

## تأثیر مصرف مکمل جدوار بر برخی عوامل التهابی متعاقب یک جلسه فعالیت فزاینده در مانده‌ساز در بازیکنان مرد هندبال

غلامعلی اکبرآبادی<sup>۱</sup> - بهرام عابدی<sup>۲\*</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران

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

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۹، تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۵/۱۷)

### چکیده

هدف از این مطالعه بررسی اثر حاد مصرف مکمل جدوار و یک وهله فعالیت وامانده‌ساز بر برخی عوامل التهابی بازیکنان مرد هندبال بود. این مطالعه در قالب یک طرح نیمه‌تجربی و دوسوکور به‌طور تصادفی انجام گرفت. تعداد ۱۴ هندبالیست (میانگین سن، قد، وزن و نمایه توده بدنی به ترتیب  $21/42 \pm 1/56$  سال،  $186 \pm 5/85$  سانتی‌متر،  $83/25 \pm 1/0$  کیلوگرم و  $24/09 \pm 2/93$  کیلوگرم بر متر مربع) در دو گروه مکمل (جدوار) و دارونما (مالتودکستریین) قرار داده شدند. نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها قبل (صبح ناشتا) و بلافاصله بعد از انجام پروتکل بیشینه بروس جمع‌آوری شد. در مرحله بعد گروه مکمل روزانه ۳ کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی جدوار و گروه کنترل روزانه ۳ کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی مالتودکستریین به مدت هفت روز مصرف کردند. ۲۴ ساعت پس از مصرف آخرین کپسول، آزمودنی‌ها پروتکل بیشینه بروس را تا حد واماندگی انجام دادند و همانند مرحله اول نمونه‌های خونی قبل و بلافاصله بعد از انجام مرحله بیشینه بروس جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز می‌تواند عوامل التهابی (IL-6, CRP, TNF- $\alpha$ ) را افزایش دهد ( $P < 0/05$ ). درحالی‌که مصرف یک هفته‌ای مکمل جدوار موجب تعدیل افزایش عوامل التهابی شد ( $P < 0/05$ ). همچنین این مکمل مدت زمان واماندگی را در گروه مکمل افزایش داد ( $P < 0/05$ ). با توجه به نتایج تحقیق از آنجا که میزان عوامل التهابی بعد از فعالیت درمانده‌ساز در گروه مکمل با وجود افزایش به‌طور معناداری نسبت به گروه کنترل در بازیکنان مرد هندبال کمتر بود، مصرف مکمل جدوار به‌همراه فعالیت ورزشی توصیه می‌شود.

### واژه‌های کلیدی

اینترلوکین ۶-، پروتئین واکنش‌گر C، فاکتور نکروزدهنده آلفا، مکمل جدوار.

## مقدمه

فعالیت ورزشی حاد بر پاسخ سایتوکاین‌ها و عوامل التهابی مؤثر است که به شدت، مدت و نوع فعالیت بستگی دارد. برخی فعالیت‌های ورزشی حاد می‌توانند موجب افزایش پاسخ التهابی شوند (۳، ۲)، درحالی‌که برخی فعالیت‌های ورزشی به کاهش پاسخ التهابی منجر می‌شوند (۵، ۴) و برخی عدم تغییر (۶، ۲) را نشان می‌دهند. با اینکه التهاب پدیده‌ای شناخته‌شده است و تحقیقات زیادی در مورد جنبه‌های مختلف آن انجام گرفته، هنوز علل به‌وجود آورنده آن به‌خوبی شناخته نشده‌اند (۷). بیشتر درمان‌های پیشنهادی برای التهاب در جهت محدود کردن یا کاستن درد و واکنش‌های التهابی بعد از تمرینات ورزشی است. از روش‌های درمانی متداول برای کاهش التهاب می‌توان به ماساژدرمانی، یخ‌درمانی، استفاده از مکمل‌های تغذیه‌ای مثل آنتی‌اکسیدان‌ها (ویتامین‌های C و E)، گیاهان دارویی و استفاده از داروهای مسکن ضدالتهابی غیراستروئیدی اشاره کرد (۸). درمان التهاب مسئله لاینحل و پرتناقضی است، به‌طوری‌که به‌اندازه نظریه‌های مطرح‌شده در مورد سازوکار کوفتگی، درمان‌هایی مختلف برای آن ارائه شده است. یکی از شیوه‌های مقابله با تأثیرات نامطلوب خستگی و فشارهای ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی نسبتاً شدید، استفاده از مکمل‌های گیاهی با خواص ضد درد، ضدالتهاب و تقویت‌کننده است (۹).

