تأثیر مکمل‌سازی بذر کتان و تمرینات ترکیبی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما و شاخص پراکسیداسیون لیپیدی زنان دارای اضافه وزن

فاطمه حلال‌خور[1]*

۱- کارشناسی ارشد تغذیه ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

*آدرس مکاتبه: آذربایجان شرقی، تبریز، بلوار ۲۹ بهمن، دانشگاه تبریز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی

تلفن: ۰۹۳۶۸۲۷۳۳۰۴

پست الکترونیک: fateme.halalkhor@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۰ **تاریخ تصویب:** ۹۷/۴/۴

چکیده

مقدمه: چاقی با افزایش استرس اکسایشی بدن همراه است. به علاوه، فعالیت ورزشی باعث افزایش استرس اکسایشی می‌شود. با این حال مصرف مکمل‌های غذایی ممکن است باعث تعدیل این شاخص‌ها شود.

هدف: لذا مطالعه حاضر تأثیر مصرف بذرکتان بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما و شاخص پراکسیداسیون لیپیدی دختران دارای اضافه وزن متعاقب چهار هفته تمرین ترکیبی بررسی می‌کند.

روش بررسی: سی و شش زن دارای اضافه وزن با BMI> ۲۵ به صورت تصادفی به چهار گروه ۹ نفره، شامل؛ تمرین با مکمل، تمرین ترکیبی، مکمل‌سازی بذرکتان و کنترل تقسیم شدند. از همهٔ افراد رضایت‌نامه‌ی کتبی گرفته شد. تمرین ترکیبی شامل تمرینات هوازی با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره و تمرینات مقاومتی با شدت ۶۰ درصد RM ۱ بود در این بین پودر بذرکتان (۰/۶۲ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در روز) در طول چهارهفته دوره‌ی تمرین مکمل‌سازی شد. فرضیه‌های تحقیق در سطح معنی-داری P<۰/۰۵ با استفاده از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری‌های مکرر با عامل بین گروهی بررسی شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که غلظت بیومارکر مالون دی آلدئید در گروه بدون مصرف بذرکتان در مقایسه با گروه دریافت‌کننده مکمل بذرکتان بعد از انجام تمرین ترکیبی به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند (P<۰/۰۵). با این حال، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از مطالعه حاضر بیانگر این بود که علی‌رغم اینکه تمرین ترکیبی باعث افزایش سطوح مالون دی‌آلدئید در افراد دارای اضافه وزن می‌شود، با این حال مصرف بذرکتان به عنوان یک مکمل آنتی‌اکسیدانی می‌تواند تأثیر مثبتی بر پراکسیداسیون لیپیدی غشای سلول‌ها و جلوگیری از اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد داشته باشد.

گل‌واژگان: استرس اکسایشی، تمرین ترکیبی، مکمل‌سازی بذرکتان

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

رادیکال آزاد اتم یا مولکولی است که با داشتن یک یا چند الکترون جفت نشده و قابلیت تکثیر در بیشتر سلول‌ها، توانایی آسیب به بافت بافت‌های مختلف را دارد. نوع ورزش، شدت و طول مدت آن، و همچنین نمونه‌های مورد آزمایش، همه می‌توانند میزان اکسیداسیون را تحت تأثیر قرار دهند. تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن ((RONS (Reactive oxygen and nitrogen species) در واقع می‌تواند از قرار گرفتن در معرض انواع محرک‌ها، از جمله، استرس‌های جسمانی مانند ورزش‌های هوازی و بی‌هوازی حاد، همچنین مصرف و پردازش انرژی در بدن، ایجاد شود. سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن ترکیبات مختلف آنزیمی و غیر آنزیمی را شامل می می‌شود که در پیشگیری و یا کاهش فشارها و آسیب‌ها، پس از فعالیت بدنی نقش دارد. هر یک از این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، نقش منحصر به فردی دارند و برآیند آنها تحت عنوان ظرفیت آنتی آنتی‌اکسیدانی تام ((TAC (Total Antioxidant capacity) بدن نامیده می‌شود. استرس اکسیداتیو زمانی اتفاق می‌افتد که عدم تعادل بین سیستم آنتی‌اکسیدانی و تولید ROS به وجود آید؛ و معمولاً با کاهش توان آنتی‌اکسیدانی یا کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی آنتی‌اکسیدانی بدن همراه است. کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، محافظت در برابر ROS و RNS را مختل می‌کند و از طریق آسیب رسیدن به دیواره سلول‌ها، میتوکندری‌ها، DNA و پروتئین‌های عملکردی، اختلال در سلول را ممکن است در پی داشته باشد. سلول‌های پستانداران به هر دو سیستم آنزیمی (آنزیم‌های سوپراکسید دسموتاز، کاتالاز و...) و غیر آنزیمی (ویتامین E، C و A) مجهز هستند و بدین طریق، ROS را حذف می‌کنند. آسیب با کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، به عنوان جاذب رادیکال‌های آزاد در وضعیت استرس اکسیداتیو، ایجاد می‌شود [۱]. محققان متعددی همواره در پی شناسایی این آسیب‌ها بوده‌اند با توجه به اینکه یکی از مکانیسم مکانیسم‌های بسیار محتمل درگیر در آسیب سلولی، افزایش نشت رادیکال‌های آزاد و آسیب اکسایشی ناشی از آنهاست، شاخص مالون دی آلدئید ((MDA (Molondialdehyde) که بیانگر مقدار پراکسیداسیون لیپید است (آسیب اکسایشی غشای لیپیدی سلول)، به عنوان مکانیسم احتمالی درگیر در ایجاد آسیب‌ها بررسی می‌شود [۲].

