

پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش

دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷

ص ص: ۶۷ - ۷۸

تأثیر مصرف کوتاه‌مدت انار بر میزان آسیب لیپیدی و ظرفیت ضد اکسایشی تام پس از یک جلسه فعالیت ورزشی و امانده‌ساز

حمدا له هادی^۱ - سجاد محمدیاری^{۲*} - اسماعیل حسینی^۳

۱. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه علوم انتظامی امین ۲. استادیار دانشگاه افسری امام علی (ع) ۳. دانشجوی

کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

(تاریخ دریافت: ۱۰/۰۷/۱۳۹۶، تاریخ تصویب: ۲۳/۱۲/۱۳۹۶)

چکیده

هدف پژوهش حاضر، تأثیر مکمل‌سازی کوتاه‌مدت انار بر میزان آسیب لیپیدی و ظرفیت ضد اکسایشی تام پس از یک جلسه فعالیت ورزشی و امانده‌ساز در افراد غیرورزشکار بود. بدین منظور ۳۰ نفر از دانشجویان پسر غیرورزشکار با میانگین و انحراف استاندارد سن $21/78 \pm 1/54$ سال، وزن $72/29 \pm 6/11$ کیلوگرم، قد $178/54 \pm 6/97$ سانتی‌متر و شاخص توده بدنی $22/25 \pm 3/13$ کیلوگرم بر متر مربع به‌عنوان نمونه انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه دریافت‌کننده کپسول انار (روزانه ۲۰۰ میلی‌گرم یک وعده در روز به مدت ۱۴ روز) و دارونما قرار گرفتند. نمونه خونی اولیه در حالت پایه پیش از شروع مکمل‌سازی، خون‌گیری دوم پس از ۱۴ روز مکمل‌سازی و پیش از شروع آزمون بروس انجام و خون‌گیری سوم پس از اجرای آزمون از آزمودنی‌ها به‌عمل آمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی (سطح معناداری ۰/۰۵) استفاده شد. نتایج نشان داد غلظت مالون دی آلدئید پس از ۱۴ روز در گروه مکمل در مقایسه با گروه کنترل پس از فعالیت ورزشی و امانده‌ساز به‌طور معناداری کاهش یافت ($P \leq 0/001$)، و شاخص ظرفیت ضد اکسایشی تام پس از ۱۴ روز در گروه مکمل در مقایسه با گروه کنترل پس از فعالیت ورزشی و امانده‌ساز به‌طور معناداری افزایش یافت ($P \leq 0/001$). بنابراین، احتمالاً می‌توان از مکمل‌سازی کپسول انار برای کاهش آسیب‌های اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید استفاده کرد. با وجود این برای نتیجه‌گیری قطعی در این خصوص نیاز به مطالعات بیشتری است.

واژه‌های کلیدی

آسیب لیپیدی، ظرفیت ضد اکسایشی، فعالیت ورزشی و امانده‌ساز، مصرف کوتاه‌مدت انار.

مقدمه

بدن انسان برای انجام اعمال مختلف به انرژی نیازمند است و آن را از طریق دستگاه‌های مختلف تولید انرژی کسب می‌کند. تشکیل بنیان‌های آزاد نتیجه طبیعی حاصل از متابولیسم اکسیداتیو در عضلات اسکلتی و قلبی است. تقریباً ۲ تا ۵ درصد از اکسیژن جریان یافته در دستگاه انتقال الکترون به آنیون سوپراکسید (O_2^-) و دیگر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) تبدیل می‌شود (۲۰۱). بنیان‌های آزاد، گونه‌های شیمیایی که شامل یک یا چند الکترون جفت‌نشده است، می‌تواند به صورت مستقل در همه سلول‌های زنده تولید شود. بیشتر بنیان‌های آزاد که در محیط بدن هستند، منشأ آنها گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) یا گونه‌های فعال نیتروژن (RNS) است. با افزایش جریان اکسیژن در میتوکندری هنگام ورزش انتظار می‌رود تولید ROS در ماهیچه‌های قلبی و اسکلتی افزایش یابد. برای اثبات این مطلب، در موش‌های صحرایی که تحت ورزش و امانده‌سازی قرار گرفته بودند، تولید بنیان‌های آزاد در بافت هموزن قلب افزایش نشان داد (۳). همچنین ۳۰ دقیقه انقباض پیوسته تکراری در عضو عقبی موش صحرایی موجب افزایش تولید بنیان‌های آزاد سیاهرگی به اندازه ۷۰ درصد سطح استراحتی شد (۴). در سال ۱۹۷۸، دیلارد و همکاران (۵) برای اولین بار نشان دادند که فعالیت دوچرخه‌سواری به مدت ۶۰ دقیقه با ۲۵ تا ۷۵ درصد VO_{2max} موجب افزایش پراکسیداسیون لیپیدی حاصل از بنیان‌های آزاد می‌شود. آنها افزایش ۱/۸ برابری را در سطح پنتان بازدمی مشاهده کردند. مکانیسم‌هایی که ورزش می‌تواند موجب تولید بنیان‌های آزاد شود عبارت‌اند از: افزایش رهایش هورمون‌های کاتکولامین هنگام ورزش با اکسید خودکار که می-

