فیزیولوژی ورزشی شماره ۳۹، پاییز ۱۳۹۷. صص ۷۴-۵۱

اثر دوزهای مختلف عصارهٔ ریشهٔ شیرین‌بیان با یک دوره تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام خون مردان کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن

حسن نقی‌زاده[1]

۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۸

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثر دوزهای مختلف ریشهٔ شیرین‌بیان با تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام خون مردان کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن بود. در یک کارآزمایی نیمه‌تجربی- با طرح دوسویهٔ کور، ۹۰ مرد کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن به شش گروه ۱۵ نفری (اول، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در روز؛ دوم، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در روز؛ سوم، مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در روز؛ چهارم، مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در روز؛ پنجم، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم دارونما در روز و ششم، کنترل با مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم دارونما در روز) تقسیم شدند. برنامهٔ تمرین مقاومتی به‌مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه اجرا شد. نتایج درون‌گروهی بیانگر افزایش معنادار گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در گروه تمرین- مکمل ۲۵۰ میلی‌گرم ($P = 0.023$)، تمرین- مکمل ۵۰۰ میلی‌گرم ($P = 0.014$)، و تمرین-دارونما ($P = 0.038$) بود. بیشترین درصد افزایش معنادار گلوتاتیون پراکسیداز (۴/۱۰ درصد) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (۲۹/۷۱ درصد) به گروه تمرین- مکمل ۵۰۰ میلی‌گرم اختصاص داشت. نتایج بین‌گروهی نشان داد که اختلاف معنادار افزایشی بین گروه تمرین-مکمل ۲۵۰ میلی‌گرم، تمرین- مکمل ۵۰۰ میلی‌گرم و تمرین- دارونما با گروه‌های مکمل ۲۵۰، ۵۰۰ میلی‌گرم و کنترل در میانگین غلظت گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام وجود داشت ($P < 0.05$). انجام تمرینات مقاومتی همراه با مصرف مکمل شیرین‌بیان احتمالاً می‌تواند در تقویت وضعیت آنتی‌اکسیدانی مردان کم‌تحرک و اضافه‌وزن مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: **تمرین مقاومتی، مکمل شیرین‌بیان، گلوتاتیون پراکسیداز، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، فشار اکسیداتیو**

*نویسندهٔ مسئول: E-mail: naghizadeh2011@ardakan.ac.ir

مقدمه

اضافه‌وزن و به‌دنبال آن چاقی، با افزایش فرایندهای التهابی، فراخوانی اجزای سیستم ایمنی به محل التهاب، افزایش مصرف ناکارآمد اکسیژن، تولید رادیکال‌های آزاد واکنشی و آپوپتوز همراه هستند که درنهایت، به مرگ بافت‌های حیاتی بدن منجر می‌شوند (۱). حاصل عمل رادیکال‌های آزاد محصولات متنوعی هستند که بر ساختارهای غشایی سلول‌ها، پروتئین‌های ساختمانی، آنزیمی و لیپیدی بدن اثرهای تخریبی دارد (۲)؛ البته دستگاه‌های حیاتی بدن با برخورداری از سیستم دفاع آنتی‌آکسیدانی ازقبیل پاراکسوناز[1] (PON)، سوپر اکساید دیسموتاز[2] (SOD)، کاتالاز[3] (CAT)، گلوتاتیون پراکسیداز[4] (GSH-Px)، بیلی‌روبین، ویتامین E، C و غیره، تولید و شکل‌گیری رادیکال‌های آزاد را به‌حداقل می‌رسانند و بدین‌شکل از اثرهای مخرب آن‌ها جلوگیری می‌کنند (۲،۳). از عوامل اصلی شکل‌گیری اضافه‌وزن و چاقی کم‌تحرکی است که با کاهش سوخت‌وساز بدن و کاهش پایداری غشای سلول‌ها و بافت‌ها، موجب زمینهٔ شکل‌گیری بیش‌ازحد رادیکال‌های آزاد و تضعیف عملکرد دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که در افراد کم‌تحرک چاق و دچار اضافه‌وزن، سطح فعالیت دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن پایین است و شواهد حاکی از دخالت اجزای سندروم متابولیک در این فرایندها است (۴،۵). دراین‌راستا، اثبات شده است که فعالیت بدنی عاملی است که سبب افزایش سوخت‌وساز بدن می‌شود و از این طریق باعث ایجاد تعادل انرژی در بدن می‌شود و حتی در افراد چاق با ایجاد تعادل منفی انرژی، باعث افزایش و تقویت فعالیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۶). بخش عمده‌ای از فعالیت‌های ورزشی، فعالیت‌های مقاومتی هستند که مکمل فعالیت‌های هوازی و بی‌هوازی هستند؛ البته آنچه به‌نظر می‌رسد مهم باشد، طراحی یک برنامهٔ تمرینی مناسب و کارآمد برای رسیدن به اهداف مطلوب است. بنابراین، آنچه در پژوهش حاضر بنابر اهمیت موضوع از دیدگاه سلامتی به آن پرداختیم، بررسی اثرهای مخرب اضافه‌وزن بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام[5] مردان جوان کم‌تحرک با استفاده از تمرینات مقاومتی غیرخطی (با ویژگی استقامت عضلانی) همراه با مصرف دوزهای مختلف عصارهٔ ریشه گیاه دارویی شیرین‌بیان است. الگوی تمرینات مقاومتی غیرخطی (با ویژگی استقامت عضلانی، تکرار و حجم تمرین بالا) به‌گونه‌ای است که با بهبود نیمرخ ترکیب بدنی (کاهش درصد چربی