امروزه شیوع جهانی چاقی یک چالش بزرگ، در حوزه‌های مختلف اجتماعی و درمانی به شمار می‌رود [۳] و عمده‌ترین عامل خطرساز بسیاری از بیماری‌های شایع جهان از جمله دیابت، بیماری‌های قلبی – عروقی، فشارخون بالا، اختلالات متابولیکی و انواع مختلف سرطان‌ها است [۴]. همچنین، شواهد موجود بیانگر اینست که چاقی با افزایش استرس اکسایشی و یا کاهش توانایی آنتی‌اکسیدانی بدن همراه است. به طوری که مشخص شده است که چاقی میزان استرس اکسیداتیو میوکاردیال و پروکسیداسیون لیپیدی را بالا می‌برد. به علاوه افزایش استرس اکسایشی عامل مهمی در سندرم متابولیک مرتبط با چاقی بوده است [۵]. از طرفی، نتایج برخی از مطالعات صورت گرفته حاکی از آن است که شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم می‌تواند روش مناسبی برای پیشگیری از عواقب و بیماری‌های ناشی از چاقی باشد. با این حال، علی‌رغم این واقعیت که انجام فعالیت‌های ورزشی منظم با سازگاری‌های فیزیولوژیکی متعددی همراه بوده، و مزیت مزیت‌های فراوانی برای سلامتی افراد از قبیل جلوگیری از بیماری قلبی – عروقی، دیابت، چاقی و انواع مختلف سرطان‌ها به همراه دارد [۶]. اما بعضی از گزارش‌ها بیانگر این است که فعالیت ورزشی می‌تواند باعث تولید رادیکال‌های آزاد بروز صدمات سلولی و متعاقب آن آسیب‌های ناشی از استرس اکسایشی شود، چراکه استرس اکسایشی و تولید رادیکال‌های آزاد می‌تواند تحت اثر هر عاملی که افزایش مصرف اکسیژن را به دنبال داشته باشد بیشتر شود. هنگام فعالیت‌های ورزشی، میزان مصرف اکسیژن افزایش می‌یابد و این یکی از عواملی است که می‌تواند تولید رادیکال‌های آزاد را افزایش دهد [۵]. در تحقیق جهانی و همکاران (۲۰۱۰) سطوح MDA بعد از هشت هفته تمرین ورزشی منظم و مستمر افزایش معنی‌دار داشت، درحالی‌که TAC پس از هشت هفته تمرین کاهش معنی‌دار یافت [۷]. در حالی که اعظمیان جزی و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند هشت هفته تمرین ترکیبی باعث کاهش

Archive of SID
www.SID.ir

غلظت مالون دی آلدئید پلاسما به عنوان شاخص استرس اکسایشی در زنان یائسه مبتلا به دیابت نوع دو می‌شود [۸].

به علاوه از آنجایی که یکی از منابع اصلی تولید رادیکال-های آزاد و شاخص‌های استرس اکسایشی از قبیل مالون دی آلدئید توده چربی بدن است و افراد چاق دارای توده چربی بیشتری نسبت به افراد با وزن طبیعی می‌باشند، لذا این احتمال وجود دارد که در طی فعالیت‌های ورزشی میزان تولید گونه-های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد در افراد چاق بیشتر از افراد دیگر باشد. در همین راستا گزارش داده شده است که به دنبال فعالیت بدنی، استرس اکسیداتیو در مردان و زنان چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی بیشتر افزایش می‌یابد چرا که چربی پلاسمایی افراد چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی با سرعت و مقدار بیشتری اکسید می‌شود [۹]. با این حال، یکی از راه‌کارهای مناسب برای محافظت در برابر اثرات فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی می‌تواند به کارگیری عوامل تغذیه‌ای و استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی باشد. به طوری که، در سال‌های اخیر توجه فزاینده‌ای مبنی بر اثربخشی مصرف مکمل‌های بویژه مکمل‌های گیاهی و طبیعی در مقابله با آسیب‌های ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد صورت گرفته است. در این راستا با وجود حجم گسترده‌ی مواد آنتی اکسیدانی درون بذرکتان، بدون شک می‌توان به اثرات مفید پودر بذر کتان به عنوان یک آنتی‌اکسیدان که بتواند سیستم آنتی اکسیدانی بدن را تقویت و از آثار نامطلوب استرس اکسایشی جلوگیری کند، اشاره کرد [۱۰].

Flax یا کتان با نام علمی *Linum usitatisimum* از قدیمی‌ترین گیاهان است که در مناطق مختلفی از جهان کشت می شود. بذر کتان (Flaxseed; Fs) سرشار از امگا ۳ می‌باشد که باعث سرکوب گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود. همچنین حاوی لیگنان‌هایی است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند. بذرکتان منبع غنی از لیگنان لیگنان‌های SDG (secoisolariciresinol diglucoside) و مقادیرکمتری از لیگنان ماتریسینول (Matairesinol) می می‌باشد. SDG و ماتریسینول می‌توانند توسط باکتری‌های کولون به لیگنان‌های انترودیول و انترولاکتون تبدیل شوند. در مطالعات آزمایشگاهی نشان داده شده که بذر کتان نه تنها به عنوان رفتگر رادیکال‌های هیدروکسیل عمل می‌کند بلکه پراکسیداسیون لیپیدی را نیز مهار می‌کند. خصوصیات آنتی‌اکسیدانی لیگنان‌های بذرکتان در استرس اکسیداتیو ناشی از مدل حیوانی شوک آندوتوکسیک، دیابت و پولموناری ایسکمیک ری پرفیوژن و بیماری‌های قلبی عروقی به اثبات رسیده است و نتایج مؤثر آن گزارش شده است [۱۱]. یانگ (Yang) و همکاران (۲۰۱۲) کاهش معنی-دار میزان مالون دی الدئید بر اثر مصرف روغن بذر کتان گزارش کردن [۱۲]. ایکس یو (Xu) و همکاران (۲۰۱۳) اعلام کردند مصرف بذرکتان باعث افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی آنتی‌اکسیدانی تام می‌شود [۱۳]. در مقابل سهرابی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) اعلام کردند مکمل‌سازی بذرکتان هیچ تأثیر معنی‌داری بر میزان مالون دی آلدئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام ندارد [۱۰].