جدوار گیاهی است با نام علمی *zedoary* از تیره *zingiberacea*، علفی چندساله دارای برگ‌های بلند شبیه برگ زردچوبه، گل‌های آن زردرنگ، ساقه زیرزمینی آن ظاهری سیاه‌رنگ و دارای هسته‌ای بنفش‌رنگ که در مناطق گرم و خشک دیده می‌شود. سابرومانی و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی ترکیبات فیتوشیمیایی حب جدوار را آنالیز کردند. نتایج نشان داد حب جدوار دارای ترکیبات ۸ نوع الکالوئید، فنول استرها،

استرس، واکنش بدن به محرک‌های زیانبار محیطی است که تعادل فیزیولوژیک طبیعی بدن را برهم می‌زند. به‌هنگام استرس تعداد زیادی هورمون رها می‌شود که بر برخی از دستگاه‌های فیزیولوژیک بدن همچون دستگاه ایمنی و عملکردهای آن اثرگذار است. پیدایش یک پاسخ ایمنی کارآمد به برهم‌کنش سلول‌های لنفوئیدی التهابی و خون‌ساز نیازمند است و واکنش‌های پیچیده بین این سلول‌ها با گروهی از پروتئین‌ها با نام سایتوکاین میانجی‌گری می‌شود. سایتوکاین‌ها التهابی ( $TNF-\alpha$  و  $IL-6$ )<sup>۱</sup> موجب تولید پروتئین واکنش‌پذیر  $CRP$  (۲)، یک پروتئین فاز حاد می‌شوند که همراه با  $TNF-\alpha$  و  $IL-6$ ، به‌عنوان یک بیومارکر قابل‌اعتماد در سیستم ایمنی و عامل مهم در پاتوژنز بیماری است (۱).

پروتئین واکنشی فاز حاد ( $CRP$ ) حساس‌ترین شاخص التهابی و پیشگویی‌کننده مستقل قوی خطر قلبی-عروقی معرفی شده است که با استفاده از آن می‌توان افراد مستعد به آترواسکلروز زودرس را شناسایی کرد. اینترلوکین ۶ ( $IL-6$ ) و فاکتور نکروز تومور آلفا ( $TNF-\alpha$ ) از جمله سایتوکاین‌های مترشح‌شده از بافت چربی هستند که آثار بیولوژیکی متعددی دارند.  $IL-6$  بیشتر از هر سایتوکاینی در اثر ورزش تولید می‌شود. شواهدی وجود دارد که  $TNF-\alpha$  مستقیماً در سندروم متابولیک نقش دارد. افرادی که میزان بالایی از  $CRP$  و  $IL-6$  و  $TNF-\alpha$  دارند، احتمال مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی در آنان مستقل از سن، جنس، شاخص توده بدنی و سابقه بیماری، بیشتر است (۲).

1. Tumor necrosis factor- $\alpha$  ( $TNF\alpha$ ), Interleukin 6 ( $IL-6$ )
2. C-reactive protein ( $CRP$ )

وهله فعالیت وامانده‌ساز در بازیکنان مرد هندبال را بررسی کرده است.

### روش پژوهش

#### آزمودنی‌ها

در یک کارآزمایی نیمه‌تجربی به‌صورت تصادفی، ۱۴ مرد هندبالیست جوان داوطلب واجد شرایط در ۲ گروه ۷ نفری مکمل (مصرف مکمل جدوار) و کنترل (دارونما) انتخاب شدند.

شرایط ورود به مطالعه دامنه سنی بین ۱۹ تا ۲۵ سال، شاخص توده بدنی ۱۸/۵ تا ۲۴/۹ کیلوگرم بر متر مربع، حداقل ۲ سال سابقه بازی در لیگ هندبال کشور، عدم تغییر وزن بدن بیشتر از ۲ کیلوگرم و نداشتن بیماری خاص و مصرف سیگار به مدت حداقل شش ماه گذشته بود. معیارهای عدم پذیرش در مطالعه داشتن BMI بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع و بیماری‌های حاد که با ورزش کردن منافات داشته باشد و مصرف هر گونه دارو در شش ماه اخیر و از بین رفتن هر یک از شرایط ورود به مداخله در حین انجام پژوهش بود. آزمودنی‌ها از هدف، فواید و خطرهای احتمالی طرح آزمایش (نحوه انجام پروتکل بروس) مطلع شدند و فرم رضایت‌نامه را قبل از شروع کار تکمیل کردند.