1. Paraoxonase
2. Superoxide Dismutase
3. Catalase
4. Glutathione Peroxidase
5. Total Antioxidant Capacity (TAC)

بدن[۱]، کاهش شاخص تودهٔ بدن[۲]، کاهش تودهٔ چربی بدن[۳] و افزایش تودهٔ بدون چربی[۴]، افزایش آمادگی قلبی- تنفسی (افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه[۵]) و عملکرد عضلانی (افزایش قدرت عضلانی) باعث انسجام و پایداری غشاهای سلولی دربرابر وضعیت‌های اکسیداسیونی می‌شود که این ویژگی اخیر وجه تمایز و منحصربه‌فرد این فعالیت‌ها از فعالیت‌های بدنی دیگر است (۹-۷). براساس مبانی نظری (۱۰-۸) و نتایج پژوهش نیک‌سرشت و همکاران (۷)، مشخص شده است که اجرای تمرین مقاومتی غیرخطی در افراد چاق و اضافه‌وزن با ایجاد سازگاری‌هایی البته سودمند در دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی (افزایش ظرفیت و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی)، دستگاه ایمنی (کاهش شاخص‌های التهابی) و ترکیب بدنی (کاهش وزن نامطلوب، شاخص تودهٔ بدن، درصد چربی بدن و افزایش تودهٔ عضلانی) همراه است. همچنین، گزارش شده است که میزان تغییرات فشار اکسیداتیوی ناشی از برنامه‌های تمرین مقاومتی، تحت‌تأثیر اشکال مختلف تمرینات مقاومتی قرار دارد (۱۱). منصور و همکاران (۱۲) بیان کردند که هشت هفته تمرین مقاومتی غیرخطی در مقایسه با تمرین مقاومتی خطی، با کاهش بیشتر وزن اضافی نامطلوب، افزایش متوسط تودهٔ عضلانی، ایجاد فشار اکسیداتیو بالا و تقویت وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن همراه است؛ درحالی‌که عزیزبیگی و همکاران (۱۳) نشان دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی فزایندهٔ خطی بر فعالیت سوپر اکساید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و استرس اکسیداتیو، در گلبول‌های قرمز مردان سالم اثر معناداری نداشته است (۱۳).