لذا با توجه به اینکه انجام فعالیت‌های ورزشی ممکن است باعث ایجاد و تشدید شرایط استرس اکسایشی در افراد چاق شود و از طرفی نظر به مطالعات محدود و متناقض در زمینه مکمل‌سازی پودر بذرکتان و فراورده‌هایش بر فشار اکسایشی بویژه بعد از انجام فعالیت ورزشی مطالعه حاضر قصد دارد تأثیر مصرف پودر بذرکتان را بر غلظت مالون دی الدئید، به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما در زنان پس از چهار هفته تمرین ترکیبی مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در قالب یک مطالعه تجربی چهار گروهی (سه گروه تجربی و یک گروه کنترل)، با طرح پیش آزمون و پس آزمون در دانشگاه تبریز انجام گرفت.. این مقاله با کد اخلاق در پژوهش IR.SSRI.REC.1396.181 از پژوهشگاه تربیت بدنی و با کد کارآزمایی بالینی IRCT20171130037689N1 در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران تأیید شد. پس از اعلام فراخوان در سطح دانشگاه و پس

Archive of SID

www.SID.ir

از بررسی داده‌های مربوط به شرایط آزمودنی‌ها ۳۶ نفر وارد طرح تحقیق شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزارهای MedCal نسخه ۱۰,۰,۲,۰ و بر اساس مطالعات قبلی با احتساب سهم اثر ۰/۵ و در نظر گرفتن خطای نوع اول ۰/۰۵ و توان آزمون ۰/۰۸ تعیین شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به شاخص‌های اولیه مثل قد و وزن، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی ساده در چهار گروه همگن شامل: کنترل (n=۹) مکمل (n=۹)، تمرین ترکیبی (n=۹) و گروه تمرین ترکیبی + مکمل (n=۹) جای گرفتند. گروه کنترل هیچ‌گونه مداخله‌ای دریافت نکردند. آزمودنی‌ها با حضور در جلسه‌ی هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری توسط محقق، با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های سلامتی، فرم ثبت فعالیت روزانه و یاداشت غذایی سه روزه رژیم غذایی وارد برنامه شدند. آزمودنی‌ها با توجه به گروهی که در آن جای گرفتند، مداخله تمرینی یا مکمل خاص خود را دنبال کردند. طی ۴هفته هر چهار گروه رژیم معمولی خود (همان غذایی بود که توسط دانشگاه به دانشجویان داده می‌شد) را دریافت کردند. یک هفته قبل از شروع پروتکل اصلی مطالعه و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین تمامی ارزیابی‌ها (فرم ثبت فعالیت روزانه، یاداشت غذایی سه روزه رژیم غذایی، تعیین یک تکرار بیشینه و اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی (درصد چربی بدن، قد، وزن و تعیین نمایه توده بدن BMI)) تحت همان شرایط اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها دامنه‌ی سنی ۲۰ تا ۲۹ سال داشتند و هیچ‌گونه سابقه بیماری قلبی – عروقی نداشتند و عمل جراحی تا بحال روی آنان انجام نگرفته بود. همچنین تمامی آزمودنی‌ها در شش ماه گذشته هیچ گونه مکملی دریافت نکرده بودند. تمامی آزمودنی‌ها غیرفعال بوده و به طور مرتب فعالیت ورزشی نداشته‌اند. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از مطالعه شامل عدم مصرف مکمل بذرکتان، قطع پروتکل تمرینی و یا مصرف هر نوع مکمل چربی‌سوز دیگر بود. میزان کالری دریافتی روزانه تمامی آزمودنی‌ها در طول مطالعه در دو مرحله (ابتدای تحقیق و پایان هفته چهارم) با استفاده از پرسشنامه یادداشت سه روزه‌ی غذایی روزانه اندازه‌گیری شد. میزان انرژی مصرفی روزانه تمامی آزمودنی‌ها در طول مطالعه در دو مرحله (ابتدای تحقیق و پایان هفته چهارم) با استفاده از پرسشنامه ثبت فعالیت روزانه اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن، شاخص توده‌ی بدن، وزن بدن و میزان متابولیسم پایه با استفاده از دستگاه «تحلیل‌گر ترکیب بدن (Inbody)» مدل X-CONTACT 356 ساخت کمپانی Jawon Medical کره جنوبی با سه فرکانس ۵ و ۵۰ و ۲۵۰ کیلوهرتز اندازه‌گیری شد. نسبت دور کمر به دور باسن توسط متر نواری و بدون تحمل هر گونه فشاری به بدن فرد و با دقت ۱ سانتی‌متر با اندازه-گیری محیط کمر در باریکترین ناحیه بین دنده‌ای تا تاج خاصره و تقسیم آن به اندازه‌ی محیط لگن در بزرگ‌ترین قسمت برآمدگی سرینی حاصل شد.

قرارداد ورزشی: تمامی آزمودنی‌ها به مدت چهار هفته (چهار جلسه‌ی دو ساعته در هفته) از روز هشتم دوره‌ی ماهانه در تمرین ترکیبی شرکت کردند. تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با دویدن و حرکات کششی ۳۰ تا ۴۰ دقیقه تمرینات هوازی با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره، که نوع تمرینات درسه جلسه اول تداومی (خیلی آهسته، آهسته و سریع) و نه جلسه آخر تناوبی هوازی بود. تمرینات مقاومتی شامل حرکات (پرس پا، پرس سینه، پشت پا، جلو بازو، جلو پا با دستگاه، زیر بغل کشش سیم از بالا، دراز و نشست، پارویی) با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه و دو تا سه نوبت تمرینی با ۱۰ تکرار و ۹۰ ثانیه استراحت بین نوبت‌ها و ۲ دقیقه استراحت بین حرکات بود، و ۱۰ دقیقه سرد کردن در انتهای تمرینات انجام یافت. تمامی آزمودنی‌ها قبل از اجرای پروتکل دوهفته به منظور آشنایی با دستگاه‌ها و شیوه درست انجام هر یک از حرکات و تعیین یک تکرار بیشینه در سالن ورزشی حضور یافتند. نحوه‌ی افزایش شدت تمرینات مقاومتی بدین گونه بود که در هفته‌ی اول آماده‌سازی با شدت ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه و هفته‌ی دوم شدت ۵۰، درصد یک تکرار بیشینه و پس از شروع پروتکل اصلی آزمودنی‌ها با ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه به تمرین پرداختند. برای کنترل شدت تمرین هوازی از ضربان قلب (سن – ۲۲۰ = ضربان قلب بیشینه)، میزان درک تلاش بورگ (Borg) و مشاهده توسط مربی استفاده شد [۱۶-۱۴].