#### طراحی آزمایش

آزمودنی‌ها صبح روز آزمایش از ساعت ۸ تا ۱۰ صبح ناشتا برای اندازه‌گیری ترکیب بدنی و عوامل خونی به آزمایشگاه مراجعه کردند. وزن بدن با ترازوی دیجیتالی Persian (مدل QF-2003B ساخت ایران با دقت  $\pm 0.1$  کیلوگرم) بدون کفش با حداقل لباس، قد با استفاده از قدسنج دیواری (مدل 44440 ساخت شرکت کاوه، ایران با دقت  $\pm 0.1$  سانتی‌متر) در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش و درحالی‌که کتفها در شرایط عادی بودند،

پروتئین، فلاونوئید، مواد معدنی آهن، روی، کلسیم و منیزیم است. جدوار ضد درد قوی است و تأثیرات تسکینی فوق‌العاده‌ای در دردهای استخوانی، مفصلی و عضلانی دارد و می‌تواند به کنترل دردها و علائم ناشی از ترک اعتیاد به مواد مخدر نیز کمک کند و به دلیل ترکیب شیمیایی زینجی برن و بورنول به‌عنوان پادزهر و دفع سموم از بدن است؛ نیز برای تسکین علائم آرتريت (التهاب مفصل)، حملات نقرس، افزایش انرژی، رفع خستگی، سم‌زدایی، دفع مواد زائد از بدن، تقویت عمومی، ضعف قوای جنسی و آسیب‌های حین ورزش و به‌ویژه در دردهای ناشی از التهاب استفاده می‌شود (۱۰).

مطالعات کارآزمایی بالینی با بررسی اثر زنجبیل روی بیمار دیابتی نشان داد که زنجبیل سبب کاهش CRP, IL-6, TNF $\alpha$  می‌شود و از این طریق می‌تواند در تقلیل خطرهای عوارض مزمن ناشی از دیابت مؤثر باشد (۱۱). تحقیقات نشان داده است که زنجبیل به مقدار ۴۰۰-۲۰۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن، بهتر از ایندومتاسین در کاهش درد ناشی از التهاب و استرس اکسیداتیو مؤثر است (۱۲). همچنین زنجبیل می‌تواند در کاهش التهاب و درد ناشی از ورزش‌های سنگین مؤثر باشد (۱۳). علاوه بر این وین هو و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی نشان دادند که مصرف ۵ میلی‌گرم جینسینگ یک شب و یک ساعت قبل از فعالیت (۶۰ دقیقه فعالیت دوچرخه کارسنج با ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) سبب کاهش پاسخ التهابی در گروه مکمل می‌شود (۱۴). با توجه به یافتن خواص ضد دردی و ضدالتهابی جدوار این سؤال مطرح است که آیا این گیاه می‌تواند از التهاب بیش‌از حد عضلانی ناشی از فعالیت بدنی پیشگیری کند؟ به همین سبب تحقیق حاضر به‌علت نبود پژوهش کافی، در مورد تأثیر جدوار و آثار ضدالتهابی آن بر فعالیت‌های بدنی، تأثیر مصرف مکمل جدوار بر برخی عوامل التهابی پس از یک

مایل در ساعت (۲/۷۴ کیلومتر در ساعت) و شیب ۱۰ درصد آغاز شده و سپس سرعت و شیب با یک نسبت ثابت (شیب ۲ درصد و سرعت تقریباً ۰/۸ مایل در ساعت) در هر مرحله اضافه می‌شود (۱۸). از آزمودنی‌ها خواسته شد تا حد واماندگی به فعالیت ادامه دهند.

### جمع‌آوری و آزمایش خون

صبح پیش از انجام پروتکل بیشینه بروس مقدار ۵ سی‌سی خون وریدی از ورید ساعد میانی (باسلیک) آزمودنی‌ها به‌صورت ناشتا و در حالت نشسته به‌منظور اندازه‌گیری آنزیم‌ها در آزمایشگاه به‌وسیله سرنگ (ساخت کارخانه تجهیزات پزشکی هلال ایران مدل 5ML-22G) از ورید ساعد میانی (باسلیک) جمع‌آوری شد. عصر همان روز پروتکل بیشینه بروس تا حالت واماندگی اجرا شد. از تمام آزمودنی‌ها خواسته شده بود که ۴ ساعت قبل از اجرای پروتکل به‌جز آب چیزی مصرف نکنند؛ و نمونه‌های خونی ۶ دقیقه پس از انجام پروتکل بروس گرفته شد. نمونه‌های خونی جمع‌آوری‌شده داخل لوله‌های استریل ریخته شد و برای آنالیز به آزمایشگاه انتقال داده شد. پس از جمع‌آوری نمونه‌های خونی، آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه سرد کردند. سپس آزمودنی‌ها به مدت یک هفته مکمل (گروه مکمل: کپسول جدوار و گروه دارونما: مالتودکسترین) روزانه ۳ کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی مصرف کردند. ۲۴ ساعت پس از مصرف آخرین کپسول مکمل نمونه‌های خونی قبل و پس از پروتکل بیشینه بروس همانند مرحله اول از آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد.

