seed Supplement on the Levels of Inflammatory Monocyte Chemoattractant Protein -1 and C-Reactive Protein in Sedentary Women

Masoumeh Habibian<sup>1\*</sup>, Parvin Farzanegi<sup>2</sup>, Seyed Mohsen Sadat Tabar Bisheh<sup>3</sup>

1- Department of Physical Education, Qaemshahar Branch, Islamic Azad University, Qaemshahar, Iran.

2- Department of Physical Education, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran.

3- Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran.

Received: 9 May 2015, Accepted: 12 Aug 2015

### Abstract

**Background:** Inflammation plays an important role in the pathogenesis of atherosclerosis and change in lifestyle represents a successful strategy to prevent cardiovascular disease. Therefore, the present study investigated the combined effects of regular Pilates training and Apium Graveolens seed supplement on monocyte chemoattractant protein-1(MCP-1) and C-reactive protein (CRP) in sedentary women.

**Materials and Methods:** In this quasi-experimental study, 28 healthy sedentary woman with age average  $31 \pm 5.5$  years old are selected in a convenience sampling way and randomly divided into and control, exercise, supplement and exercise+supplement groups. Pilates exercise was consisted of exercise movements at 50% to 80% maximal heart rate in, 3 sessions per week for 8 weeks. Supplement and exercise+supplement groups consumed 1.3 gr Apium Graveolens seed capsule three times a day after meals. Fasting blood samples were collected before and 48 hours after the last interventions. MCP-1 and CRP levels were measured by ELISA method.

**Results:** Eight weeks of Pilates exercise, supplementation and the combined intervention were associated with a significant increase in MCP-1 and CRP levels ( $p < 0.05$ ). Furthermore Pilates exercise and combined intervention were associated with significantly greater increases in percent changes of the MCP-1 and CRP compared to supplement group ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** These findings suggest that the protective effect of Pilates exercise and Apium Graveolens seed supplementation non-drug interventions might in part be due to suppression of the inflammatory processes.

**Keywords:** Apium Graveolens, C-reactive protein, Monocyte chemoattractant protein-1, Pilates training

\*Corresponding Author:

Address: Department of Physical Education, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

Email: habibian\_m@yahoo.com

## اثرات ترکیبی تمرین پیلاتس و مکمل دانه کرفس بر سطوح پروتئین‌های التهابی جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و واکنش گر C در زنان غیرفعال

معصومه حبیبیان<sup>۱\*</sup>، پروین فرزاتگی<sup>۲</sup>، سید محسن سادات تبار بیشه<sup>۳</sup>

۱- استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، قائم شهر، ایران.

۲- دانشیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران.

۳- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۲۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** التهاب نقش مهمی در پاتوژنز آترواسکلروز ایفا می‌کند و تعدیل شیوه زندگی یک استراتژی مفید برای پیش‌گیری از بیماری‌های قلبی عروقی است. از این رو، در تحقیق حاضر، اثرات ترکیبی تمرین پیلاتس و مکمل دانه کرفس بر پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنش گر C در زنان غیرفعال بررسی شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۸ زن داوطلب با میانگین سنی  $31 \pm 5/5$  سال، پس از انتخاب به صورت نمونه‌گیری در دسترس، به طور تصادفی و مساوی به گروه‌های کنترل، تمرین، مکمل و تمرین+ مکمل تقسیم شدند. تمرین پیلاتس شامل انجام حرکات ورزشی با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۸ هفته بود. گروه‌های مکمل و مکمل+ تمرین، کپسول حاوی ۱/۳ گرم دانه کرفس را ۳ بار در روز پس از صرف غذا میل نمودند. نمونه‌های خونی ناشتا قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین مداخله‌ها جمع‌آوری شدند. سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنش گر C به روش الایزا اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** ۸ هفته تمرین پیلاتس، مکمل سازی و مداخله ترکیبی با کاهش معنی‌دار سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنش گر C همراه بود ( $p < 0/05$ ). به علاوه، مداخله‌های ترکیبی و تمرین پیلاتس با افزایش بیشتری در درصد تغییرات این شاخص‌ها در مقایسه با گروه مکمل همراه بود ( $p < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** بر اساس یافته‌ها، بخشی از اثرات حمایتی مداخله‌های غیردارویی تمرین پیلاتس و مکمل سازی با دانه کرفس ممکن است به علت سرکوب فرآیندهای التهاب باشد.

**واژگان کلیدی:** کرفس، پروتئین واکنش گر C، پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱، تمرین پیلاتس

\*نویسنده مسئول: ایران، قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، گروه تربیت بدنی