Archive of SID
www.SID.ir

مکمل‌سازی: بذرکتان مورد استفاده در این مطالعه از شرکت شفا پژوهان سبز در شهر تبریز تهیه شده که در همانجا آسیاب شده و به صورت پودر یا شکسته شده تحویل شد و با ترازوی دیجیتال (۰/۶۲ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در روز) را در یک بسته که شامل سه قسمت بود در اختیار شرکت‌کنندگان در مطالعه قرار گرفت. از نمونه‌ها درخواست شد تا هر بسته را یک ساعت قبل از غذا، در سه وعده غذایی و در داخل ۲۵۰ میلی‌گرم آب حل کنند. مقدار بذرکتان مصرفی در تحقیق حاضر، و با توجه به نتایج مطالعات قبلی در دامنه‌ی اثرگذاری ۳۰ تا ۵۰ گرم در روز که برابر با ۰/۳ تا ۰/۶۳ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن بود [۱۸، ۱۷]. طی مدت مداخله، روزانه با بیماران تماس تلفنی گرفته شد و ضمن سوال از بروز عوارض جانبی ناخواسته و احتمالی، به آنان توصیه شد که بسته‌ها را به طور مرتب مصرف کنند.

روش تهیه‌ی نمونه‌های خون: نمونه‌های خون محیطی سیاهرگی در دو مرحله (پیش و پس‌آزمون) به میزان ۵ میلی‌لیتر میلی‌لیتر با استفاده از سرنگ ۵ میلی‌لیتری، ساخت شرکت آلمانی براون از ورید پیش آرنجی بازوی چپ آزمودنی‌ها تهیه شد. نمونه‌های خونی به منظور جداسازی سرم به ویال‌های معمولی بدون ماده‌ی ضد انعقاد ریخته شد و با دستگاه سانتریفیوژ سرم تهیه شده و به میکروتیوب انتقال یافتند. همه‌ی نمونه‌ها تا زمان آزمایش در دمای زیر ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌های خونی توسط کادر حاضر در آزمایشگاه تحقیقاتی پشمینه جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شد. یک هفته قبل از شروع پروتکل تمرینی و بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی، ساعت ۹ صبح، آزمودنی‌ها به آزمایشگاه تربیت بدنی دانشگاه تبریز فراخوانده شدند تا خونگیری از آنها برای اندازه اندازه‌گیری غلظت مالون دی الدئید پلاسما (MDA) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام به عمل آید. بعد از چهار هفته مجدداً پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، ساعت ۹ صبح خونگیری مرحله دوم انجام شد. جهت سنجش میزان مالون دی آلدئید سرمی، به عنوان شاخص اصلی پراکسیداسیون لیپیدی، از تست اسید تیوباربیتیوریک و روش اسپکتروفتومتری بر اساس روش یوچیما و میلارا استفاده شد. به علاوه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما با استفاده از روش FRAP و دستگاه اسپکتروفتومتر (ساخت شرکت بیوتک آمریکا) در طول موج ۵۹۳ نانومتر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری: از آمار توصیفی برای رسم نمودارها و جدول‌ها و همچنین برای به دست آوردن میانگین و انحراف استاندارد در شاخص‌های موردنظر و از آمار استنباطی برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و آزمون فرضیات استفاده شد. برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و پس از اثبات طبیعی بودن آنها برای بررسی فرضیات از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر با عامل بین گروهی یا (۲×۴) و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تمامی عملیات و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری $\alpha \leq ۰/۰۵$ با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ و Excel ۲۰۱۳ انجام گرفت.

نتایج

در جدول شماره ۱ میانگین و انحراف استاندارد مشخصات عمومی آزمودنی‌ها به تفکیک چهار گروه ارائه شده است. اطلاعات این جدول بیانگر این است که تفاوت معنی‌داری در شاخص توده بدن (BMI)، درصد چربی بدن، سن، قد و وزن بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$) و گروه‌ها با یکدیگر همگن بودند. نتایج تحقیق بیانگر این بود که غلظت مالون دی الدیئد سرمی (MDA) در هر سه گروه دارای الگوی تغییرات متفاوتی بود. به طوری که دامنه تغییرات غلظت مالون دی آلدیئد در گروه دریافت‌کننده مکمل بذرکتان ($P=۰/۵۶$) و گروه تمرین ترکیبی با بذرکتان ($P=۰/۷۱$) معنی‌دار نبود در حالی که در گروه تمرین ترکیبی به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P=۰/۰۴$). به علاوه، بررسی نتایج تغییرات غلظت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما (TAC) با استفاده از آزمون تحلیل واریانس در اندازه‌های مکرر نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین تغییرات گروه‌ها در قبل و بعد از چهار هفته تمرین ترکیبی وجود ندارد ($P=۰/۱۸۷$) (جدول شماره ۲). به عبارتی مصرف مکمل بذرکتان و تمرین ترکیبی بر دامنه تغییرات سرمی TAC تأثیر معنی‌داری ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۱- ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها قبل و بعد از مداخلات