نمونه‌های خونی جمع‌آوری‌شده داخل لوله‌های استریل ریخته شد و توسط سانتریفیوژ با ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سرم از پلاسما جدا شد. سپس شاخص‌های IL-6 (کیت diaclo، شماره کاتولوگ: ۹۵۰۰۳۰۰۴۸)، TNF- $\alpha$  (کیت diaclo، شماره کاتولوگ: ۹۵۰۰۹۰۰۴۸) CRP (کیت bionic، شماره

اندازه‌گیری شد. سپس درصد چربی بدن به‌وسیله کالیپر (مدل PHYSICAL BEST) از ۷ نقطه سمت راست بدن، در سه نوبت و در فاصله ۲۰ ثانیه بین هر نوبت برای برگشت به حالت اولیه انجام گرفت و میانگین سه نوبت ثبتش و از فرمول جکسون و پولاک (۱۵) و معادله سیری (۱۶) برای محاسبه درصد چربی استفاده شد. به‌منظور حذف خطای فردی همه اندازه‌گیری‌ها توسط یک فرد صورت گرفت.

### رژیم غذایی

اطلاعات مربوط به رژیم غذایی آزمودنی‌ها توسط پرسشنامه یادآمد خوراک ۲۴ ساعته در سه روز (دو روز ابتدای هفته و یک روز انتهای هفته) توسط آزمودنی در برگه مخصوص رژیم غذایی ثبت شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا مواد غذایی مصرف‌شده به گرم تبدیل شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار (NIII, FP2) Dorosty Food Processor اطلاعات مربوط به رژیم غذایی تجزیه و تحلیل شده و میزان درشت‌مغذی‌ها تعیین شد. در روز فعالیت، آزمودنی‌ها از رژیم غذایی استاندارد (Dietary Reference Intakes-DRI) استفاده کردند (۱۷).

### برنامه تمرینی

برنامه تمرینی شامل گرم کردن عمومی ۱۰ دقیقه (شامل حرکات کششی و جنبشی نرم بود)، پروتکل بیشینه بروس و سرد کردن ۵ دقیقه (شامل ۲ دقیقه راه رفتن آرام با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت بر روی نوار گردان جهت کاهش ضربان قلب و سپس حرکات کششی نرم) بود. پروتکل بیشینه بروس روی تردمیل این‌گونه اجرا شد که این آزمون، حداکثر در هفت مرحله قابل اجراست. مدت هر مرحله سه دقیقه است. افزایش شدت فعالیت از یک مرحله به مرحله بعد، با افزایش شیب و سرعت همراه است. نخستین مرحله با سرعت ۱/۷

شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد. سطح ۰/۰۵ به عنوان سطح معنادار آماری در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی سن، قد، وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی) ارائه شده است. هر دو گروه در تمام شاخص‌ها همگن بوده که آنها را به دو گروه مکمل و کنترل تقسیم می‌کند.

کاتولوگ: ۲۵۱۱۶) در آزمایشگاه به روش الیزا اندازه‌گیری شد.

#### روش تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا وضعیت طبیعی داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و شاپیرو- ویلک بررسی شد. سپس تغییرات شاخص مورد نظر طی مراحل مختلف اندازه‌گیری با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر (Repeated Measures) و آزمون تعقیبی بونفرونی بررسی شد. اختلاف‌های بین گروهی نیز با استفاده از آزمون تی مستقل تعیین

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

گروه	مکمل	کنترل	P
سن (سال)	۲۰/۸ (۱/۲)	۲۲ (۱/۸)	۰/۷۴
قد (سانتی‌متر)	۱۸۵/۵ (۷/۵)	۱۸۶/۲ (۳/۶)	۰/۳۹
وزن (کیلوگرم)	۸۰ (۹/۰۵)	۸۶/۸ (۱۱/۵)	۰/۷۸
درصد چربی	۱۱/۶ (۲/۵)	۱۱/۷ (۲/۳)	۰/۶۸
BMI(kg.m <sup>2</sup> )	۲۳/۳ (۲/۹)	۲۵/۱ (۲/۸)	۰/۴۸

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

†آزمون t مستقل

مشاهده می‌شود، میزان زمان واماندگی در هر دو گروه در هر مرحله از آزمون پروتکل بیشینه بروس افزایش پیدا کرده است. نتایج حاصل از آزمون t مستقل نشان داد که مصرف ۷ روز مکمل جدوار می‌تواند میزان زمان واماندگی در گروه مکمل را افزایش دهد ( $P < 0/05$ ).

جدول ۲ نتایج نشان می‌دهد که یک جلسه فعالیت واماندہ ساز می‌تواند عوامل التهابی (IL-6, CRP, TNF- $\alpha$ ) را افزایش دهد ( $P < 0/05$ ). در حالی که مصرف یک هفته‌ای مکمل جدوار سبب تعدیل افزایش عوامل التهابی می‌شود ( $P < 0/05$ ).