تواند موجب تولید بنیان‌های آزاد و آسیب‌های عضلانی بعدی در ورزش (در کوفتگی تأخیری) به لحاظ التهاب و آزاد شدن سوپر اکسیداز نوتروفیل نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید اکسیداز شود (۷،۶). مکانیسم دیگری که در دوره‌های ورزش شدید شاید موجب افزایش استرس اکسیداتیو می‌شود، مربوط به هیپوکسی و اکسیژن‌گیری مجدد رخ‌دهنده در ماهیچه‌های فعال است که در یک سیکل انقباض و استراحت عمل می‌کنند. طی انقباض، رگ‌ها فشرده می‌شوند و شرایط ایسکمی رخ می‌دهد که همان هیپوکسی است. طی استراحت، جریان دوباره و اکسیژن‌گیری مجدد پس از هیپوکسی شاید موجب کاهش برابر تجمع در زنجیره الکترونی میتوکندریایی شود و در نتیجه پدیده‌ای که به کاهش استرس معروف است، رخ می‌دهد. در اکسیژن‌گیری دوباره کاهش پی‌درپی در مونو الکترونیک شاید موجب تبدیل مولکول اکسیژن به بنیان سوپراکسید شود (۸).

به‌طور معمول گونه‌های فعال اکسیژن تمایل به جابه‌جا شدن در بدن دارند تا با الکترون مولکول‌های دیگر بدن واکنش دهد، همچنین اینها تأثیرات مختلفی روی سیستم آنزیمی دارند و موجب آسیب‌هایی از جمله سرطان، پیری، سندروم درد تنفسی بزرگسالان و ... می‌شوند. گونه‌های فعال اکسیژن از طریق شبکه آنزیمی پیچیده و مولکول‌های ضد اکسایشی مانند سوپر اکسید دسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گلوکاتین پراکسیداز بعضی مواد معدنی مثل منگنز، سلنیوم و ... که مسئول مصرف گونه‌های فعال اکسیژن هستند، کنترل می‌شوند (۹). منبع‌های داخلی تولید گونه‌های فعال اکسیژن شامل زنجیره انتقال الکترون میتوکندریایی و بتا اکسیداسیون چربی‌ها هستند. رادیکال‌های آزاد بر روی قسمت‌های متفاوت سلول از جمله اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، لیپیدها و DNA اثر می‌گذارد و آنها را اکسید می‌کند و

1. Reactive Oxygen Species
2. Reactive Nitrogen Species

مانند مالون دی آلدئید، کاهش بیان عامل رشدی سایتوکاین B1 و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان سرم و همچنین افزایش نیتریک اکساید که مهم‌ترین عامل ضدالتهابی و ضداکسایشی در اندوتلیوم رگ‌هاست، داشته باشد (۱۴).

با توجه به تحقیقات اخیر، آب انار در حالت پایه و در بیماران توانسته است بر فشار اکسایشی و تغییرات نامطلوب شاخص‌های اکسایشی غلبه کند (۱۳، ۱۴). با این حال، تحقیقات خارجی اندکی در خصوص تعیین تأثیرات مفید آب انار بر شاخص‌های فشار اکسایشی ناشی از انجام فعالیت هوازی در دست است. به طوری که تنها آویرام^۲ (۲۰۰۰) و ترومبولد^۳ (۲۰۱۱) تأثیر آب انار را بر فشار اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی سنجیدند (۲۸، ۳). ترومبولد، تأثیر آب انار را بر قدرت و کوفتگی عضلانی تأخیری تحقیق کردند و نتیجه گرفتند که آب انار در مقایسه با دارونما از افت قدرت، کوفتگی عضلانی و شاخص‌های التهابی جلوگیری می‌کند (۱۵).

از آنجا که در داخل کشور تاکنون تأثیرات مکمل‌سازی انار و فعالیت‌های ورزشی وامانده‌ساز به‌ویژه در افراد غیرورزشکار به‌طور توأمان مطالعه نشده است و مطالعات اندکی که در خارج از کشور وجود دارد، هنوز این سؤال مطرح است که آیا مکمل‌سازی کوتاه‌مدت انار می‌تواند بر میزان آسیب لیپیدی و ظرفیت ضداکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی وامانده‌ساز تأثیر بگذارد؟ بنابراین، مطالعه حاضر قصد دارد تا با بررسی تأثیر مکمل‌سازی کوتاه‌مدت انار بر میزان آسیب لیپیدی و ظرفیت ضداکسایشی تام افراد غیرورزشکار بر برخی از ابهامات و تناقضات موجود پاسخ دهد.

سرمنشأ بیماری‌هایی می‌شود. با افزایش جریان اکسیژن در میتوکندری هنگام ورزش انتظار می‌رود تولید گونه‌های فعال اکسیژن در ماهیچه‌های قلبی و اسکلتی افزایش یابد (۱۰). در عین حال استفاده از طب گیاهی به‌عنوان یک روش درمانی در افزایش شرایط آنتی‌اکسیدان یا پاکسازی رادیکال‌های آزاد توجه فراوانی را به خود معطوف ساخته است (۱۱).