شاخص‌ها/گروه‌ها		میانگین± انحراف استاندارد			
		کنترل (n=۹)	مکمل (n=۹)	تمرین ترکیبی (n=۹)	ترکیبی + مکمل (n=۹)
سن (سال)		۲۴/±۲۰ ۲/۵۶	۲۴/۲۰ ۱±/۵۳	۲۵/۶۶ ۱±/۵۰	۲۲/±۵۸ ۲/۲۲
قد (سانتی‌متر)		۱۶۵/۰۴ ± ۱/۹۰	۱۶۵/۱۱ ± ۲/۹۳	۱۶۲/۳۳ ± ۱/۰۰	۱۶۲/۵۲ ± ۱/۹۳
وزن (کیلوگرم)	قبل	۷۲/۶۴ ± ۴/۰۳	۷۲/۵۴ ± ۵/۹۴	۶۹/۲۸ ± ۲/۹۲	۶۹/۶۳ ± ۳/۰۱
	بعد	۷۳/۲۴ ± ۴/۳۶	۷۱/۶۰ ± ۶/۰۰	۶۸/۷۰ ± ۳/۰۰	۶۸/۸۴ ± ۲/۴۸
درصد چربی	قبل	۳۴/۳۰ ± ۱/۷۴	۳۲/۵۸ ± ۱/۶۳	۳۴/۴۷ ± ۱/۴۴	۳۳/۹۲ ± ۱/۲۷
	بعد	۳۴/۸۸ ± ۱/۳۶	۳۱/۵۵ ± ۱/۶۶	۳۳/۹۱ ± ۱/۷۹	۳۳/۶۱ ± ۱/۶۴
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم/مجذور متر)	قبل	۲۷/۰۲ ± ۰/۸۵	۲۵/۶۶ ± ۰/۶۴	۲۶/۴۹ ± ۱/۱۷	۲۷/۱۶ ± ۱/۱۰
	بعد	۲۷/۰۳ ± ۱/۰۸	۲۵/۰۵ ± ۰/۴۱	۲۶/۱۹ ± ۱/۲۰	۲۷/۰۲ ± ۱/۰۵

جدول شماره ۲- نتایج آماری متغیرهای مورد مطالعه در قبل و بعد از چهار هفته

متغیر	گروه‌ها	میانگین انحراف معیار		p- value†	p- value‡	p- value
		قبل	بعد			
MDA (نانومول/میلی‌لیتر)	کنترل	۲/۶۸ ± ۱/۱۳	۲/۶۹ ± ۰/۸۹	۰/۱۱۷	۰/۲۴۰	*۰/۰۰۱
	مکمل	۳/۰۷ ± ۱/۱۴	۳/۰۳ ± ۰/۸۵	۰/۵۶۶		
	تمرین ترکیبی	۲/۷۸ ± ۱/۱۱	۳/۵۵ ± ۰/۶۲	*۰/۰۴		
	ترکیبی+ مکمل	۲/۸۱ ± ۱/۱۹	۲/۹۳ ± ۰/۷۷	۰/۷۱		
TAC (میلی‌مول/ لیتر)	کنترل	۱/۲۳ ± ۰/۱۴	۱/۲۳ ± ۰/۱۲	۰/۱۰۸	۰/۵۱۱	۰/۱۸۷
	مکمل	۱/۲۸ ± ۰/۱۰	۱/۲۴ ± ۰/۱۰	۰/۷۲۹		
	تمرین ترکیبی	۱/۳۱ ± ۰/۱۶	۱/۲۰ ± ۰/۰۸	۰/۷۱۷		
	ترکیبی+ مکمل	۱/۲۷ ± ۰/۱۷	۱/۲۵ ± ۰/۱۲	۰/۱۲۴		

†p- value نتایج آزمون تی همبسته؛ ‡p- value نتایج آزمون تحلیل واریانس؛ p -value اثر تعاملی بین گروه و مراحل اندازه‌گیری * معنی داری

بحث

اگرچه اغلب مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی منظم و طولانی‌مدت اثرات سودمندی بر سلامت افراد جامعه بویژه افراد چاق دارد، اما شواهد مستقیم و غیرمستقیم بیانگر این است که فعالیت‌های سنگین بدنی ممکن است موجب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و استرس اکسایشی در عضلات و سایر بافت‌های فعال بدن شود، به طوری که این واقعیت به خوبی مورد اثبات قرار گرفته است که تولید اکسیدان‌ها با افزایش میزان فعالیت‌های متابولیک ناشی از انقباضات عضلات اسکلتی افزایش می‌یابد و در نتیجه علی‌رغم فواید سلامتی متعدد تمرینات ورزشی طولانی‌مدت برای افراد چاق ورزش-های شدید ممکن است باعث تشدید عوارض ناشی از چاقی از قبیل دیابت و نفروپاتی شود. لذا شناخت و ارائه راهکار مناسب که بتواند از تولید شاخص‌های استرس اکسایشی طی فعالیت‌های شدید بدنی بویژه در افراد چاق و دارای اضافه وزن جلوگیری کند می‌تواند کاربردهای بسیار مهمی داشته باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که چهار هفته تمرین ترکیبی باعث افزایش معنی‌دار غلظت مالون دی الدئید پلاسما

Archive of SID
www.SID.ir

(MDA)، به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی، در گروه تمرین ترکیبی در مقایسه با گروه مصرف مکمل بذرکتان و بذرکتان تمرین ترکیبی می‌شود، در حالیکه کاهش ظرفیت آنتی آنتی‌اکسیدانی تام چهار گروه معنی‌دار نبود.

همسو با یافته‌های پژوهشی حاضر وینسنت (Vincent) و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که غلظت مالون دی آلدئید (MDA) پس از انجام تمرینات ترکیبی در هر دو دسته افراد چاق و با وزن طبیعی افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند، با این توضیح که میزان افزایش در افراد چاق بیشتر بوده است [۹]. رادونویچ و همکاران (۲۰۰۹) نیز به یافته‌های مشابه دست پیدا کردند و مشاهده نمودند که غلظت مالون دی آلدئید در جودوکاران به دنبال انجام تمرینات ترکیبی مقاومتی- استقامتی افزایش می‌یابد [۱۹].