Email: habibian\_m@yahoo.com

## مقدمه

التهاب به عنوان یک پل ارتباطی بین اختلالات آترواسکلروتیکی و غیر طبیعی شدن متابولیسم گلوکز شناخته شده است (۱) و نقش مهمی در پاتوژنز بیماری‌های قلبی - عروقی، رویدادهای لخته زایی عروقی و آترواسکلروز ایفا می‌کند (۲). در تمامی فرآیندهای فوق، از ایجاد رگه‌های چربی گرفته تا تشکیل پلاک، فیلتراسیون لکوسیت‌ها به دیواره عروقی به طور جدی دخالت دارد و کموکاین‌ها از جمله پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱، به واسطه‌ی جذب سلول‌های تک هسته‌ای به درون دیواره عروقی، نقش مهمی در این فرآیندها ایفا می‌کنند (۳). علاوه بر این، پروتئین واکنشی C نیز به عنوان یک شاخص تشخیصی منفی توسعه بیماری قلبی - کرونری در افراد سالم و بیمار شناخته می‌شود (۴). غلظت سرمی پروتئین واکنشی C به محض التهاب تا بیش از هزار برابر افزایش می‌یابد و به دلیل طول عمر ۱۹ ساعته، به عنوان یک شاخص انتهایی بسیار پایدار و شناساگر بسیار حساس محسوب می‌شود (۵). افزایش سن با التهاب مزمن درجه پایین و افزایش سطوح گردشی پروتئین واکنشی C همراه است (۶). پروتئین واکنشی C از طریق تنظیم مثبت مولکول‌های چسبان و کموکاین‌های جذب شیمیایی سلول‌های اندوتلیال، سلول‌های عضلات صاف و مونوسیت‌ها در واکنش‌های پیش التهابی و پیش آترواسکلروتیک دخالت دارد و منجر به ۷ برابر افزایش در تولید پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و مونوسیت‌های محیطی می‌شود (۵). بر اساس مطالعات قلبی، سطوح گردشی پروتئین جذب مونوسیت-۱ در فرآیندهای التهابی شامل پاتوژنز مرتبط با چاقی مانند دیابت و آترواسکلروز افزایش می‌یابد (۶) که می‌تواند منجر به القا آدیپوژنز، افزایش تولید گونه‌های اکسیژن/نیترژن واکنشی و بیان نیتریک اکسید سنتاز قابل القا در آدیپوسیت‌ها شود. علاوه بر این، افزایش فسفو لیپیدهای اکسید شده نیز منجر به افزایش بیان پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و در نتیجه تجمع ماکروفاژها و توسعه فرآیندهای ایجاد التهاب می‌شود (۷) که این پروتئین نقش مهمی در شروع و توسعه زخم‌های آترواسکلروتیکی

دارد (۸). بر اساس تحقیقات اپیدمیولوژی، افزایش سطوح فعالیت جسمانی با کاهش سطوح پروتئین واکنشی C در افراد به ظاهر سالم همراه است (۹).

امروزه گنجاندن فعالیت‌های منظم ورزشی در برنامه زندگی توصیه می‌شود. به علاوه نقش فعالیت جسمانی در جلوگیری از بیماری‌های قلبی کرونری به خوبی تایید شده است که تا حدی می‌تواند به واسطه تغییرات در التهاب باشد. چرا که ارتباط معکوسی بین فعالیت جسمانی منظم و غلظت سرمی فاکتورهای التهابی (۱۰، ۱۱) و سطوح پروتئین واکنشی C نیز تایید شده است (۱۲). هم چنین ارتباط مثبت بین سطوح پروتئین‌های واکنشی C و جذب شیمیایی مونوسیت-۱ با شاخص توده بدن و اندازه دور کمر و سطوح گردشی کمتر این شاخص‌های التهابی در افرادی با وزن نرمال (۶) گزارش شده است. با این وجود، تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تاثیر ورزش پیلاتس بر شاخص‌های التهابی مشاهده نشده است. تمرین پیلاتس شامل حرکات کششی و قدرتی است که با یک سرعت کنترل شده در طول دامنه حرکتی مفصل همراه با تمرکز و تنفس‌های عمیق انجام می‌شود و برای اجرای این تمرینات، به آمادگی جسمانی بالا، مهارت و تجهیزات خاصی نیاز نمی‌باشد و بر توانایی عضلات جهت حفظ تعادل بدن تاکید می‌شود (۱۳). از سوی دیگر، در برخی از تحقیقات، تاثیر بیشتر تمرینات ورزشی همراه با مکمل‌های گیاهی بر کاهش التهاب ناشی از پروتئین‌های واکنشی C و جذب شیمیایی مونوسیت-۱ گزارش شده است (۸، ۱۴). کرفس با نام علمی *Apium graveolens* و نام عمومی *celery*، گیاهی است که تمام قسمت‌های آن دارای خواص دارویی از جمله پایین آورنده چربی، قند و فشارخون است (۱۵). کرفس دارای خاصیت ضد التهابی و آنتی اکسیدانی قوی بوده و می‌تواند از تخریب سلول‌ها به وسیله رادیکال‌های آزاد جلوگیری کند و فعالیت گلبول‌های سفید که مدافعان سیستم ایمنی هستند را افزایش دهد (۱۶). برخی از خواص دارویی دانه کرفس که به عنوان ضد باکتری، ضد التهاب، ضد نفخ و مدر برای درمان برونشیت، آسم، روماتیسم، ورم مفاصل، سنگ ادراری،