یکی از مکمل‌های گیاهی که خواص ضداکسایشی دارد و امروزه به‌عنوان مقاصد درمانی استفاده می‌شود، مکمل انار است، زیرا براساس شواهد علمی این نوع مکمل‌سازی ممکن است ضمن افزایش عملکردهای ورزشی، موجب تقویت دفاع‌های ضداکسایشی و کاهش آسیب‌های اکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی شود (۱۲). در سال‌های اخیر، علاقه زیادی بر روی منابع طبیعی برای یافتن مکمل‌های آنتی‌اکسیدان خوراکی و نقش مصرف این ترکیبات در محافظت بدن، در برابر صدمات ناشی از فشار اکسایشی به‌وجود آمده است. برای مثال در این زمینه می‌توان به تأثیرات مفید انار به‌عنوان یک ضداکساید خوراکی اشاره داشت. به‌علاوه در برخی گزارش‌های موجود به تأثیرات مفید انار در کاهش چربی‌های نامطلوب خون یا حتی تأثیرات ضد میکروبی و ضدالتهابی این ماده اشاره شده است (۱۳). چنانکه نتایج مطالعات آرپیتا و کاویتا^۱ (۲۰۰۹)، حاکی است که آنتی‌اکسیدان موجود در انار سه برابر چای سبز و شراب قرمز است و در مقایسه با انگور، گریپ‌فروت و آب‌پرتقال آنتی‌اکسیدان انار به‌دلیل سرشار بودن از ویتامین C, E, A بیشتر است. همچنین نتایج مطالعات آرپیتا نشان داد که انار با برخورداری از تأثیرات ضداکسایشی می‌تواند ضمن مقابله با تأثیرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از بیماری‌ها، موجب کاهش شاخص آسیب‌های غشای سلولی

2. Avirum
3. Trombold

1. Arpita & Kavitha

روش و طرح تحقیق

تحقیق حاضر از نوع کاربردی است. طرح تحقیق در قالب روش نیمه‌تجربی با اندازه‌گیری‌های مکرر (سه‌مرحله‌ای) با گروه کنترل است که به‌صورت دوسویه‌کور اجرا شد. جامعه آماری پژوهش شامل دانشجویان پسر غیرورزشکار بود (با توجه به اینکه مطالعه حاضر در خصوص آسیب‌لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی است و طول مطالعه ۱۴ روز است، بنابراین به‌نظر می‌رسد این شاخص‌ها در افراد غیرورزشکار بیشتر و سریع‌تر ظاهر شوند) که به‌طور منظم فعالیت ورزشی انجام نمی‌دادند. تعداد ۳۰ نفر از دانشجویان پسر غیرورزشکار با میانگین و انحراف استاندارد سن $21/78 \pm 1/54$ سال، وزن $72/29 \pm 6/11$ کیلوگرم، قد $178/54 \pm 6/97$ سانتی‌متر و شاخص توده‌ی بدنی $22/25 \pm 3/13$ کیلوگرم بر متر مربع برای شرکت در این تحقیق به‌صورت داوطلبانه طی فراخوان و با رضایت خودشان به‌عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه دریافت‌کننده کپسول انار و دارونما قرار گرفتند.

پس از مطالعات مقدماتی، انتخاب نمونه، مشخص شدن گروه مورد آزمایش، تعیین و تهیه ابزار و وسایل گردآوری داده‌های تحقیق، یک نمونه ۳۰ نفری از دانشجویان غیرورزشکار در فرایند پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌های داوطلب در دو گروه همگن‌شده دریافت‌کننده مکمل انار (۱۵ نفر) (روزانه ۲۰۰ میلی‌گرم یک وعده در روز به مدت ۱۴ روز) (مقدار و روز مصرف با استناد به مطالعات قبلی بود) و دارونما (۱۵ نفر) (روزانه ۲۰۰ میلی‌گرم کپسول دکستروز طعم داده‌شده، یک وعده در روز به مدت ۱۴ روز) به‌صورت تصادفی جایگزین شدند. محتوی کپسول انار شامل ۹۵ میلی‌گرم اسید الایزیک، ۵۰ میلی‌گرم کالاجین، ۴۵ میلی‌گرم پانی کالین، ۲۰ میلی‌گرم آنتوسیانین و ۱۵ گرم فلاونید بود که از شرکت

داروسازی امین اصفهان با شماره ثبت فرآورده ۱۲۲۸۱۷۱۳۹۰ تهیه شد. برای کنترل تغذیه آزمودنی‌ها از پرسشنامه یادداری ۲۴ ساعته رژیم غذایی استفاده شد. نمونه خونی اولیه در حالت پایه پیش از شروع مکمل‌سازی از ورید پیش‌آرنجی^۱ بازوی راست همه آزمودنی‌ها تهیه شد. خون‌گیری دوم بلافاصله پس از تکمیل دوره ۱۴ روزه مکمل‌سازی از ورید پیش‌آرنجی بازوی راست و پیش از شروع تست بروس انجام گرفت. بلافاصله پس از اجرای تست بروس، خون‌گیری سوم از آزمودنی‌ها به‌عمل آمد. در هر مرحله خون‌گیری، به اندازه ۵ میلی‌لیتر برای اندازه‌گیری شاخص‌های مالون دی‌آلدئید و ظرفیت ضداکسایشی تام در حالت استراحت جمع‌آوری شد. همه اندازه‌گیری‌ها در دما، رطوبت، تهویه و نور محیطی یکسان انجام گرفتند. به‌علاوه، آزمودنی‌ها ۲۴ ساعت پیش از خون‌گیری، الگوی فعالیت روزانه معمولی و عادی خود را دنبال کردند و وعده غذایی آنها پیش از آزمون‌ها مشابه بود.