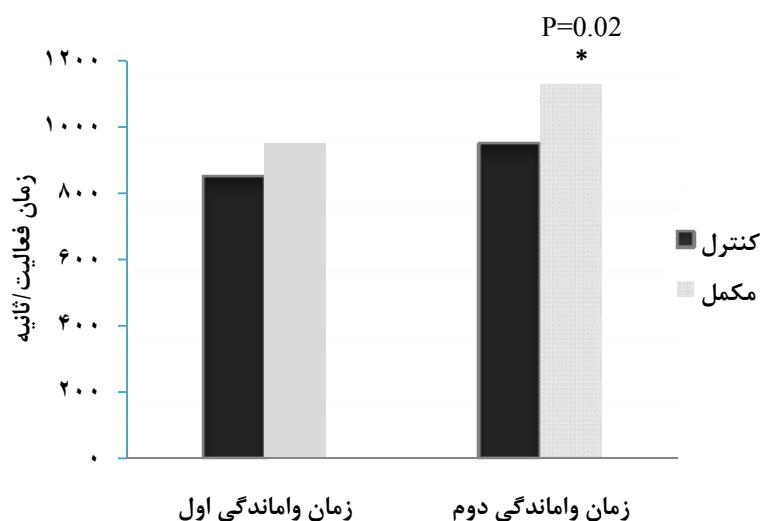
در نمودار ۱ نیز تغییرات زمان واماندگی بر حسب گروه مکمل و کنترل نشان داده شده است. همان‌طور که

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار شاخص مورد مطالعه در دو گروه مکمل و کنترل در هر مرحله اندازه‌گیری

شاخص	گروه مکمل		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
IL-6 (pg.ml <sup>-1</sup> )	۲/۵۳±۱/۴۴	۴/۹۱±۲/۹۳*	۲/۶۳±۱/۳۱	۵/۰۱±۲/۴۱*
TNFα (pg.ml <sup>-1</sup> )	۱۰/۹۵±۴/۲۷	۱۵/۸۶±۶/۴۰*	۱۰/۱۵±۳/۹۵	۱۶/۰۲±۵/۴۰*
CRP (pg.dl <sup>-1</sup> )	۱۱/۲۵±۵/۳۷	۱۲/۲۶±۳/۴۰*	۱۰/۸۵±۵/۱۵	۱۱/۰۲±۴/۴۰*
مرحله دوم خون‌گیری قبل و بعد از پروتکل بیشینه بروس بعد از یک هفته مکمل‌دهی				
IL-6 (pg.ml <sup>-1</sup> )	۲/۳۴±۱/۰۱	۲/۶۹±۱/۴۳*	۲/۵۱±۱/۳۷	۴/۳۲±۲/۰۷*
TNFα (pg.ml <sup>-1</sup> )	۱۰/۵۵±۴/۰۳	۱۲/۰۳±۴/۹۵*	۹/۹۰±۵/۳۷	۱۵/۶۶±۵/۱۵*
CRP (pg.dl <sup>-1</sup> )	۱۱/۰۵±۴/۸۷	۱۲/۸۶±۴/۴۰*	۱۰/۳۷±۴/۲۸	۱۳/۰۶±۵/۴۲*

\*معناداری شاخص مورد مطالعه در دو مرحله قبل و بعد از فعالیت درمانده‌ساز ( $P < 0.05$ ).

† معنای‌داری شاخص مورد مطالعه در دو گروه مکمل و کنترل ( $P < 0.05$ ).



نمودار ۱. تغییرات زمان واماندگی برحسب گروه مکمل و کنترل

\* تفاوت معنادار در زمان واماندگی قبل و بعد از مصرف مکمل در سطح  $P < 0.05$

مکمل حب جدوار به مدت یک هفته) بر شاخص‌های

التهابی سرمی قبل و بعد از فعالیت درمانده‌ساز در

بازیکنان هندبال‌بست بود. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از این

بحث

هدف از تحقیق حاضر تعیین تأثیر مکمل‌سازی

کوتاه‌مدت عصاره جدوار (مصرف ۱۵۰۰ میلی‌گرم در روز

بود که شاخص‌های التهابی در بین مراحل مختلف اندازه‌گیری به‌صورت معناداری افزایش پیدا کرد. به‌عبارتی مکمل جدوار نتوانست از افزایش میزان این شاخص جلوگیری کند. از طرفی بین افزایش شاخص‌های التهابی بعد از فعالیت درمانده‌ساز بین گروه مکمل و کنترل تفاوت معناداری وجود داشت، به‌طوری‌که میزان شاخص‌های التهابی گروه مکمل به‌طور معناداری نسبت به گروه کنترل پایین‌تر بود که در این مورد می‌توان به نقش مکمل و سازگاری ایجادشده بر اثر فعالیت ورزشی اشاره کرد. همچنین این مکمل میزان زمان رسیدن به درماندگی را در گروه مکمل افزایش داد.

سایتوکاین‌ها پلی‌پپتیدهای هستند که اولین آثار آنها در سیستم ایمنی پیدا شد، هرچند اکنون مشخص شده که بسیاری از سلول‌ها قادر به تولید سایتوکاین هستند. سایتوکاین‌ها غیر از تنظیم ایمنی نقش‌های بیولوژیکی دیگری نیز دارند.