با این حال عزیزبیگی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند که اجرای هشت هفته تمرینات ترکیبی به همراه دو شیوه دیگر تمرینات باعث کاهش معنی‌داری غلظت مالون دی آلدئید (MDA)، به عنوان شاخص استرس اکسایشی، و افزایش آنزیم های انتی اکسیدانی در مردان تمرین نکرده می‌شود [۲۰]. به طور مشابه در تحقیقی دیگر مشاهده شد که هر دو دسته تمرینات ترکیبی (هوازی- مقاومتی) و هوازی (به تنهایی) باعث بهبود وضعیت استرس اکسیداتیو سیستمیک و دفاع آنتی اکسیدانی در مردان میان‌سال کم تحرک می‌شود [۲۱]. آنها دلیل احتمالی برای کاهش این شاخص استرس اکسایشی متعاقب انجام تمرینات ورزشی را به فعال‌سازی مسیرهای سیگنالینگ سلولی که منجر به افزایش بیان آنتی اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی در بدن می‌شود، نسبت داده‌اند. دلیل ناهمسو بودن این مطالعات با مطالعه حاضر را می‌توان مدت زمان تمرین دانست، چنانچه ویزولی (Vezzoli) و همکاران (۲۰۱۴) مشاهده کردند که بعد از ۸ هفته اجرای ۲ نوع برنامه تمرینی، سطوح استراحتی پراکسیداسیون لیپیدی TBARS در دوندگان با تجربه کاهش پیدا می‌کند. در حالی که بعد از چهار هفته تغییری در این شاخص مشاهده نمی‌شود [۲۲].

تحقیق حاضر نشان داد چهار هفته تمرین ترکیبی نتوانست افزایش معنی‌داری در میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام ایجاد کند. بنابراین، به نظر می‌رسد که در اثر اجرای هفته‌های متوالی برنامه‌های ورزشی منظم، سازگاری‌های آنتی‌اکسیدانی مناسبی در آزمودنی‌ها ایجاد می‌شود که مانع از افزایش پراکسیداسیون چربی در آنان خواهد شد. این مسأله در تحقیقات قبلی نشان داده شده است. شاید ماهیت برنامه‌های گروه تمرین ترکیبی (که یک جلسه برنامه‌ی گروه مقاومتی و سه جلسه‌ی بعد برنامهٔ گروه استقامتی را انجام می‌دادند) به گونه‌ای بوده که سازگاری-های مناسب آنتی‌اکسیدانی و درون عضلانی در آنها ایجاد نشده است [۲۳]. همسو با مطالعه حاضر عزیزبیگی (Azizbeigi) و همکاران (۲۰۱۴) که تغییر معنی‌داری را در میزان ظرفیت آنتی آنتی‌اکسیدانی تام گزارش نکردند [۲۰]. آنها دلیل عدم افزایش TAC را مصرف آنتی‌اکسیدان‌های بدن برای مقابله با رادیکال‌های آزاد ایجاد شده ناشی از تمرین عنوان کردند. در مقابل رادوانویک (Radovanovic) و همکاران (۲۰۰۹) با ۱۲ هفته مطالعه بر روی افراد جودوکار، افزایش معنی‌داری را در میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام گزارش کردند [۱۹]. دلیل تناقض را می‌توان تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری آنتی آنتی‌اکسیدان‌ها، سطح آمادگی آزمودنی‌ها، مدت تمرین، و شدت تمرین دانست. در ارتباط با تأثیر فعالیت ورزشی بر آنتی آنتی‌اکسیدان‌ها، ثابت شده است که چنانچه مدت و شدت فعالیت ورزشی به اندازه کافی باشد، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تغییر خواهد کرد.

از طرفی مطالعات متعدد قابلیت مداخلات تغذیه‌ای را در کاهش پاسخ‌های اکسایشی پس از فعالیت ورزشی بررسی کرده اند. در این بین با توجه به عوارض احتمالی مکمل‌های شیمیایی، شوهاد و تحقیقات چندی در زمینه مکمل‌های گیاهی و طبیعی انجام شده است که می‌توان اثرات مفید این مکمل‌ها را در تعدیل استرس اکسایشی ناشی از فعالیت‌های بدنی به وضوح مشاهده کرد. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد مصرف بذرکتان می‌تواند از افزایش معنی‌دار غلظت مالون دی آلدئید در افراد چاق متعاقب یک ماه تمرین ترکیبی جلوگیری کند.

گفته می‌شود ظرفیت ضد اکسایشی بذرکتان باعث کاهش کلسترول و تجمع پلاکتی می‌شود. بذرکتان با محتوای ۱۸/۱ درصد اسیدچرب ضروری امگا ۳ از نوع آلفالینولنیک اسید دارای بالاترین درصد این اسیدچرب ضروری در بین مواد

Archive of SID

www.SID.ir

غذایی می‌باشد [۲۴] و این ماده‌ی ارزشمند یکی از دلایل بالارفتن ظرفیت ضداکسایشی شمرده می‌شود. در داخل بدن اسیدچرب ضروری امگا ۳ به طور عمده به دو صورت مصرف دکوساهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید تبدیل می‌شود که متابولیت‌های این دو نوع خاص اسیدچرب ضروری امگا۳ وارد غشای سلولی بدن می‌شوند که در آنجا تشکیلات سلولی آنها را به موادی تبدیل می‌کند که از لخته شدن غیرمعمول جلوگیری کرده، التهاب سلولی را کاهش داده و باعث آرامش عروق خونی و بالا رفتن پارامترهای تهویه‌ای شده که درنهایت فشار اکسایشی را کم می‌کند [۲۵]. از دیگر دلایل بالا بردن ظرفیت اکسایشی بذرکتان وجود پلی فنول (polyphenol) (نوعی لیگنان) است. پلی‌فنول‌ها مواد متابولیکی ثانویه گیاهی می‌باشند که شامل بزرگترین گروه ضد اکسایشی طبیعی هستند و مصرف آن باعث افزایش ظرفیت دفاع ضد اکسایشی در مقابل آسیب‌های اکسایشی و جلوگیری از اکسایش لیپیدها و پروتئین‌ها از طریق خنثی شدن رادیکال‌های آزاد می‌شود [۲۶]. لیگنان موجود در بذرکتان با نام SDG قبلاً آزمایش شده و باعث تأخیر در بیماران دیابتی نوع ۱ و ۲ شده که در آنها ظرفیت ضد اکسایشی را از طریق سرکوب بیان ژن آنزیم فسفوانول پیروات کربوکسی کیناز (Phosphoanol pyruvate carboxy kinase) بالا می‌برد [۲۷].