برای اندازه‌گیری دقیق قد و وزن آزمودنی‌ها از دستگاه سنجش قد و وزن مدل سکا^۱ استفاده شد. برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به ترکیب بدن و درصد چربی بدن (صرفاً برای همگن‌سازی آزمودنی‌ها) از دستگاه Body Composition ساخت کره جنوبی با مشخصه ioi استفاده شد.

سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام توسط کیت Randox. Ransod ساخت شرکت انگلستان با شماره کاتالوگ Cat. No: NX 2331 با روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد که تمامی محلول‌ها و بافرهای موردنیاز برای این آزمایش در داخل کیت موجود بودند.

اساس روش اندازه‌گیری MDA سرمی بر پایه واکنش با تیوباربتوریک اسید (TBA)، استخراج با بوتانل نرمال،

این منظور، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Spss ۲۰ و برنامه اکسل (Excel) استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول ۱، مشخصات مربوط به آزمودنی‌های دو گروه از جمله، سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی آورده شده است.

اندازه‌گیری جذب با روش اسپکتروفتومتری و مقایسه جذب با منحنی استاندارد بود.

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد و رسم نمودارها و جداول و همچنین از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی برای تعیین تأثیر مکمل‌سازی انار بر مقادیر مالون دی آلدئید و ظرفیت ضد اکسایشی در حالت پایه و قبل و پس از فعالیت ورزشی و اماده‌ساز استفاده شد. به

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	گروه
۲۲/۴۸±۲/۱۱	۱۷۹/۲۱±۱۰/۰۳	۷۱/۹۴±۹/۸۱	۲۲±۱/۵۶	مکمل انار
۲۱/۹۷±۲/۱۸	۱۷۸/۶۸±۹/۳۴	۷۲±۸/۳۵	۲۱/۳۴±۱/۱۲	کنترل

شاخص توده بدنی ($P=0/369$)، مالون دی آلدئید ($P=0/413$) و ظرفیت ضد اکسایشی تام ($P=0/921$) مشاهده نشد. از این رو می‌توان مقادیر مربوط به افراد دو گروه مکمل انار و شبه‌دارو را پیش از اجرای مکمل‌دهی طبیعی و همگن فرض کرد.

در جدول‌های ۲ و ۳، میانگین و انحراف استاندارد مقادیر پلاسمایی شاخص‌های آسیب لیپیدی (مالون دی آلدئید) و ظرفیت ضد اکسایشی تام پس از مکمل‌دهی و پس از قرارداد تمرینی در دو گروه انار و شبه‌دارو ارائه شده است.

از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که توزیع کلیه داده‌ها نرمال است (شاخص مالون دی آلدئید ($P=0/076$) و شاخص ظرفیت ضد اکسایشی تام ($P=0/069$)). بنابراین اجرای آزمون‌های پارامتری مطلوب است.

نتایج آزمون تی مستقل، در ابتدای شروع مطالعه، نشان می‌دهد که هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین مقادیر پیش‌آزمون دو گروه مکمل انار و کنترل در شاخص‌های سن ($P=0/624$)، وزن ($P=0/312$)، قد ($P=0/891$)،

جدول ۲. شاخص‌های اندازه‌گیری شده در گروه مکمل کپسول انار و دارونما پس از شروع مطالعه

شاخص‌های مورد مطالعه	مرحله	کپسول انار	دارونما
مالون دی آلدئید	پیش از فعالیت	۲/۳۴±۰/۳۲	۳/۴۴±۰/۵۱
	پس از فعالیت	۳/۷۳±۰/۳۴	۶/۴۳±۰/۴۸
ظرفیت ضد اکسایشی	پیش از فعالیت	۰/۹۱±۰/۱۴	۰/۴۲±۰/۰۸
تام	پس از فعالیت	۰/۶۳±۰/۰۶	۰/۷۲±۰/۰۱

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی درون‌گروهی برای شاخص مالون دی‌آلدئید در دو گروه کپسول انار و کنترل

معناداری	مرحله	مرحله	شاخص
۰/۰۰۱★	۲	۱	
P<۰/۰۰۱★	۳	۱	مکمل کپسول انار
P<۰/۰۰۱★	۳	۲	
۰/۲۷۹	۲	۱	
P<۰/۰۰۱★	۳	۱	کنترل
P<۰/۰۰۱★	۳	۲	