برنامه تمرینی: آزمودنی‌ها یک هفته قبل از شروع تمرینات، با محیط آزمایشگاه آشنا شده و حداکثر اکسیژن مصرفی آن‌ها با استفاده از آزمون زیر بیشینه پله کالج کوئین و فرمول (تعداد ضربان قلب در دقیقه  $\times 0.1847 - 0.81/65 =$  حداکثر اکسیژن مصرفی) تعیین گردید (۱۹). هم‌چنین درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه سنجش ترکیب بدن، ساخت کشور کره سنجیده شد. پروتکل تمرینی برای گروه‌های تمرین و تمرین + مکمل، شامل یک ساعت تمرین پیلاتس، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۸ هفته بود. برنامه هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، حرکات اصلی پیلاتس و ۵ دقیقه سرد کردن بود. تمرینات پیلاتس از سطوح پایین شروع و به تدریج توسعه یافت و شامل حرکات کششی پیشرفته، قدرت، تعادل، انعطاف‌پذیری و هماهنگی عصبی عضلانی بود و با تمرکز بر عضلات بزرگ بالاته و پایین تته و در سه وضعیت ایستاده، نشسته، خوابیده و بدون نیاز به تجهیزات تخصصی انجام شد. به منظور رعایت اصل اضافه بار، سرعت و تکرار حرکات در هر جلسه نسبت به جلسه قبلی افزایش یافت. به طوری که از ۱۰ تکرار در هفته اول شروع شد و به تدریج در جلسه هشتم به ۴۰ تا ۴۵ تکرار رسید (۱۳). تمرینات در هفته اول با شدت ۵۰ تا ۵۵ درصد ضربان قلب حداکثر شروع شد و تا شدت ۷۵ تا ۸۰ درصد ضربان قلب حداکثر در هفته آخر (با افزایش تقریبی ۵ درصدی شدت تمرین در هر هفته) ادامه یافت (۲۰). به علاوه ضربان قلب آزمودنی‌ها با استفاده از ضربان سنج قطبی در طی تمرینات کنترل شد و حداکثر ضربان قلب شرکت کنندگان با استفاده از رابطه «سن - ۲۲۰» محاسبه گردید.

مکمل کرفس: مکمل غذایی، به صورت کپسول حاوی ۱/۳ گرم پودر دانه‌ی کرفس بود که آزمودنی‌های گروه‌های تمرین و ترکیبی، آن را به همراه یک لیوان مایعات ۳ بار در روز پس از صرف غذا به مدت ۸ هفته میل نمودند (۲۱).

نمونه‌گیری خونی و آنالیز بیوشیمیایی: نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها، به دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه (مصرف رژیم غذایی سبک در شب قبل از خون‌گیری)، در دو

بیوست و هم‌چنین اختلالات کبد و طحال استفاده می‌شود، به علت ترکیبات موجود در آن است (۱۷، ۱۸). ترکیبات جدا شده از دانه کرفس و روغن آن شامل فلاونوئیدها (آپی ژنین)، ۳-ان-بوتیل فتالید، اولئیک اسید، اسیدهای چرب مانند لینولئیک اسید و اسیدهای آمینه (تیروزین و گلوتامین) می‌باشند (۱۸). از این رو، با توجه به شیوع زیاد بیماری‌های قلبی - عروقی در افراد کم تحرک و توسعه آن با افزایش سن (۶، ۱۰، ۱۱) و هم‌چنین با نظر به اثرات مفید گیاه دارویی کرفس و تمرینات ورزشی بر پیشرفت سلامتی (۱۵-۱۷) و کم خطر بودن ورزش پیلاتس و اجرای آسان آن توسط همه اقشار مردم، تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات ترکیبی تمرینات منظم پیلاتس و مکمل کرفس بر پروتئین واکنشی C و پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ در زنان غیرفعال انجام شد.

## مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها: آزمودنی‌های این پژوهش نیمه تجربی، شامل زنان سالم غیرفعال با میانگین سنی  $5/5 \pm 31$  سال بودند. پس از فراخوانی از طریق اطلاعیه در باشگاه‌های شهرستان قائم شهر، آزمودنی‌ها از بین داوطلبان و بر اساس اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه سلامت (که به منظور آگاهی از سن، سابقه بیماری‌های قلبی - عروقی و مشکلات ارتوپدی، داروهای مورد استفاده و سابقه ورزشی در اختیار آن‌ها قرار گرفت)، معاینه پزشکی، اندازه‌گیری قد و وزن، درصد چربی بدن و توده خالص بدن و هم‌چنین حداکثر اکسیژن مصرفی (جهت انتخاب آزمودنی‌های همسان) به صورت نمونه‌گیری هدف‌مند و در دسترس انتخاب شدند. در ادامه، آزمودنی‌های منتخب (۲۸ نفر) پس از آگاهی کامل از شرایط تحقیق و تکمیل رضایت‌نامه شخصی، به طور تصادفی و مساوی به گروه‌های کنترل، تمرین، مکمل و ترکیبی (تمرین + مکمل) تقسیم شدند. در ضمن، کلیه مراحل تحقیق فوق توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری با مجوز شماره ۱۷-۱۳۹۴ مورد تایید قرار گرفت.

مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، از ورید بازویی دست چپ در وضعیت نشسته و پس از ۱۵ دقیقه استراحت در صبح جمع‌آوری شد (۵ سی‌سی). نمونه‌ها پس از ریخته شدن به درون لوله‌های حاوی اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید (EDTA)، به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. سپس پلاسما حاصل در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شد و برای آنالیز متغیرهای پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. اندازه‌گیری سطوح پروتئین‌های التهابی جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و واکنشی C به روش الایزا (۲۲) و با استفاده از کیت تجاری ویژه (Human ELISA Kit) ساخت شرکت Diagnostics Biochem Canada Inc، با حساسیت اندازه‌گیری به ترتیب کمتر از ۷/۸۱ پیکوگرم بر میلی‌لیتر و ۱۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر صورت گرفت.

مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، از ورید بازویی دست چپ در وضعیت نشسته و پس از ۱۵ دقیقه استراحت در صبح جمع‌آوری شد (۵ سی‌سی). نمونه‌ها پس از ریخته شدن به درون لوله‌های حاوی اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید (EDTA)، به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. سپس پلاسما حاصل در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شد و برای آنالیز متغیرهای پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. اندازه‌گیری سطوح پروتئین‌های التهابی جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و واکنشی C به روش الایزا (۲۲) و با استفاده از کیت تجاری ویژه (Human ELISA Kit) ساخت شرکت Diagnostics Biochem Canada Inc، با حساسیت اندازه‌گیری به ترتیب کمتر از ۷/۸۱ پیکوگرم بر میلی‌لیتر و ۱۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر صورت گرفت.

### روش‌های آماری

از آزمون‌های شاپیروویلک و لوین به ترتیب جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس‌ها استفاده شد. جهت بررسی تغییرات درون و برون گروهی به ترتیب از آزمون‌های تی زوجی و تحلیل واریانس یک

طرفه همراه با آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری  $p < 0/05$  استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد.

**یافته‌ها**

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های آزمودنی‌ها در وضعیت پایه نشان داده شده است. نتایج آزمون شاپیروویلک و آزمون لوین به ترتیب بر توزیع نرمال و تجانس واریانس داده‌های مربوط به مشخصات آنترپومتری، سطوح پروتئین‌های جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و واکنشی C در مراحل پیش و پس از مداخله‌های پژوهش دلالت داشت. هم‌چنین نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه بیان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در مشخصات آنترپومتری آزمودنی‌های تحقیق (جدول ۱) و سطوح جذب پروتئین شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنشی C در مرحله پیش آزمون بود (به ترتیب  $p = 0/289$  و  $p = 0/920$ ).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های ترکیب بدنی آزمودنی‌های گروه‌های تحقیق

گروه	مکمل	تمرین	تمرین + مکمل	کنترل	p
قد (سانتی متر)	۱۶۱/۰۰ ± ۶/۳۸	۱۶۱/۰۰ ± ۶/۳۸	۱۵۶/۵۷ ± ۳/۵۱	۱۵۹/۲۹ ± ۲/۵۶	۰/۳۶
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۷۰ ± ۵/۸۰	۶۸/۶۷ ± ۴/۷۵	۶۴/۴۰ ± ۵/۹۸	۷۰/۴۴ ± ۷/۲۰	۰/۳۱
سن (سال)	۳۴/۰۰ ± ۶/۰۰	۲۸/۱۴ ± ۴/۹۵	۲۷/۴۳ ± ۵/۹۸	۳۴/۴۳ ± ۳/۲۱	۰/۱۵
شاخص توده بدن (کیلوگرم / مترمربع)	۲۶/۱۱ ± ۳/۱۳	۲۶/۶۶ ± ۳/۴۶	۲۶/۳۰ ± ۲/۷۱	۲۸/۸۳ ± ۲/۵۲	۰/۷۵
درصد چربی	۳۱/۴۲ ± ۷/۴۲	۳۳/۶۰ ± ۴/۲۲	۳۳/۸۰ ± ۳/۷۲	۳۵/۵۰ ± ۴/۰۳	۰/۵۴
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه)	۳۵/۱۳ ± ۳/۱۳	۳۳/۶۴ ± ۱/۶۸	۳۲/۷۷ ± ۲/۴۷	۳۳/۷۳ ± ۱/۷۴	۰/۱۶

مقادیر P: مقایسه ویژگی‌های آنترپومتری آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه

هم‌چنین بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه، اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌های پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنشی C گروه‌های تحقیق در پس آزمون مشاهده شد ( $p < 0/001$ ، جدول ۲).

نتایج بررسی تغییرات درون گروهی نشان داد که ۸ هفته تمرین پیلاتس، مصرف مکمل کرفس و ترکیب این مداخله‌ها با کاهش معنی‌دار سطوح پروتئین‌های جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و واکنشی C ( $p < 0/001$ ) همراه بود.

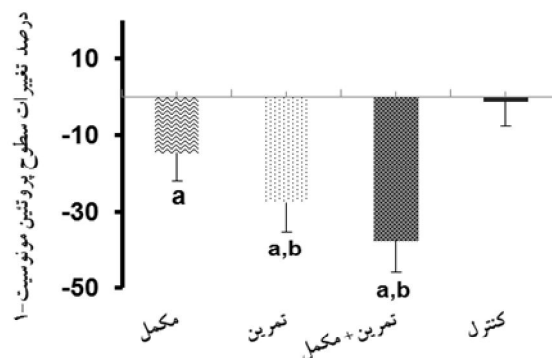
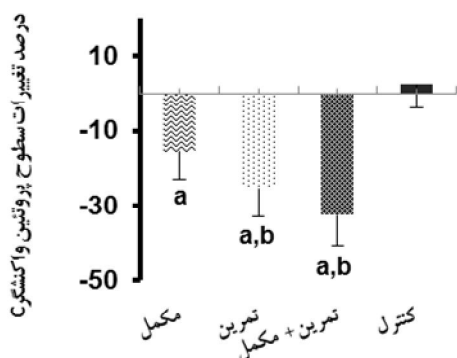
جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای گروه‌های تحقیق قبل و ۸ هفته بعد از مداخله‌های پژوهش