در مطالعات ورزشی یافته‌ها نشان می‌دهد که در هر دو نوع ورزش‌های هوازی و بی‌هوازی تولید رادیکال‌های آزاد-که به استرس اکسیداتیو منجر می‌شوند- افزایش می‌یابد که می‌تواند در آسیب اکسیداتیو و در نتیجه تولید عوامل التهابی نقش بسزایی داشته باشد (۱۹). تعادل اکسیدان و آنتی‌اکسیدان شاخص مهمی از عملکرد سیستم ایمنی است و هر گونه اختلال در این تعادل موجب استرس اکسیداتیو می‌شود. بنابراین غلظت آنتی‌اکسیدان‌های غذایی در سلول‌های ایمنی در مقایسه با سایر سلول‌ها بیشتر است و کمبود این آنتی‌اکسیدان‌ها مانند ویتامین E، C، ال‌کالوئید، فنول استرها، پروتئین، فلاونوئید (ترکیبات جدوار) موجب اختلال در پاسخ ایمنی می‌شود (۲۰).

نتایج مطالعات حاکی از آن است که آنتی‌اکسیدان‌ها، سطوح سرمی سایتوکاین‌های التهابی نظیر IL-6, TNF- $\alpha$ ,

CRP را تغییر می‌دهند (۲۱) به‌احتمال زیاد تأثیر آنتی‌اکسیدان‌ها بر CRP پلازما ممکن است با تأثیر بر سایتوکاین‌های بالادست به‌خصوص TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  و IL-6 انجام گیرد که تولیدکننده‌های اصلی پاسخ فاز حاد هستند (۲۲) بر این اساس آسیب اکسیداتیو به فعال‌سازی نامناسب فاکتور رونویسی هسته و افزایش بیان پروتئین‌های التهابی می‌انجامد. مطالعات نشان می‌دهد انجام ورزش با شدت متوسط و کوتاه‌مدت هوازی به‌همراه مصرف مکمل ویتامین C و E به‌عنوان ویتامین‌هایی که تأثیرات آنتی‌اکسیدانی دارند و به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان شناخته شده‌اند، با مهار روندهای بالادست تولید شاخص‌های التهابی، توزیع سرمی این عوامل را کاهش می‌دهد (۲۳). این سازوکارهای بالقوه اکسیداتیو با مشاهدات ما در این پژوهش همخوانی دارد، اما با نتایج تحقیقات لی باردی و همکاران (۲۰۱۲)، محمدی (۱۳۹۲) و شیروانی (۱۳۹۳) همسو نیست (۲۵-۲۳). لی باردی و همکاران (۲۰۱۲) اثر همزمان تمرینات استقامتی و مقاومتی را بر IL-6, TNF- $\alpha$  و CRP بررسی و عدم تفاوت معناداری را مشاهده کردند (۲۳). محمدی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر فعالیت ورزشی حاد بر مقادیر سرمی IL-6 و CRP در نوجوانان سالم غیرورزشکار را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که فعالیت ورزشی حاد در نوجوانان سالم موجب افزایش مقادیر سرمی IL-6 و CRP می‌شود در این تحقیق آزمودنی‌ها نوجوان غیرورزشکار بودند تمرین فزاینده و امانده‌ساز تأثیرات گسترده‌ی بر دستگاه‌های مختلف از جمله سیستم ایمنی دارد، درحالی‌که سازگاری با تمرینات مختلف به زمان نیاز دارد و احتمالاً تجمع کلسیم درون سلولی با تخریب بافتی ناشی از انجام فعالیت‌های بدنی مقاومتی ممکن است با فعال‌سازی عامل نسخه‌برداری کاپایی (NF-kB) سبب آغاز آبشار التهابی و افزایش اینترلوکین ۶- عضلانی شود.

اسید آراشیدونیک جلوگیری می‌کند (۲۸). بنابراین ممکن است اثرات ضدالتهابی زنجبیل از طریق مهار تولید پروستاگلاندین‌ها و لکوترین‌ها صورت گیرد. همچنین نشان داده شده است gingerol-2 و Shogaol-3 موجود در زنجبیل می‌توانند به‌عنوان بلوکه‌کننده‌های رسپتورهای سروتونینی عمل کنند و از این طریق آزاد شدن ماده P (واسطه التهابی و درد) را محدود کنند.

مطالعات آزمایشگاهی همچنین نشان داده‌اند که مهار گیرنده‌های سروتونینی با کاهش IL1, IL2, IL6, TNF $\alpha$  و پروستاگلاندین‌ها همراه است (۲۸). بنابراین جدوار به‌علت داشتن مواد مؤثره مانند الکلویید، فنول استرها، پروتئین، فلاونوئید، مواد معدنی، آهن، روی، کلسیم و منیزیم می‌تواند از طریق مکانیزم‌های مختلف ضدالتهابی خود در کاهش التهاب به‌واسطه ورزش مؤثر باشد.