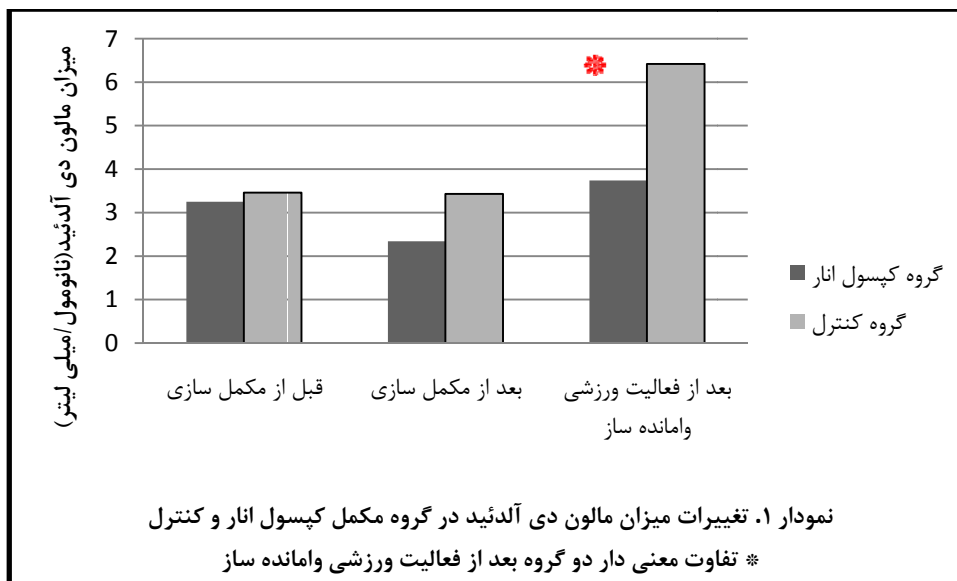
★ تفاوت معنادار بین مراحل اندازه‌گیری، مرحله ۱: پیش از مکمل‌دهی در حالت پایه، مرحله ۲: بعد از مکمل‌دهی در حالت پایه، مرحله ۳: پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز

بین مرحله ۱ و ۳ (پیش از مکمل‌دهی و پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز) و ۲ و ۳ (بعد از مکمل‌دهی در حالت پایه و بعد از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز) در گروه کنترل است. بنابراین فرضیه اول تحقیق مبنی بر اینکه مکمل‌دهی کوتاه‌مدت (۱۴ روزه) کپسول انار بر میزان پلاسمایی مادون دی‌آلدئید بلافاصله پس از فعالیت وامانده‌ساز در مردان غیرورزشکار تأثیرگذار است، تأیید می‌شود.

همچنین نتایج آزمون تی مستقل برای شاخص مالون دی‌آلدئید در هر یک از مراحل اندازه‌گیری، نشان داد که تنها در مرحله پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بین دو گروه کپسول انار و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد ($t = -7/213$ و $P < 0/001$) که این امر نشان می‌دهد که فعالیت ورزشی وامانده‌ساز موجب افزایش معنادار آسیب لیپیدی شده است و مکمل‌دهی انار موجب کاهش معنادار این آسیب است (نمودار ۱).

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری مربوط به مالون دی‌آلدئید نشان می‌دهد اثر اصلی مراحل اندازه‌گیری، اثر اصلی تفاوت‌های گروهی و همچنین تعامل تفاوت گروهی و مراحل اندازه‌گیری معنادار است.

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (درون‌گروهی) به تفکیک برای هر کدام از گروه‌های آزمایشی نشان داد که اثر مراحل تمرین در گروه کپسول انار ($P \leq 0/001$ و $F = 63/28$)، تفاوت معناداری دارد، همچنین در گروه کنترل ($P \leq 0/001$ و $F = 432/91$) تفاوت معناداری مشاهده شد. نتایج آزمون‌های تعقیبی در جدول ۵ آورده شده است که نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین مرحله ۱ و ۲ (پیش از مکمل‌دهی و پس از مکمل‌دهی در حالت پایه)، ۱ و ۳ (پیش از مکمل‌دهی و پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز) و ۲ و ۳ (بعد از مکمل‌دهی در حالت پایه و بعد از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز) در گروه مکمل‌دهی کپسول انار و همچنین



مرحله ۱ و ۲ (پیش از مکمل دهی و پس از مکمل دهی در حالت پایه) و ۲ و ۳ (پس از مکمل دهی در حالت پایه و بعد از فعالیت ورزشی و امانده ساز) در گروه مکمل دهی کپسول انار و همچنین بین مرحله ۱ و ۳ (پیش از مکمل دهی و پس از فعالیت ورزشی و امانده ساز) و ۲ و ۳ (بعد از مکمل دهی در حالت پایه و بعد از فعالیت ورزشی و امانده ساز) در گروه کنترل است. بنابراین فرضیه دوم تحقیق مبنی بر اینکه مکمل دهی کوتاه مدت (۱۴ روزه) انار بر ظرفیت ضد اکسایشی تام بلافاصله پس از فعالیت و امانده ساز در مردان غیر ورزشکار تأثیرگذار است، تأیید می شود.

همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری مربوط به ظرفیت ضد اکسایشی تام نشان می دهد اثر اصلی مراحل اندازه گیری، اثر اصلی تفاوت های گروهی و همچنین تعامل تفاوت گروهی و مراحل اندازه گیری معنادار است.

نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر (درون گروهی) به تفکیک برای هر کدام از گروه های آزمایشی نشان داد که اثر مراحل تمرین در گروه کپسول انار ($F = 11/762$ و $P < 0/001$)، تفاوت معناداری دارد، همچنین در گروه کنترل ($F = 0/79$ و $P < 0/001$) تفاوت معناداری مشاهده شد. نتایج آزمون های تعقیبی در جدول ۷ آورده شده است که نشان دهنده تفاوت معنادار بین