متغیر	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات	مقدار * p	مقدار ** p
پروتئین جذب شیمیایی مونسیت-۱	گروه کنترل	۲۵۵/۴۳±۲۰/۰۰	۲۵۲/۰۹±۲۰/۷۵	-۱/۲۵±۴/۸۴	۰/۵۰۱	
	گروه تمرین	۲۵۵/۳۵±۲۴/۹۹	۱۸۴/۰۵±۱۲/۰۶	-۲۷/۶۶±۷/۳۰	۰/۰۰۰*	
	گروه مکمل	۲۶۳/۵۰±۱۰/۸۶	۲۴۴/۴۲±۸/۸۶	-۱۴/۶۴±۶/۳۱	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰**
	گروه تمرین + مکمل	۲۵۹/۸۷±۱۳/۷۳	۱۶۱/۳۳±۲۲/۵۵	-۳۷/۵۴±۱۰/۸۴	۰/۰۰۱*	
پروتئین واکنش گر C میلی گرم/لیتر	گروه کنترل	۳/۷۷±۰/۳۷	۳/۸۰±۰/۳۶	۲/۵۱۰±۶/۴۳	۰/۳۵۶	
	گروه تمرین	۳/۷۰±۰/۷۵	۲/۲۹±۰/۴۳	-۲۵/۲۴±۷/۷۲	۰/۰۰۰*	
	گروه مکمل	۳/۸۱±۰/۳۴	۳/۱۱±۰/۳۱	-۱۵/۴۸±۷/۵۸	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰**
	گروه مکمل + تمرین	۳/۹۰±۰/۶۲	۲/۴۵±۰/۳۵	-۳۲/۶۲±۸/۲۷	۰/۰۰۰*	

\*معنی داری تغییرات درون گروهی بین پس و پیش آزمون (با استفاده از آزمون تی زوجی)  
 \*\*معنی داری تغییرات بین گروهی در پس آزمون (با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه)

علاوه بر این، سطوح پروتئین واکنشی C نیز در گروه‌های مکمل ( $p=0/009$ )، تمرین ( $p<0/001$ ) و ترکیبی ( $p<0/001$ )، پس از ۸ هفته، در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته بود (جدول ۲). هم‌چنین میزان کاهش سطوح پروتئین واکنشی C متعاقب مداخله‌های ترکیبی و تمرین (به ترتیب  $p=0/001$  و  $p=0/002$ ) کاهش یافت و درصد تغییرات آن (به ترتیب ۴۲/۱۳ درصد و ۳۷/۷۷ درصد) به طور معنی داری بیشتر از گروه مکمل (۱۸/۳۷ درصد،  $p<0/001$ ) بود. به طور قابل توجه، هیچ تفاوت معنی داری بین سطوح و درصد تغییرات پروتئین واکنشی C بین گروه‌های مداخله ترکیبی و تمرین مشاهده نشد (به ترتیب  $p=0/996$  و  $p=0/152$ ، شکل ۲).

نتایج آزمون توکی نشان داد که سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونسیت-۱ متعاقب ۸ هفته مداخله‌های پژوهش، به طور معنی داری در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافت ( $p<0/05$ )، اما تاثیر مداخله ترکیبی در مقایسه با تاثیر مکمل تنها، به طور معنی داری بیشتر بود ( $p<0/001$ ). هم‌چنین میانگین درصد تغییرات پروتئین جذب شیمیایی مونسیت-۱ در گروه‌های تمرین (۲۷/۶۶ درصد) و ترکیبی (۵۸/۳۷ درصد) به طور معنی داری بیشتر از گروه مکمل (۱۴/۶۴ درصد) بود (به ترتیب  $p<0/001$  و  $p=0/020$ ، شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه درصد تغییرات پروتئین جذب شیمیایی مونسیت-۱ در گروه‌های پژوهش  
 a: نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل، b: نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه مکمل

شکل ۲. مقایسه درصد تغییرات پروتئین واکنش گر C در گروه‌های مختلف پژوهش  
 a: نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل، b: نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه مکمل