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی با توجه به نتیجه این تحقیق از آنجا که مصرف مکمل حب جدوار ۱۵۰۰ میلی‌گرم به مدت یک هفته در گروه مکمل بعد از فعالیت درمانده‌ساز در کاهش میزان التهاب تأثیرگذار بود، مصرف مکمل حب جدوار به‌همراه فعالیت ورزشی توصیه می‌شود. البته نباید عوارض منفی افراط در مصرف جدوار به اشکال مختلف برای مثال بروز مشکلات گوارشی (بر اثر مصرف بی‌رویه و قبل از خوردن وعده غذایی) چشم‌پوشی کرد؛ بنابراین تا روشن شدن آثار مختلف این ماده و ترکیبات آن بر سلامت بدن انسان، باید جانب احتیاط را رعایت کرد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از نتایج پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با کد ۲۰۰۲۱۴۰۴۹۲۲۰۱۴ است که مراتب قدردانی خود را از همکاران محترم و آزمودنی‌های

همچنین غیرورزشکار بودن و نوجوان بودن آزمودنی‌ها در تحقیق محمدی از دلایل احتمالی مغایرت با نتایج تحقیق حاضر است (۲۴). افزایش IL-6 می‌تواند ریشه در آسیب‌های عضلانی پس از فعالیت ورزشی و ماکروفاژها داشته باشد. همچنین می‌توان به تخلیه گلیکوژن کبدی اشاره کرد. افزایش میزان IL-6 بعد از فعالیت ورزشی شاید به‌سبب تغییر شمارش منوسیت‌ها (حذف سریع آنها از خون) باشد (۲۶).

در تحقیقی دیگر اسریواستاوا اثر تعاملی مکمل‌سازی تورین و پروتکل‌های تمرینی شدید بر پاسخ سایتوکاین‌های التهابی IL6 و TNF- $\alpha$  در بازیکنان نخبه فوتبال را بررسی کرد. مقادیر TNF- $\alpha$  افزایش معناداری را نشان داد. پروتکل ۹۰ دقیقه‌ای فوتبال که با ماهیت تناوبی، تغییرات سایتوکاین‌های TNF- $\alpha$  تحت‌الشعاع تولید IL-6 قرار می‌دهد. این احتمال نیز وجود دارد که پیدایش IL-6 در گردش خون به افزایش چشمگیری سطوح پلاسمایی TNF- $\alpha$  منجر می‌شود. این افزایش علاوه بر مدت به مدل فعالیت ورزشی بستگی دارد. بنابراین احتمال پاسخ سمپاتو-آدرنال نیز وجود دارد که این پروتکل تمرینی به‌دلیل نیمرخ حرکتی شبه‌فوتبالی خود سبب ایجاد انقباضات برون‌گرایی مکرر و در نتیجه آسیب‌های ریزبافتی در عضلات اسکلتی شده باشد یا اینکه مدت زمان این پروتکل به ایجاد پاسخ مذکور منجر شده است (۲۷). با توجه به اینکه در این مطالعه مکمل جدوار توانست از افزایش شاخص‌های التهابی در پاسخ به یک جلسه فعالیت درمانده‌ساز در برابر گروه کنترل بکاهد و از طرفی با توجه به خواص ضدالتهابی جدوار و ترکیبات مشابه آن با زنجبیل، نشان داده شده است که عصاره زنجبیل فعالیت، TNF $\alpha$  بیان سیکلو اکسیژناز ۲ و لیپوآکسیژناز را در مطالعات invitro سینویال انسانی مهار می‌کند و از این طریق از متابولیسم



مطالعه به سبب همکاری صمیمانه در اجرای این طرح  
 اعلام می‌داریم.  
 تأییدیه اخلاقی: مطالعه حاضر در کمیته اخلاق  
 معاونت پژوهشی دانشگاه به تأیید رسید. به علاوه  
 رضایت‌نامه کتبی از شرکت‌کنندگان دریافت شد.

تعارض منافع: هیچ‌گونه تعارض منافع توسط  
 پژوهشگران، مشارکت‌کنندگان گزارش نشد.