مطالعات فارماکولوژی نشان می‌دهند در جوامعی که از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند، افراد از وضعیت سلامتی و اجتماعی مطلوب‌تری برخوردارند (۱۴،۱۵). یکی از این گیاهان، گیاه شیرین‌بیان است. ریشهٔ شیرین‌بیان دارای ترکیبات متعددی نظیر دکسی کورتیکوسترون[۶]، اسید گلیسیریزین[۷]، آسپاراژین[۸]، رزین‌ها[۹]، روغن‌های فرار (۱۶،۱۷) و ترکیبات فلاونوئیدی مانند لیکیریتیجنین[۱۰]،

1. Body Fat Percentage (%BF)
2. Body Mass index (BMI)
3. Body Fat Mass (BFM)
4. Fat Free Mass (FFM)
5. VO2max
6. Doxy-Corticosterone
7. Glycyrrhizin Acid
8. Asparagine
9. Resins
10. Liquiritigenin

لیکیریتین[۱]، ایزولیکیریتین[۲]، ایزولیکیریتیجنین[۳] و کومارین[۴] (هرنیارین[۵] و اومبلی فرن[۶]) است (۱۸،۱۹). دراین‌راستا، بیراری[۷] و همکاران (۲۰) اثرهای آنتی‌اکسیدانی، ضدچاقی و کاهش‌دهندگی لیپیدهای خون را دراثر مصرف شیرین‌بیان گزارش کردند. دلربا و همکاران (۲۱)، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز) گیاه شیرین‌بیان را در پاسخ به تنش‌های اکسیداتیو و پاکسازی رادیکال‌های آزاد نشان دادند. شاپنا[۸] و همکاران (۲۲) نشان دادند که عصارهٔ متانولی شیرین‌بیان به‌دلیل وجود گلابرن، لیکوایزوفلاون B و گانکاوونین-۱ فعالیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی دربرابر شرایط تنش‌زا داشت. لیانگ[۹] و همکاران (۲۳) نشان دادند که سه ماه برنامهٔ تمرینی کاهش وزن و مصرف اسید گلیسیریزین (مؤثرترین مادهٔ آنتی‌اکسیدان شیرین‌بیان) در افراد چاق با افزایش غلظت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و مهار AGEs (عامل آپوپتوز سلول‌های اندوتلیال سیاهرگ بندناف انسانی) همراه است. به‌نظر می‌رسد که اسید گلیسیریزین، آنزیم‌های پراکسیداز، آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و ترکیبات فلاونوئیدی موجود در ریشهٔ گیاه شیرین‌بیان، بیشترین سازش و اثر تعاملی را با فعالیت‌های‌بدنی داشته باشند. براساس فرضیات موجود، به‌نظر می‌رسد مکانیسمی که شیرین‌بیان به‌واسطهٔ آن باعث تقویت دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن می‌شود، حساسیت چشمگیر اسید گلیسیریزین، ترکیبات فلاونوئیدی (لیکیریتیجنین، لیکیریتین، ایزولیکیریتین و ایزولیکیریتیجنین) و آنزیم‌های پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز موجود در ریشهٔ شیرین‌بیان در پاک‌سازی و قطع زنجیره‌های رادیکال‌های آزاد واکنشی (اکسیژن یکتایی، هیدروکسیل، پراکسید هیدروژن و سوپراکسید) باشد (۲۳-۲۱). براساس مطالب ذکرشده می‌توان به‌خوبی نقش انکارناپذیر فعالیت‌های بدنی و مصرف گیاهان دارویی را در بهبود و تقویت دستگاه‌های بدن درک کرد و نتیجه‌گیری درست از این موضوع که مصرف گیاهان دارویی درکنار فعالیت‌های بدنی می‌تواند اثرهای هم‌افزایی مثبتی در بهبود و تقویت عملکرد دستگاه‌های بدن ازجمله دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی داشته باشد، نیازمند انجام پژوهش‌های علمی دقیق‌تر است. همچنین، با توجه به علم دردسترس ما و بررسی پیشینهٔ مطالعهٔ حاضر، پژوهشی که به بررسی اثر تعاملی تمرین مقاومتی غیرخطی و گیاه شیرین‌بیان بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن پرداخته باشد، یافت نشد و تنها در چند مطالعه و آن هم فقط اثر اصلی تمرین یا گیاه شیرین‌بیان بررسی شده است؛ برهمین‌اساس، پژوهش

1. Liquiritin
2. Isoliquiritin
3. Isoliquiritigenin
4. Coumarins
5. Herniarin
6. Umblia Frene
7. Birari
8. Shapna
9. Liang