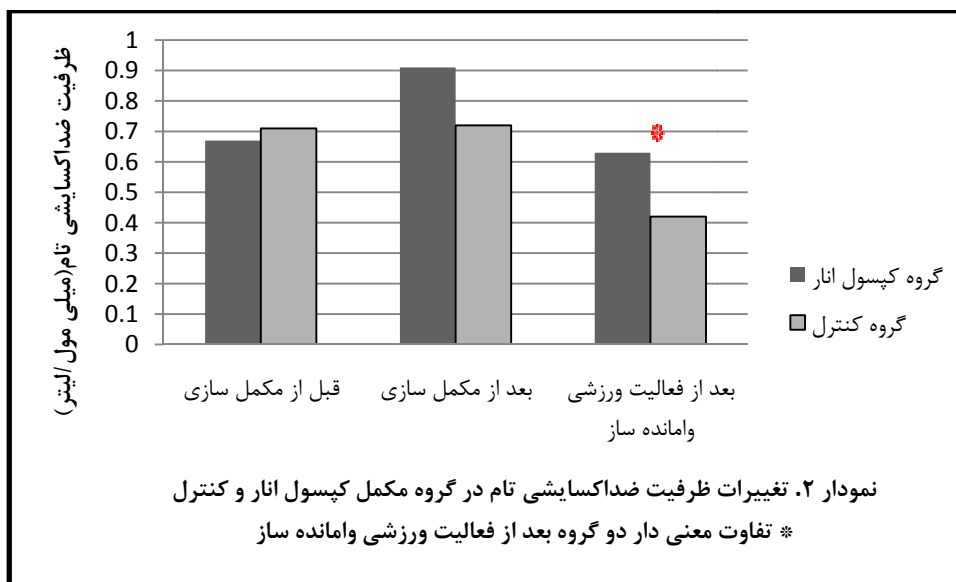
جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی درون گروهی برای شاخص ظرفیت ضد اکسایشی تام

شاخص	مرحله	مرحله	معنی داری
مکمل انار	۱	۲	$p < 0/001$ *
	۱	۳	۱/۱۶۳
	۲	۳	$0/003$ *
کنترل	۱	۲	۱/۲۱۳
	۱	۳	$p < 0/001$ *
	۲	۳	$p < 0/001$ *

* تفاوت معنادار بین مراحل اندازه گیری، مرحله ۱: پیش از مکمل دهی در حالت پایه، مرحله ۲: پس از مکمل دهی در حالت پایه، مرحله ۳: پس از فعالیت ورزشی و امانده ساز

نشان‌دهنده این است که فعالیت ورزشی وامانده‌ساز موجب کاهش معنادار ظرفیت ضداکسایشی تام شده است و مکمل‌دهی کپسول انار موجب افزایش معنادار ظرفیت ضداکسایشی تام شده است (نمودار ۲).

همچنین نتایج آزمون تی مستقل برای شاخص ظرفیت ضداکسایشی تام هر یک از مراحل اندازه‌گیری، نشان داد که تنها در مرحله پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بین دو گروه کپسول انار و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد ($t=4/321$ و $P<0/001$) که این امر



اسکولتن^۵ و همکاران (۲۰۱۳)، گومس^۶ و همکاران (۲۰۱۳)، هالیول^۷ و همکاران (۲۰۰۰) (۲۲-۱۷،۱۰) اشاره کرد.

البته باید اشاره کرد که همه تحقیقات مذکور در این زمینه بر روی حیوانات و بیماران انجام گرفته است. سازوکار تأثیرگذاری انار در کاهش مالون دی آلدئید به این صورت است که انار حاوی ویتامین‌های A، E، C، B₁، B₂، B₃ و B₆ است. شایان ذکر است انار منبع خوبی برای اسیدفولیک نیز است. وجود انواع ویتامین‌ها در انار دلیلی بر قدرت آنتی‌اکسیدانی انار است؛ همچنین انار از طریق افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۲۳). علاوه بر این، انار ساختار پلی فنول دارد. پلی فنول‌ها گروه مهمی از ترکیبات

بحث

هدف از پژوهش حاضر، تعیین اثر مکمل‌سازی کوتاه‌مدت انار بر شاخص‌های پلاسمایی آسیب لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در دانشجویان غیرورزشکار بود. تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق حاضر نشان داد که مکمل‌سازی کوتاه‌مدت انار موجب کاهش معنادار مالون دی آلدئید بعد از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما شد. در مورد تحقیقاتی که با تحقیق حاضر همخوانی دارند، می‌توان به تحقیقاتی مانند کلکار^۱ و همکاران (۲۰۰۸) (۲)، گونزالس^۲ و همکاران (۲۰۰۸)، سارال^۳ و همکاران (۲۰۰۵) رستو^۴ و همکاران (۲۰۰۹)،

5 . Scholten
6 . Gomez
7 . Halliwell

1. Kelkar
2 . Gonzalez
3 . Saral
4 . Ristow

مدت ۴ هفته، شاخص‌های SOD, GPX, TAC را اندازه‌گیری کردند و در پایان به این نتیجه رسیدند که سطوح SOD بدون تغییر و GPX, TAC کاهش داشت (۲۷). نتایج برخی تحقیقات با یافته حاضر همسوست که افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و سطوح پلاسمایی TAC بر اثر شرکت در فعالیت‌های ورزشی ذکر شده است (۲۸، ۱۱). بررسی نتایج تحقیقات مبین این است که دلایل تناقضات شدت، مدت، سطح آمادگی جسمانی، نوع تمرین، تغذیه، نوع آزمودنی‌ها، روش‌های اندازه‌گیری و مکانیسم‌های احتمالی دیگر است. تمرینات منظم با تغییرات در سنتز هر دوی آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی (SOD, CAT, GPX) و غیر آنزیمی (اسیداوریک، آلبومین، سرولولوپلاسمین، متالوتیونین) سطوح TAC را در سلول‌های عضلات اسکلتی، کبد، قلب، مغز و دیگر ارگان‌ها، بهبود می‌بخشد و سبب کاهش پراکسیداسیون لیپید و اکسیداسیون کلسترول LDL می‌شود و آسیب DNA را با افزایش بیان ژنوم آنزیم‌های عضلات اسکلتی مخطط کاهش می‌دهد (۲۸، ۱۱).