### منابع و مأخذ

1. Carrillo AE, Flynn MG, Pinkston C, Markofski MM, Jiang Y, Donkin SS, et al. Vitamin D supplementation during exercise training does not alter inflammatory biomarkers in overweight and obese subjects. *European journal of applied physiology*. 2012;112(8):3045-52.
2. Hoekstra SP, Bishop NC, Leicht CA. Can intervals enhance the inflammatory response and enjoyment in upper-body exercise? *European journal of applied physiology*. 2017;117(6):1155-63.
3. Bernecker C, Scherr J, Schinner S, Braun S, Scherbaum W, Halle M. Evidence for an exercise induced increase of TNF- $\alpha$  and IL-6 in marathon runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2013;23(2):207-14.
4. Kim KB. Effect of different training mode on Interleukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) in type 2 diabetes mellitus (T2DM) patients. *Journal of exercise nutrition & biochemistry*. 2014;18(4):371.
5. Mavros Y, Kay S, Simpson KA, Baker MK, Wang Y, Zhao RR, et al. Reductions in C-reactive protein in older adults with type 2 diabetes are related to improvements in body composition following a randomized controlled trial of resistance training. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*. 2014;5(2):111-20.
6. Rośc D, Adamczyk P, Boinska J, Szafkowski R, Ponikowska I, Stankowska K, et al. CRP, but not TNF- $\alpha$  or IL-6, decreases after weight loss in patients with morbid obesity exposed to intensive weight reduction and balneological treatment. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*. 2015;16(5):404-11.
7. Tokmakidis SP, Kokkinidis EA, Smilios I, Douda H. The effects of ibuprofen on delayed muscle soreness and muscular performance after eccentric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2003;17(1):53-9.
8. Khansooz M, Abedi B, Moradi M, Mehranpour A. Acute effects of on Javdar supplementation on aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) after exhaustive incremental exercise in men's handball. *Arak Medical University Journal*. 2017;19(12):61-9.
9. Hilbert JE, Sforzo G, Swensen T. The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *British journal of sports medicine*. 2003;37(1):72-5.

10. Mohanapriya S, Vijaiyansiva G. Phytochemical Analysis and Antioxidant Potential of *Delphinium denudatum* Wall. *Journal of Modern Biotechnology*. 2013;2(3):53-8.
11. Arablou T, Aryaeian N, Valizadeh M, Sharifi F, Hosseini A, Djalali M. The effect of ginger consumption on glycemic status, lipid profile and some inflammatory markers in patients with type 2 diabetes mellitus. *International journal of food sciences and nutrition*. 2014;65(4):515-20.
12. Black CD, O'connor PJ. Acute effects of dietary ginger on muscle pain induced by eccentric exercise. *Phytotherapy research*. 2010;24(11):1620-6.
13. Ramadan G, El-Menshawy O. Protective effects of ginger-turmeric rhizomes mixture on joint inflammation, atherogenesis, kidney dysfunction and other complications in a rat model of human rheumatoid arthritis. *International journal of rheumatic diseases*. 2013;16(2):219-29.
14. Hou C-W, Lee S-D, Kao C-L, Cheng I-S, Lin Y-N, Chuang S-J, et al. Improved inflammatory balance of human skeletal muscle during exercise after supplementations of the ginseng-based steroid Rg1. *PloS one*. 2015;10(1):e0116387.
15. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. 1978;40(3):497-504.
16. Siri W. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif). 1993;9(5):480.
17. Mahan LK, Escott-Stump S. *Krause's food, nutrition, & diet therapy*: Saunders Philadelphia; 2004.
18. *Medicine ACoS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
19. Malekyian Fini E, Shavandi N, Saremi A. Effect of short-term Resvin supplementation on total antioxidant capacity ,super oxide dismutase, and creatine kinase in elite women volleyball players. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2013;8(3):79-86.
20. Mori TA, Dunstan DW, Burke V, Croft KD, Rivera JH, Beilin LJ, et al. Effect of dietary fish and exercise training on urinary F2-isoprostane excretion in non—insulin-dependent diabetic patients. *Metabolism-Clinical and Experimental*. 1999;48(11):1402-8.
21. Fischer CP, Hiscock NJ, Penkowa M, Basu S, Vessby B, Kallner A, et al. Supplementation with vitamins C and E inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle. *The Journal of physiology*. 2004;558(2):633-45.
22. 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.
23. Libardi CA, De GS, Cavaglieri CR, Madruga VA, Chacon-Mikahil M. Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF- $\alpha$ , IL-6, and CRP. *Medicine and science in sports and exercise*. 2012;44(1):50-6.

24. Mohammadi H, Taghian F, Khoshnam M, Rafatifar M, Sabagh M. The effect of acute physical exercise on serum IL6 and CRP levels in healthy non-athlete adolescents. *Journal of jahrom university of medical sciences*. 2011;9(2).
25. Shirvani H, Rostamkhani F, Sobhani V. The interactive effect of taurine supplementation and intensive training protocols on serum inflammatory cytokines (IL-6 and TNF- $\alpha$ ) levels in elite soccer players. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2015;10(3):29-38.
26. Jürimäe J, Purge P, Jürimäe T. Adiponectin is altered after maximal exercise in highly trained male rowers. *European journal of applied physiology*. 2005;93(4):502-5.
27. Srivastava K, Mustafa T. Ginger (*Zingiber officinale*) in rheumatism and musculoskeletal disorders. *Medical hypotheses*. 1992;39(4):342-8.
28. Muller W, Fiebich BL, Stratz T. New treatment options using 5-HT<sub>3</sub> receptor antagonists in rheumatic diseases. *Current topics in medicinal chemistry*. 2006;6(18):2035-42.