## بحث

در تحقیق حاضر، اثر ۸ هفته تمرین پیلاتس به همراه مصرف مکمل دانه کرفس بر سطوح پروتئین واکنشی C و پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ در زنان غیرفعال مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج تحقیق، هر یک از مداخله‌های غیردارویی تمرین و مکمل کرفس منجر به کاهش معنی‌دار غلظت پلاسمایی پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنشی C در زنان غیرفعال شدند. اما تمرین پیلاتس تنها یا همراه با مصرف مکمل کرفس منجر به درصد تغییرات بیشتر پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنشی C، در مقایسه با مداخله مکمل کرفس تنها شد. این نتایج ممکن است نشان دهنده تاثیر قوی‌تر تمرینات پیلاتس بر کاهش سطوح پلاسمایی پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنشی C در مقایسه با مکمل دانه کرفس و هم‌چنین اثرات هم‌افزایی مداخله ترکیبی تمرین پیلاتس با مکمل کرفس در کاهش التهاب مزمن با درجه کم (۶) و عوارض احتمالی ناشی از آن باشد. در این راستا، کیم و همکاران نشان دادند که سطوح گردشی پروتئین واکنشی C و پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ در افراد چاق در مقایسه با افراد نرمال بالاتر است و ارتباط مثبتی با شاخص توده بدن و دور کمر دارد. این در حاکی است که ارتباط مثبتی بین سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ با پروتئین واکنشی C و اینترلوکین ۶ و ارتباط معکوس آن با لیپوپروتئین پرچگال مشاهده شد (۶). تروسید و همکاران گزارش کردند که ۳ ماه فعالیت ورزشی ترکیبی هوازی و مقاومتی دایره‌ای با کاهش معنی‌دار سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و چربی احشایی در مردان دارای سندرم متابولیک همراه بود. به اعتقاد این محققین، کاهش چربی احشایی بیشتر از خود مداخله ورزش منجر به کاهش سطوح گردشی پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ می‌گردد (۴). به علاوه، مهینی و همکاران نشان دادند که اثر تمرین ورزشی همراه با مصرف کوارستین با کاهش بیشتر سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ در مقایسه با مکمل تنها در موش‌هایی با رژیم غذایی آتروژنیک همراه

است (۸). بر اساس نتایج کلی و همکاران نیز، ۱۲ هفته رژیم غذایی با شاخص قندی کم و تمرین هوازی با شدت ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه منجر به کاهش سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و درصد چربی در افراد مسن شد (۲۲). با جمع‌بندی تحقیقات هم‌سو با نتیجه تحقیق حاضر، می‌توان اظهار نمود که کاهش سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ حاصل از تمرین پیلاتس یا مکمل دانه کرفس ممکن است به کاهش وزن بدن (کاهش غیرمعنی‌دار، گزارش نشده) یا کاهش درصد چربی در آزمودنی‌های گروه تحقیق که دارای اضافه وزن نیز بودند، مربوط گردد. علاوه بر این، تاثیر ۸ هفته تمرین پیلاتس بر کاهش وزن و دور کمر دختران غیر فعال با شاخص توده بدنی ۲۶/۲۵ کیلوگرم بر متر مربع توسط امید علی و همکاران تایید شد (۱۳). هم‌چنین، مانسی و همکاران گزارش دادند که عصاره دانه کرفس دارای فعالیت هیپولیپیدمی بالا بوده و مصرف کوتاه مدت آن با کاهش معنی‌دار وزن و افزایش سطوح سرمی لیپوپروتئین پرچگال و کاهش نیم‌رخ چربی خون همراه است (۱۵). با توجه به ارتباط معکوس پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ با بهبود نیم‌رخ چربی و وزن بدن (۶)، به نظر می‌رسد که هر دو مداخله مصرف عصاره کرفس یا تمرین پیلاتس ممکن است از طریق کاهش چربی منجر به تنظیم منفی پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ شوند. با این وجود، تاثیر تمرین پیلاتس به تنهایی و همراه با مکمل کرفس با کاهش بیشتر سطوح پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ همراه بود که بیان‌گر تاثیر ضد التهابی بیشتر تمرین در مقایسه با مکمل دانه کرفس است. در این راستا، جون و همکاران در یک مدل تجربی از موش‌های اورکتومی شده نشان دادند که ۱۶ هفته تاثیر تمرین ورزشی با شدت متوسط با کاهش فیلتراسیون ماکروفاژها از طریق سرکوب مولکول‌های چسبان و هم‌چنین کاهش تولید سایتوکاین‌ها در بافت چربی به واسطه سرکوب مسیره‌های پیام‌دهی پیش التهابی همراه بود (۲۳). پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ که با اینترلوکین ۶ نیز آنالوگ می‌باشد، از آدیپوسیت‌های هایپرتروفی شده ترشح

در حمایت از بدن در برابر صدمات استرس اکسایشی ایفا نماید و این قابلیت کرفس برای توسعه ایمنی، از ویتامین‌های مهم، ترکیبات بیوشیمیایی به ویژه ترکیبات فلاونوئید(با خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی بالا) و مواد معدنی مهم موجود در آن نشأت می‌گیرد(۱۵-۱۸). اگرچه در تحقیق حاضر، سطوح شاخص‌های استرس اکسایشی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی آزمودنی‌ها مورد بررسی قرار نگرفت (که می‌تواند یکی از محدودیت‌های این تحقیق نیز محسوب شود)، اما بر اساس شواهد قوی، استرس اکسایشی ناشی از کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند از طریق افزایش فعالیت فاکتور هسته‌ای کاپا بی (NF-κB) که محرک اصلی سنتز طیف وسیعی از سایتوکاین‌های پیش التهابی و کموکاین‌ها است، منجر به افزایش التهاب شود(۲۸). از سوی دیگر، مشاهده شده است که فعالیت‌های بدنی طولانی مدت نیز دفاع آنتی‌اکسیدان را از طریق تنظیم مثبت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌دهند که این امر می‌تواند از آسیب‌های بیشتر ناشی از التهاب در اندوتلیال جلوگیری نماید(۱۱). پروتئین واکنشی C یک پروتئین فاز حاد است که تولید کبدی آن به واسطه اینترلوکین ۶ و به میزان کمتری از طریق اینترلوکین ۱ تحریک می‌شود(۲۹) و می‌تواند از طریق سلول‌های اندوتلیال منجر به تولید پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ شود(۲۲). از این جهت، کاهش مشابهی نیز در سطوح هر دو پروتئین‌های التهابی جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و واکنشی C متعاقب مداخله‌های تحقیق مشاهده شد. بنابراین، این اثرات چندگانه ورزش و مکمل کرفس ممکن است از یک وضعیت ضد التهابی مشتق گردد و این احتمال وجود دارد که این مداخله‌ها هم به طور مستقیم از طریق کاهش بافت چربی سفید و در نتیجه بیان ژنی فاکتورهای التهابی ناشی از آن، کاهش فراخوانی ماکروفاژها(۲۲)، تولید کمتر سایتوکاین‌های پیش التهابی در چربی، عضله و سلول‌های تک هسته‌ای و هم به طور غیر مستقیم از طریق افزایش بهبود عملکرد اندوتلیال و یا حتی کاهش وزن بدن، منجر به کاهش فاکتورهای التهابی در تحقیق حاضر شوند(۳۰).