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه و بررسی نتایج پژوهش‌های صورت گرفته حاکی از آن است فعالیت‌های بدنی شدید احتمالاً با تولید بیش از حد بنیان‌های آزاد و تخلیه منابع آنتی‌اکسیدان داخلی موجب ایجاد فشار اکسایشی و افزایش آسیب‌های اکسایشی وارده به مارکر و مولکول‌های زیستی از جمله لیپیدهای غشایی و اسیدهای هسته‌ای می‌شوند. از سوی دیگر، مصرف پلی‌فنول‌ها به بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی می‌شود. نتایج تحقیق حاضر نیز حاکی است که آنتی‌اکسیدان انار توأم با فعالیت ورزشی و اماده‌ساز، به‌طور معناداری موجب کاهش آسیب لیپیدی و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام می‌شود. با این حال،

شیمیایی گیاهی را تشکیل می‌دهند و تانین‌ها به‌خصوص اسید الازیک، آنتوسیانین و پانیکالازین از گروه پلی‌فنول‌ها هستند. پلی‌فنول‌ها آنتی‌اکسیدان‌های بسیار قوی هستند و می‌توانند رادیکال‌های آزاد و اثرات سیتوتوکسیک این عوامل مهاجم را خنثی کنند، در نتیجه موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۲۴). در این بین تحقیقاتی نیز وجود داشته است که تغییرات این شاخص بسیار اندک بوده، به‌طوری‌که تغییر معناداری در شاخص مورد نظر مشاهده نشده است. از جمله این تحقیقات می‌توان به مطالعه ماتوکومار (2002) اشاره کرد که بیان کرده است مصرف اس‌آللیل سیستین سولفکسید موجب کاهش معنادار مالون دی‌آلدئید در موش‌های الکلی نشده است. علت احتمالی تغییر جزئی مالون دی‌آلدئید را می‌توان به این شکل توضیح داد که شاید مصرف الکل تا حد زیادی موجب افزایش مالون دی‌آلدئید و پراکسیداسیون لیپیدی در موش‌ها نشده است (۲۲).

یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد سطوح ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام پس از مکمل‌سازی کوتاه‌مدت انار پس از فعالیت ورزشی و اماده‌ساز افزایش معناداری داشته است. در مورد تحقیقاتی که با تحقیق حاضر همخوانی ندارند می‌توان به تحقیقاتی مانند مطالعه تکسیرا^۱ (۲۰۰۹) اشاره کرد که اظهار کرد در ورزشکاران قایقران سطوح TAC کاهش و پراکسیداسیون چربی و کراتین کیناز افزایش داشت (۲۵). پیرالوکس^۲ و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که تمرین در ارتفاعات بالا موجب کاهش TAC می‌شود. این کاهش حتی پس از دو هفته به حالت پایه برگشته بود. تمرین در ارتفاعات بالاتر همچنین مقدار TAC را در شناگران نخبه کاهش داد (۲۶). پالازتی^۳ و همکاران در تحقیقی (۲۰۰۳) بر روی ۹ ورزشکار نخبه سه‌گانه‌کار به

1. Teixeira
2. Piralo
3. Palazetti

تفاوت‌های موجود طرح تحقیق و تکنیک‌های آزمایشگاهی نسبت داد. از این رو، برای روشن شدن تأثیرات واقعی مکمل‌سازی کوتاه‌مدت انار و فراورده‌ها یا ترکیبات آن بر شاخص‌های مربوط به آسیب لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام می‌توان گفت که تحقیقات بیشتری ضرورت دارد.

نباید از تفاوت‌ها و تناقضات برخی از یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج مطالعات قبلی چشم‌پوشی کرد. البته دلیل احتمالی تفاوت در نتایج تحقیقات را می‌توان به عوامل متعددی از جمله تفاوت در شدت و مدت فعالیت، سن آزمودنی‌ها، وضعیت سلامت آزمودنی‌ها، مقادیر پایه شاخص‌ها، وضعیت آمادگی آزمودنی‌ها و در نهایت