عصاره خالص محلول در آب به دست آمده از دانه کتان بدون چربی حاوی: (۸۲۸/۸ g/Kg) پروتئین، و همچنین (۱۰۱/۴ g/Kg) کربوهیدرات محلول در آب و (۲۲/۲ g/Kg) ترکیبات فنولی، (۱۸/۴۰ g/Kg، SDG)، و فرولیک اسید (۱/۴۵ g/Kg) و کوماریک اسید (۲/۰۷ mg/kg) که به طور عمده در اشکال گلیکوزید هستند. جرم اتمی پروتئین‌های موجود در عصاره به طور عمده ۲۳-۲۴ کیلو دالتون بودند. عصاره کتان در یک مدل سیستم امولسیون، قادر به مهار تولید محصولات اکسیداسیون (دیانکونژوگه، پراکسیدها و آلدئیدها) و همچنین تخریب کاروتنوئیدها روغن تخم کتان بود. اثرات آنتی‌اکسیدانی عصاره کتان به غلظت آن وابسته بود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که ترکیبات فنولی (SDG) و پروتئینی با وزن مولکولی کم، موجود در دانه کتان، ممکن است خواص آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی داشته باشد [۲۸] در این راستا پورحسن و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که تجویز بذرکتان باعث تعدیل پراکسیداسیون لیپیدی در موش‌ها می‌شود. همچنین گزارش داده شده است که بذرکتان از طریق مهار و پاکسازی رادیکال‌های آزاد و افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیدانی می‌تواند اثرات ضد اکسایشی قدرتمندی داشته باشد [۲۹].

سهرابی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) با ۶ هفته مطالعه بر روی ۳۵ سر موش صحرایی نابالغ اعلام کردند مکمل‌سازی بذرکتان باعث کاهش مالون دی آلدئید می‌شود هرچند معنی‌دار نمی باشد و همچنین هیچ تأثیر معنی‌داری بر میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی تام ندارد [۱۰]. همچنین مختاری و همکاران (۲۰۱۷) با ۱۴ روز مطالعه بر روی ۳۲ سر موش صحرایی، کاهش معنی دار مالون دی آلدئید را در نتیجه مکمل‌سازی بذرکتان گزارش کردند [۳۰].

نتیجه‌گیری

لذا مطالعه حاضر و مطالعات مشابه مذکور می‌تواند حاوی مفاهیم علمی و کاربردی مهمی در ارتباط با مصرف مکمل‌های طبیعی غنی از آنتی‌اکسیدان، به منظور حفظ سلامت و جلوگیری از آسیب‌های استرس اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی در ورزشکاران و بویژه افراد چاق باشد. با این حال، مشخص شدن اثرات واقعی مصرف پودر بذر کتان به عنوان یک مکمل و مکانیزم‌های احتمالی درگیر در این زمینه تحقیقات بیشتر و جامع‌تری را می‌طلبد.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

1. Kazemi M, Marandi S M, Movahedian Attar A, Haghighatian M and Rezaei Z. Effect of acute exercise on total antioxidant capacity and hydrogen peroxide in male Wistar rats: *J. Practical Studies At Biosciences In Sport* 2014; 2 (3): 29- 37.

2. Ga'ini A A, Sheikholeslami Vatan D, Ashrafi Helen J and Mogharnasi M. Short-term and long-term effects of three types of fasting, endurance and combination of sport activity on the amount of lactate hydrogenase, creatine kinase and plasma malondialdehyde in rats. *Sports Journal of Sport Sciences* 2011; 3 (8): 5-20.

3. Forsythe L K, Wallace J M and Livingstone M B E. Obesity and inflammation: the effects of weight loss. *Nutrition Research Rev.* 2008; 21 (2): 117-133.

4. Parisi S M and Goodman E. Obesity and cardiovascular disease risk in children and adolescents. *Current Cardiovascular Risk Reports* 2008; 2 (1): 47-52.

5. Atashak S, Niloufari A and Azizbighi K. The effect of short-term supplemental Blackberry extract on total antioxidant capacity of the plasma and lipid oxidation index of obese men following one session of resistance activity. *Food Science and Nutrition* 2014; 11 (spring 1393): 55-62.

6. Thirumalai T, Therasa S V, Elumalai E and David E. Intense and exhaustive exercise induce oxidative stress in skeletal muscle. *Asian Pacific J. Tropical Disease* 2011; 1 (1): 63-66.

7. Jahani G, Firoozrai M, Matin Homaee H, Tarverdizadeh B, Azarbayjani M A, Movaseghi G R, Sarasghani M R and Hedayatzadeh R. The Effect of Continuous and Regular Exercise on Erytrocyte Antioxidative Enzymes Activity and Stress Oxidative in Young Soccer Players. *Razi J. Medical Sciences* 2010; 17 (74): 22-32.

8. Azamian Jazi A and Shokouhi R. The Effect of an Eight Week Combined Exercise Training on Oxidative Stress and Lipid Peroxidation in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes. *The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences* 2016; 24 (8): 667-678.

9. Vincent H K, Morgan J W and Vincent K R. Obesity exacerbates oxidative stress levels after acute exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004; 36 (5): 772-779.