حاضر در تلاش است به این سؤال اصلی پژوهش پاسخ دهد که آیا اثر تعاملی تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف عصارهٔ ریشهٔ گیاه شیرین‌بیان بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام مردان جوان کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن، معنادار است یا نه؟

روش پژوهش

دانشجویان پسر جوان سالم کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن شهرستان یزد در سال ۱۳۹۵ جامعهٔ آماری پژوهش حاضر را تشکیل دادند؛ براین‌اساس، در یک کارآزمایی نیمه‌تجربی- با طرح دوسویهٔ کور، ۹۰ دانشجوی پسر جوان سالم کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن با دامنهٔ سنی ۱۸ تا ۲۵ سال با روش نمونه-گیری تصادفی ساده انتخاب شدند و در شش گروه ۱۵ نفری شامل تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در روز (NRT+SG250mg)، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در روز (NRT+SG500mg)، گروه مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در روز (SG250mg)، مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در روز (SG500mg)، گروه تمرین مقاومتی غیرخطی- دارونما (NRT+P250mg) و گروه کنترل- دارونما (C+P250mg) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها ازلحاظ شاخص‌های سن، قد، یک تکرار بیشینهٔ[1]پرس سینه،BF%، BMI و VO2max همگن شدند. حجم نمونه براساس مطالعات قبلی در سطح معناداری آلفا یا خطای نوع اول (۰/۰۵ درصد) و توان بتا یا خطای نوع دوم (۰/۸) با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.[2] نسخهٔ ۲۲ برای هر گروه ۱۵ نفر تعیین شد. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، اهداف و اقداماتی که طی پژوهش انجام می‌شدند، برای آزمودنی‌ها شرح داده شدند و آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش را امضا کردند. معیارهای ورود به پژوهش عبارت بودند از: نداشتن بیماری‌های قلبی و عروقی، تنفسی، کلیوی و متابولیکی، نداشتن رژیم‌های غذایی خاص، مصرف‌نکردن مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی، کم‌تحرک‌بودن و نداشتن فعالیت بدنی منظم درطول شش ماه قبل از انجام پژوهش. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل شرکت نامنظم در پروتکل تمرین، مصرف‌نکردن مکمل شیرین‌بیان به‌طور منظم، مبتلاشدن به بیماری، مصرف مکمل‌های رژیمی دیگر و شرکت در فعالیت‌های بدنی خارج از پروتکل تمرینی پژوهش حاضر بودند. در جدول شمارهٔ یک، مشخصات جسمانی آزمودنی‌ها ارائه شده است. اطلاعات جدول شمارهٔ یک نشان می‌دهد که گروه‌ها در زمان پیش‌آزمون تفاوت معناداری در مشخصات فیزیولوژیک و آنتروپومتریک نداشتند و گروه‌ها از این لحاظ همگن بودند.

1. One Maximum Repetition (1RM)
2. SPSS

جدول ۱- مشخصات جسمانی آزمودنی‌ها در شروع مطالعه (میانگین ± انحراف استاندارد)