می‌شود و نقش مهمی در فراخوانی سلول‌های تک هسته‌ای به بافت‌ها دارد(۲۲). بنابر این به نظر می‌رسد کاهش پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱ حاصل از مداخله‌های تحقیق تا حدی به واسطه توسعه وضعیت آنتی‌اکسیدانی فعالیت ورزشی(۱۱) و یا مکمل کرفس(۲۴) و همچنین کاهش فراخوانی سلول‌های تک هسته‌ای به بافت چربی و در نتیجه توقف چرخه تولید سایتوکاین و فعال سازی پروتئین جذب شیمیایی مونوسیت-۱(۲۲) میانجی‌گری شده باشد.

از یافته‌های مهم دیگر تحقیق حاضر، کاهش سطوح پروتئین واکنشی C پس از ۸ هفته تمرین پیلاتس و مکمل دانه کرفس بود که با درصد تغییرات بیشتری در گروه تحت مداخله ترکیبی و تمرین همراه بود. در راستای نتایج تحقیق حاضر، گایینی و همکاران نیز نشان دادند هر دو برنامه تمرین هوازی تداومی و تناوبی شامل ۸ هفته دویدن، با شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب با کاهش سطوح پروتئین واکنشی C در زنان غیرفعال با دامنه سنی ۳۵ تا ۴۵ سال همراه بود(۲۵). علاوه بر این، نایی فر و همکاران گزارش دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی (با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، هر جلسه به مدت ۵۰ دقیقه) منجر به کاهش پروتئین واکنشی C در زنان دارای اضافه وزن سالم غیر یائسه می‌شود، در حالی که ۸ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره (از ۱۶ دقیقه در هفته اول تا ۳۰ دقیقه در هفته هشتم) با عدم تغییر در سطوح پروتئین واکنش‌گر C این افراد همراه بود(۲۶) که علت این مغایرت ممکن است به کمتر بودن زمان فعالیت جلسات تمرینات هوازی در مقایسه با تحقیق حاضر مربوط شود. همچنین مشابه با نتایج تحقیق حاضر، کاهش سطوح پروتئین واکنشی C متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی، مصرف چای سبز و ترکیبی از دو مداخله فوق در زنان چاق با دامنه سنی ۳۶ سال توسط ذوالفقاری و همکاران تایید شد(۱۴). کالدرد نیز اظهار داشت که ۸ هفته مصرف امگا ۳ با کاهش سطوح پروتئین واکنشی C در آزمودنی‌های مرد و زن همراه بود(۲۷). این نتایج بر این اشاره دارد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه کرفس ممکن است نقش مهمی را



Plaque in Mice. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2012; 32(5): A308-9.

9. Abramson JL, Vaccarino V. Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Archives of Internal Medicine.* 2002; 162(11):1286-92.

10. Ford ES. Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among US adults. *Epidemiology.* 2002; 13(5):561-8.

11. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *Journal of the American College of Cardiology.* 2005; 45(10):1563-9.

12. Okita K, Nishijima H, Murakami T, Nagai T, Morita N, Yonezawa K, et al. Can exercise training with weight loss lower serum C-reactive protein levels? *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology.* 2004; 24(10):1868-73.

13. Omidali Z, Taheri H, Asfarjani F, Bambaiechi E, Marandi SM. Effects of pilates training on some physiological variables and on physical fitness in untrained overweight females. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences.* 2012; 8(1):180-91. [Persian]

14. Zolfaghary M, Taghian F, Hedayati M. Comparing the effect of green tea extract consumption, aerobic exercise and combination of these two methods on CRP Level in obese women. *Razi Journal of Medical Sciences.* 2013; 20(110):8-21. [Persian]

15. Mansi K, Abushoffa AM, Disi A, Aburjai T. Hypolipidemic effects of seed extract of celery (*Apium graveolens*) in rats. *Pharmacognosy magazine.* 2009; 5(20):301-30.

16. Roghani M, Baluchnejadmojarad T, Ramazani M. The effect of chronic oral feeding of aerial part of *Apium graveolens* L. on blood levels of glucose and lipids of streptozotocin-diabetic rats. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants.* 2008; 23(4):1-10.