10. Shahla S P, Adela J, Mohammad K, Abdolfattah S, Tahereh C o S and hamidreza S. The effect of oxidative stress in immature rat rats with varicocele. *Physiology and Pharmacol.* 1390; 3 (15):416-426.

11. Adolphe J L, Whiting S J, Juurlink B H, Thorpe L U and Alcorn J. Health effects with consumption of the flax lignan secoisolariciresinol diglucoside. *British Journal of Nutrition* 2010; 103 (7): 929-938.

12. Yang W, Fu J, Yu M, Huang Q, Wang D, Xu J, Deng Q, Yao P, Huang F and Liu L. Effects of flaxseed oil on anti-oxidative system and membrane deformation of human peripheral blood erythrocytes in high glucose level. *Lipids in Health and Disease* 2012; 11 (1): 88.

13. Xu J, Gao H, Song L, Yang W, Chen C, Deng Q, Huang Q and Huang F. Flaxseed oil and alpha-lipoic acid combination ameliorates hepatic oxidative stress and lipid accumulation in comparison to lard. *Lipids in Health and Disease* 2013; 12 (1): 58.

14. DiCarlo L, Sparling P, Millard-Stafford M and Rupp J. Peak heart rates during maximal running and swimming: implications for exercise prescription. *International J. Sports Med.* 1991; 12 (03): 309-312.

15. Soori R, Rezaeian N, Khosravi N, Ahmadizad S, Taleghani H, Jourkesh M and Stannard S. Effects of water-based endurance training, resistance training, and combined water and resistance training programs on visfatin and ICAM-1 levels in sedentary obese women. *Science & Sports* 2017; 32 (3): 144-151.

Archive of SID

www.SID.ir

16. Agha Alinejad H, Mehrabani J, Ansari Dogahe R and Piri M. The Influence of Resistance, Endurance, and Combined Resistance-endurance Exercise Training on Interleukin-18 and C-reactive Protein Level in Inactive Female Adolescents. *Tabari Journal of Preventive Medicine* 2016; 2 (1): 38-47.

17. Ursoniu S, Sahebkar A, Andrica F, Serban C and Banach M. Effects of flaxseed supplements on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trial. *Clinical Nutrition* 2016; 35 (3): 615-625.

18. Ju Y. Can flaxseed lower cholesterol levels? Produced by Virginia Cooperative Extension. 2017, pp: 1-7.

19. Radovanovic D, Bratic M, Nurkic M, Cvetkovic T, Ignjatovic A and Aleksandrovic M. Oxidative stress biomarker response to concurrent strength and endurance training. *Gen. Physiol. Biophys.* 2009; 28 (Special Issue): 205-211.

20. Azizbeigi K, Stannard S R, Atashak S and Haghighi MM. Antioxidant enzymes and oxidative stress adaptation to exercise training: comparison of endurance, resistance, and concurrent training in untrained males. *Journal of Exercise Science & Fitness* 2014; 12 (1): 1-6.

21. Schaun M I, Dipp T, Silva Rossato J, Wilhelm E N, Pinto R, Rech A, Plentz R D M, Homem de Bittencourt P I and Reischak-Oliveira A. The effects of periodized concurrent and aerobic training on oxidative stress parameters, endothelial function and immune response in sedentary male individuals of middle age. *Cell Biochemistry and Function* 2011; 29 (7): 534-542.

22. Vezzoli A, Pugliese L, Marzorati M, Serpiello F R, La Torre A and Porcelli S. Time-course changes of oxidative stress response to high-intensity discontinuous training versus moderate-intensity continuous training in masters runners. *PLoS One* 2014; 9 (1): e87506.

23. Abbasali G, Dariush S V, Jawad A H and Mahdi M. Short-term and long-term effects of three types of exercise activity, endurance and combination on the amount of lactate hydrogenase, creatine kinase and malondialdehyde in rats. *Sports Sciences (Motion)* 1390; 8: 5-20.

24. Jangale N M, Devarshi P P, Dubal A A, Ghule A E, Koppikar S J, Bodhankar S L, Chougale A D, Kulkarni M J and Harsulkar A M. Dietary flaxseed oil and fish oil modulates expression of antioxidant and inflammatory genes with alleviation of protein glycation status and inflammation in liver of streptozotocin–nicotinamide induced diabetic rats. *Food Chem.* 2013; 141 (1): 187-195.

25. Asif M. Health effects of omega-3, 6, 9 fatty acids: Perilla frutescens is a good example of plant oils. *Oriental Pharmacy & Experimental Medicine* 2011; 11 (1): 51-59.

26. Pilar B C, da Costa Güllich A A, Ströher D J, Zuravski L, Mezzomo J, Coelho R P, Faoro D, Piccoli J d C E and Manfredini V. 28-days dietary supplementation with golden flaxseed improves biochemical and oxidative parameters in patients with metabolic syndrome. *Journal of Functional Foods* 2014; 10: 232-242.

27. Katare C, Saxena S, Agrawal S, Prasad G and Bisen P. Flax seed: a potential medicinal food. *J. Nutr. Food Sci.* 2012; 2 (120): 2.

28. Waszkowiak K and Barthet V J. Characterization of a Partially Purified Extract from Flax (*Linum usitatissimum* L.) Seed. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 2015; 92 (8): 1183.1194.

29. Poorhassan M, Mahakizadeh S, Bazrafkan M, Nikmehr B, Abolhassani F, Ijaz S, Yamini N, Dashti N, Akbari M and Hassanzadeh G. Flaxseed can reduce the damages induced by hypoxia in the testis of rat. *Int. J. Fertil. Steril.* 2017; 12 (3): 7-1.

30. Mokhtari T, Faghir Ghanesefat H, Hassanzadeh G, Moayeri A, Jafar Haeri S M, Rezaee Kanavee A and Mousavi S M. Effects of Flaxseed oil supplementation on renal dysfunction due to ischemia/reperfusion in rat. *Journal of Basic Research in Medical Sciences* 2017; 4 (1): 22-29.

Archive of SID
www.SID.ir