گروه	تمرین مقاومتی غیرخطی – ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل	تمرین مقاومتی غیرخطی – ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل	۲۵۰ میلی‌گرم مکمل	۵۰۰ میلی‌گرم مکمل	تمرین‌مقاومتی غیرخطی– دارونما	کنترل-دارونما	F	P
سن (سال)	۲۳/۰۳ ± ۲/۱۱	۲۲/۶۴ ± ۲/۴۳	۲۰/۳۰ ± ۳/۲۷	۲۱/۴۱ ± ۳/۱۵	۲۳/۶۱ ± ۲/۰۶	۲۰/۸۷ ± ۲/۷۹	۱/۷۶۴	۰/۸۳۵
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۱۹ ± ۴/۱۷	۱۷۸/۱۶ ± ۵/۱۷	۱۸۰/۷۰ ±۳/۲۳	۱۷۵/۶۰ ± ۴/۴۸	۱۷۸/۵۸ ± ۵/۱۱	۱۷۲/۶۰ ± ۳/۸۱	۰/۸۹۴	۰/۷۱۱
وزن بدن (کیلوگرم)	۸۴/۱۹ ± ۲/۷۲	۸۶/۱۷ ± ۲/۷۰	۸۸/۱۴ ± ۳/۹۳	۸۷/۰۴ ± ۴/۵۸	۸۷/۲۴ ± ۳/۷۰	۷۹/۴۰ ± ۵/۱۸	۰/۴۱۰	۰/۱۱۰
%BF (درصد)	۲۲/۵۹ ± ۲/۱۰	۲۱/۴۸ ± ۳/۲۴	۲۲/۴۰ ± ۳/۸۲	۲۳/۲۵ ± ۲/۷۰	۲۱/۶۹ ± ۱/۱۶	۲۲/۱۵ ± ۲/۶۴	۱/۴۸۷	۰/۹۲۱
FFM (کیلوگرم)	۶۴/۱۳ ±۳/۸۳	۶۶/۲۶ ± ۲/۵۹	۶۶/۱۴ ± ۲/۳۷	۶۶/۳۷ ± ۳/۱۰	۶۵/۶۲ ± ۴/۵۰	۶۳/۴۸ ± ۳/۱۶	۰/۵۱۱	۰/۵۱۱
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۷/۵۱ ± ۱/۰۸	۲۷/۲۶ ± ۲/۳۱	۲۷/۲۰ ± ۲/۱۸	۲۸/۴۴ ± ۲/۲۰	۲۷/۶۰ ± ۱/۰۹	۲۶/۹۱ ± ۱/۱۰	۱/۳۸۰	۰/۲۱۹
WHR (درصد)	۰/۹۲ ± ۰/۰۱	۰/۹۲ ± ۰/۰۳	۰/۹۱ ± ۰/۰۲	۰/۹۲ ± ۰/۰۱	۰/۹۱ ± ۰/۰۱	۰/۹۲ ± ۰/۰۲	۰/۳۴۱	۰/۲۱۶
فشارخون دیاستول (میلی‌متر جیوه)	۸۰/۳۸ ±۱/۷۰	۸۱/۰۶ ± ۱/۵۹	۷۹/۴۲ ± ۲/۴۳	۸۰/۸۰ ± ۱/۰۹	۷۹/۳۷ ± ۲/۷۷	۸۰/۱۶ ± ۱/۵۰	۰/۴۰۲	۰/۱۶۵
فشارخون سیستول (میلی‌متر جیوه)	۱۱۹/۳۰ ± ۲/۴۰	۱۱۹/۷۲ ± ۱/۷۳	۱۲۰/۵۲ ±۱/۶۲	۱۲۱/۳۱ ± ۱/۳۸	۱۲۰/۱۴ ± ۲/۰۸	۱۲۰/۰۵ ± ۱/۴۱	۰/۳۹۸	۰/۵۹۸
1RM پرس پا (کیلوگرم)	۳۶/۲۹ ± ۲/۵۲	۳۴/۹۰ ± ۴/۴۷	۳۴/۴۱ ± ۳/۱۰	۳۵/۵۰ ± ۲/۷۹	۳۶/۴۸ ± ۳/۶۱	۳۷/۷۱ ± ۳/۴۳	۱/۴۱۱	۰/۴۸۷
1RM پرس سینه (کیلوگرم)	۲۹/۸۸ ± ۳/۴۰	۳۱/۸۱ ± ۳/۱۸	۳۰/۳۸ ± ۴/۴۸	۳۲/۹۶ ± ۲/۶۸	۳۲/۸۷ ± ۳/۵۱	۳۳/۶۲ ± ۴/۱۰	۲/۱۷۶	۰/۲۷۶
VO2max (mil.kg.min)	۳۶/۱۷ ± ۲/۹۲	۳۴/۲۹ ± ۳/۵۲	۳۵/۴۰ ± ۳/۴۱	۳۴/۶۴ ± ۴/۷۰	۳۴/۰۸ ± ۵/۲۵	۳۶/۱۹ ± ۲/۱۷	۰/۳۸۷	۰/۶۵۷

قد و همچنین، وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی پزشکی (سکا، مدل ۲۲۰، آلمان) به کیلوگرم اندازه‌گیری و ثبت شد. شاخص تودهٔ بدن براساس نسبت وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (مترمربع) برآورد شد. نسبت دور کمر به دور باسن (WHR)[1] با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن به‌طور غیرمستقیم و برآوردی ازطریق اندازه‌گیری چربی زیرپوستی در سه نقطهٔ شکم، فوق‌خاصره و سه‌سربازو با استفاده از کالیپر لافایت مدل ۰۱۱۲۷، ساخت آمریکا اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۷):