17. AL-Kafajii SS. Effect of dietary supplementation of crushed seed of Celery (*Apium graveolens*) on Blood traits & Some Immunological parameters of broiler roosters (Hubbard flex). *Journal of Kerbala University.* 2013; 11(4):33-9.

## نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند که حداقل بخشی از اثرات مطلوب هر دو مداخله غیر دارویی تمرین پیلاتس یا مصرف مکمل دانه کرفس ممکن است از طریق کاهش سطوح پروتئین‌های التهابی جذب شیمیایی مونوسیت-۱ و پروتئین واکنشی C میانجی‌گری شود.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه همکاران و عزیزانی که ما را در اجرای این پژوهش یاری نمودند، تقدیر و تشکر می‌شود.

## منابع

- Ziegler D. Type 2 diabetes as an inflammatory cardiovascular disorder. *Current molecular medicine.* 2005; 5(3):309-22.
- Libby P, Ridker PM, Maseri A. Inflammation and atherosclerosis. *Circulation.* 2002; 105(9): 1135-43.
- Shin WS, Szuba A, Rockson SG. The role of chemokines in human cardiovascular pathology: enhanced biological insights. *Atherosclerosis.* 2002; 160(1):91-102.
- Trøseid M, Lapppegård KT, Claudi T, Damås JK, Mørkrid L, Brendberg R, et al. Exercise reduces plasma levels of the chemokines MCP-1 and IL-8 in subjects with the metabolic syndrome. *European heart journal.* 2004; 25(4):349-55.
- Paffen E, Moniek P. C-reactive protein in atherosclerosis: A causal factor? *Cardiovascular research.* 2006; 71(1):30-9.
- Kim C, Park H, Kawada T, Kim J, Lim D, Hubbard N, et al. Circulating levels of MCP-1 and IL-8 are elevated in human obese subjects and associated with obesity-related parameters. *International journal of obesity.* 2006; 30(9): 1347-55.
- Younce C, Kolattukudy P. MCP-1 induced protein promotes adipogenesis via oxidative stress, endoplasmic reticulum stress and autophagy. *Cellular Physiology and Biochemistry.* 2012; 30(2):307-20.
- Mahini H, Chai F, Jin J, Wilson T, Garelnabi M. Quercetin Intake During Exercise Reduces MCP1, Body Weight and Atherosclerotic

18. Mahmood AS, Abdul Kreem IQ. Effect of celery flavonoid on liver enzyme GOT and GPT in mice. *International Journal of Current Research*. 2014; 6(3):5726-8.
19. Afzalpouer M, Bani Asadi S, Ilbeigi S. The Compration of Influence of Pilates and Aerobic Exercise on Respiratory Parameters in Overweight Girl Students. *Sport Physiology (Reseach on Sport Science)*. 2012; 4(15); 151-62. [Persian]
20. Mcardle WD, Katch FI, Pechar GS, Jacobson L, Ruck S. Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. *Medicine and science in sports*. 1971; 4(4):182-6.
21. Rafieian M, Shahrani M, Pilehvarian A, Khayri S, Rabii R, Momeni A, et al . Effects of *Kelussia odoratissima* Mozaffarian (KOM) extract on blood lipid in Balb/c mice. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2009; 10(4):70-6. [Persian]
22. Kelly KR, Haus JM, Solomon TP, Patrick-Melin AJ, Cook M, Rocco M, et al. A low-glycemic index diet and exercise intervention reduces TNF $\alpha$  in isolated mononuclear cells of older, obese adults. *The Journal of nutrition*. 2011; 141(6):1089-94.
23. Jun JK, Lee WL, Park HG, Lee SK, Jeong SH, Lee YR. Moderate intensity exercise inhibits macrophage infiltration and attenuates adipocyte inflammation in ovariectomized rats. *Journal of exercise nutrition & biochemistry*. 2014; 18(1):119-20.
24. Al-Sa'aidi JA, Alrodhan MN, Ismael AK. Antioxidant activity of n-butanol extract of celery (*Apium graveolens*) seed in streptozotocin-induced diabetic male rats. *Research in Pharmaceutical Biotechnology*. 2012; 4(2):24-9.
25. Gaeini AA, Kazemi F, Behzaree A. The Effects of Excessive Aerobic Continuous and Interval Training Programs on Plasma Lipoproteins and Serum CRP in Women. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*. 2012; 19(3):277-86. [Persian]
26. Nayebifar S, Afzalpour M, Saghebjo M, Hedayati M, Shirzaee P. The effect of aerobic and resistance trainings on serum C-Reactive Protein, lipid profile and body composition in overweight women. *Modern Care Journal*. 2012; 8(4):186-96.
27. Calder PC. n- 3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *The American journal of clinical nutrition*. 2006; 83(6):S1505-19S.
28. Vaziri ND. Causal link between oxidative stress, inflammation, and hypertension. *Iran J Kidney Dis*. 2008; 2(1):1-10.
29. Yudkin JS, Stehouwer C, Emeis J, Coppack S. C-reactive protein in healthy subjects: associations with obesity, insulin resistance, and endothelial dysfunction a potential role for cytokines originating from adipose tissue? *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 1999; 19(4):972-8.
30. Linden MA, Pincu Y, Martin SA, Woods JA, Baynard T. Moderate exercise training provides modest protection against adipose tissue inflammatory gene expression in response to high-fat feeding. *Physiological reports*. 2014; 2(7):e12071-2.