منابع و مآخذ

1. Boveris A, Chance B. "The mitochondrial generation of hydrogen peroxide". General properties and effect of hyperbaric oxygen. *Biochem J*1973 ;134:707-16.
2. De Keulenaer GW, Chappell DC, Ishizaka N, Nerem RM, Alexander RW, Griendling KK.. "Oscillatory and steady laminar shear stress differentially affect human endothelial redox state role of a superoxide-producing NADH oxidase". *Circulation research*1998 ;82(10):1094-101.
3. Kumar CT, Reddy VK, Prasad M, Thyagaraju K, Reddanna P . "Dietary supplementation of vitamin E protects heart tissue from exercise-induced oxidant stress". *Molecular and cellular biochemistry*1992 ;111(1-2):109-15.
4. Jackson M, Khassaf M, Vasilaki A, McArdle F, McArdle A." Vitamin E and the oxidative stress of exercise". *Annals of the New York Academy of Sciences* 2004 ;1031(1):158-68.
5. Cooper C, Vollaard NB, Choueiri T, Wilson . "Exercise, free radicals and oxidative stress". *Biochemical society transactions*2002 ;30(2):280-4.
6. Ji LL ." Antioxidants and oxidative stress in exercise". *Experimental Biology and Medicine*1999 ;222(3):283-92.
7. Sjödin B, Westing YH, Apple FS. "Biochemical mechanisms for oxygen free radical formation during exercise". *Sports Medicine*1990.;10(4):236-54.
8. Dornelles C, Schneide A, oliveire . "Oxygen free radical exercise: mechanisms of synthesis and adaption training". *Rev med esporte bras*2004:10(4):524-31.
9. Louise, A., Brown, C J., Kerr1, PW. Nicholas, F. "Oxidant Stress in Healthy Normal-weight, Overweight, and Obese Individuals". *Integrative Physiolog in Obesity*2009, 17: 460–466.
10. Halliwell, B. "Lipid peroxidation, antioxidants and cardiovascular disease: how should we move forward?". *Cardiovascular Research*2000, 47(3), 410- 418.
11. Kim, K. S., Paik, I. Y., Woo, J. H., & Kang, B. Y. "The effect of training type on oxidative DNA damage and antioxidant capacity during three- dimensional space exercise". *Medical Principles and Practice*2010, 19(2), 133-141.
12. Fang, Y., Yang, S., Wu, ." Free radicals, antioxidants, and nutrition". *Nutrition*2002, 18(10), 872-879.

13. Michael, A., Leslie, D., Mira, R., Nina, V., Marielle, K., Raymond, C. "pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice". *American Journal of Clinical Nutrition* 2000,71:1062-76
14. Arpita, B., and Kavitha, P. "Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice". *International Life Sciences* 2009, 67(1):49-56.
15. Trombold, JR., Reinfeld, AS., Casler, JR., Coyle, EF." The effect of pomegranate juice supplementation on strength and soreness after eccentric exercise". *J Strength Cond Res* 2011, 25(7):1782-8.
16. Aviram, M., Dornfeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R." Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice". *American Journal of Clinical Nutrition* 2007: 1(5):1062-76.
17. Gomez-Cabrera, M. C., Ferrando, B., Brioché, T., Sanchis-Gomar, F., & Viña, J." Exercise and antioxidant supplements in the elderly". *Journal of Sport and Health Science* 2013, 2(2), 94-100.
18. Scholten, S. D., & Sergeev, I. N." Long-term quercetin supplementation reduces lipid peroxidation but does not improve performance in endurance runners". *Open access journal of sports medicine* 2013, 4, 53.
19. Ristow, M., Zarse, K., Oberbach, A., Klötting, N., Birringer, M., Kiehntopf, M., ... & Blüher, M. "Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2009, 106(21), 8665-8670.
20. Saral, Y., Coskun, B. K., Ozturk, P., Karatas, F., & Ayar, A." Assessment of salivary and serum antioxidant vitamins and lipid peroxidation in patients with recurrent aphthous ulceration". *Tohoku journal of experimental medicine* 2005, 206(4), 305-312.
21. Gonzalez, D., Marquina, R., Rondon, N. "effects of aerobic exercise on uric acid, total antioxidant activity, oxidative stress, and nitric oxide in human saliva, *Research in sport medicine*". 2008:16:128-137.
22. Kelkar, G., Subhadra, K., & Chengappa, R. K." Effect of antioxidant supplementation on hematological parameters, oxidative stress and performance of Indian athletes". *J. Hum. Ecol* 2008, 24(3), 209-213.
23. Al-Numair KS. Hypocholesteremic and antioxidant effects of garlic (*Allium sativum* L.) "extract in rats fed high cholesterol diet. *Pakistan Journal of Nutrition*". 2009; ;8(2):161-6.
24. Morihara N, Ushijima M, Kashimoto N, Sumioka I, Nishihama T, Hayama M, Takeda H. "Aged garlic extract ameliorates physical fatigue". *Biol Pharm Bull.* May 2006;29(5):962-6.
25. Teixeira, V., Valente, H., Casal, S., Marques, F., & Moreira, P." Antioxidant status, oxidative stress, and damage in elite trained kayakers and canoeists and sedentary controls". *International journal of sport nutrition & exercise metabolism* 2009, 19(5). 282-89.

26. Pialoux, V., Brugniaux, J. V., Rock, E., Mazur, A., Schmitt, L., Richalet, J. P., & Mounier, R. "Antioxidant status of elite athletes remains impaired 2 weeks after a simulated altitude training camp". *European journal of nutrition* 2010, 49(5), 285-292.
27. Palazzetti, S.; Richard, M.J.; Favier, A.; Margaritis, I. "Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage". *Can. J. Appl. Physiol* 2003., 28, 588–604.
28. Radák, Z.; Zhao, Z.; Koltai, E.; Ohno, H.; Atalay, M. "Oxygen consumption and usage during physical exercise: The balance between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling". *Antioxid. Redox Signal* 2013., 18, 1208–1246.