(۰/۳۹۲۸۷ × (مجموع چربی زیرپوستی سه نقطه)) − (۰/۰۰۱۰۵ × (مجموع چربی زیرپوستی سه نقطه)[۲]) + ۰/۱۵۷۷۲ × (سن) − ۴/۱۸۸۴۵ = درصد چربی بدن

وزن کل × درصد چربی بدن = تودهٔ چربی بدن

تودهٔ چربی بدن − وزن کل = تودهٔ بدون چربی بدن

اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی در وضعیت بدون کفش و جوراب با حداقل لباس بعد از هشت ساعت ناشتایی صورت گرفت. از فشارسنج جیوه‌ای برای اندازه‌گیری فشارخون سیستول و دیاستول استفاده شد؛ به‌طوری‌که فرد در وضعیت نشسته و عضلات دست در حالت شل قرار داشت. اندازه‌گیری توسط فرد متخصص از سمت دست راست درحالی‌که روی میز گذاشته شده بود، صورت گرفت. از آزمودنی‌ها خواسته شد که حداقل یک ساعت قبل از اندازه‌گیری فشارخون، فعالیت شدید نداشته باشند و غذای سنگین، قهوه و دیگر نوشیدنی‌های محرک مصرف نکرده باشند. آزمودنی‌ها نباید برای مدت طولانی ناشتا باشند. پنج دقیقه قبل از معاینه، آزمودنی‌ها باید استراحت کامل داشته باشند و درهنگام معاینه لباس‌های سبک با آستین گشاد بر تن داشته باشند. اتاق معاینه هنگام اندازه‌گیری فشارخون باید ساکت و آرام باشد. از گفت‌وگوهای مهیج و شوخی هنگام اندازه‌گیری فشارخون باید خودداری شود. با توجه به احتمال افزایش فشارخون در اثر مصرف بیش‌ازحد شیرین‌بیان، کنترل فشارخون آزمودنی‌ها یکی از مهم‌ترین متغیرهای کنترل‌شده در این پژوهش بود که به‌صورت سه بار در هفته انجام گرفت. هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها درطول دورهٔ تمرینات با افزایش فشارخون که دارای علایم بالینی باشند، مواجه نشدند. برای سنجش 1RM در حرکات تمرینی، آزمودنی‌ها در یک جلسه تحت‌آموزش نحوهٔ اجرای درست برنامهٔ تمرینات و نکات ایمنی قرار گرفتند. در ادامه، 1RM در حرکات موردنظر (پرس پا، پرس سینه، پرس سینهٔ شیب‌دار، پارویی نشسته، لیفت مرده، شکم با زانوی خمیده، کشش از بالا، بلندشدن روی پنجهٔ پا، پشت ران، پرس

1. Waist to Hip Ratio

شانه، کشش هالتر تا چانه و جلو بازو هالتر) با استفاده از معادلهٔ برزیسکی[1] برآورد شد؛ مطابق فرمول زیر (۱۳):

1RM = وزنهٔ جابه‌جاشده (کیلوگرم) ÷ [۱/۰۲۷۸ − (تعداد تکرار × ۰/۰۲۷۸)]

برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی، ابتدا آزمودنی‌ها با نحوهٔ دویدن روی نوارگردان آشنا شدند. در ادامه، حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از برنامهٔ استاندارد آزمون بروس (۲۴) سنجش شد. با توجه به اینکه آزمودنی‌های این پژوهش مردان غیرفعال بودند، از فرمول زیر (۲۴) برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی استفاده شد:

حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه) =
۱۴/۸۰ − (۱/۳۷۹ − زمان) + (۰/۴۵۱ × زمان[2]) − (۰/۰۱۲ × زمان[3])

معیارهای قطع آزمون بروس برای آزمون‌شونده عبارت بودند از: افزایش ناگهانی و بیش‌ازحد ضربان قلب برای مدت طولانی و بازنگشتن آن به حالت طبیعی‌تر، افزایش ضربان قلب بیش از ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه، رنگ‌پریدگی مفرط صورت، داشتن سرگیجه و حفظنکردن تعادل روی نوارگردان (۲۴).

تمام مراحل پژوهش در شرایط دمایی (۲۶-۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد) و رطوبت نسبی (۵۰-۵۵ درصد) مشابه و یکسان در دو مرحله (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) با استفاده از ابزارها و روش‌های آزمایشگاهی معتبر انجام شدند.

برنامهٔ تمرین مقاومتی غیرخطی طبق جداول شمارهٔ دو و شمارهٔ سه، براساس مدل پیشنهادی کرامر و فلک[2] (۲۵، ۷) به‌مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه اجرا شد. تمرینات مقاومتی به‌شکل دایره‌ای و به‌صورت اصل اضافه‌بار انجام شدند؛ بدین‌صورت‌که 1RM آزمودنی‌ها دو هفته یک بار تعیین شد و هفته‌های سوم و چهارم، پنجم و ششم، هفتم و هشتم، پروتکل تمرینی براساس 1RM جدید و به‌کارگیری اصل اضافه‌بار انجام شد. همچنین، ۱۰ دقیقه برنامهٔ گرم‌کردن در ابتدای شروع تمرینات و ۱۰ دقیقه دورهٔ سردکردن در انتهای هر جلسه اجرا شد.

1. Brzycki
2. Kramer & Felk

جدول ۲- برنامهٔ تمرین مقاومتی غیرخطی به‌ترتیب تعداد تکرار، درصد یک تکرار بیشینه و تعداد ست‌ها

شدت حرکات	خیلی سبک	سبک	متوسط	سنگین
پرس پا	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۳ × ۱۰/۷۵	۳ × ۴/۹۰
پرس سینه	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۳ × ۱۰/۷۵	۳ × ۴/۹۰
پرس سینهٔ شیب‌دار	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	-	-
پارویی نشسته	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۳ × ۱۰/۷۵	۳ × ۴/۹۰
لیفت مرده	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۳ × ۱۰/۷۵	۳ × ۴/۹۰
شکم با زانوی خمیده	۱×۲۰	۲×۲۰	۳ × ۱۵	۳ × ۱۸
کشش از بالا	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۲× ۱۰/۷۵	-
بلندشدن روی پنجهٔ پا	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۲× ۱۰/۷۵	۲ × ۴/۹۰
پشت ران	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۲× ۱۰/۷۵	۲ × ۴/۹۰
پرس شانه	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۲× ۱۰/۷۵	۲ × ۴/۹۰
کشش هالتر تا چانه	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۲× ۱۰/۷۵	۲ × ۴/۹۰
جلو بازو هالتر	۱× ۲۰/۴۰	۲ × ۱۵/۱۶	۲× ۱۰/۷۵	۲ × ۴/۹۰

استراحت بین حرکات و نوبت‌ها ۱، ۲-۱، ۵-۳ به‌ترتیب برای شدت‌های خیلی سبک، سبک و متوسط، سنگین

جدول ۳- ترتیب جلسات در برنامهٔ تمرین مقاومتی غیرخطی

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
جلسهٔ اول	L	L	M	VL	M	L	VL	H
جلسهٔ دوم	M	VL	H	H	M	M	M	VL
جلسهٔ سوم	L	H	L	L	L	H	L	M

شدت تمرینات: خیلی سبک (VL)، سبک (L)، متوسط (M)، سنگین (H)

آماده‌سازی و میزان مصرف مکمل شیرین‌بیان (با مادهٔ مؤثر اسید گلیسریزین کمتر از پنج درصد) به شرح زیر صورت گرفت. ابتدا با مطالعات فارماکولوژیک (۲۶، ۱۸،۱۹) اطلاعات لازم درخصوص تهیهٔ عصارهٔ شیرین‌بیان که دارای بالاترین سودمندی باشد، به‌دست آمد. در ادامه، ریشهٔ گیاه شیرین‌بیان در اوایل زمستان ۱۳۹۳ از مزرعه‌های پژوهشی-کشاورزی یاسوج جمع‌آوری شد و سپس، با کمک کارشناسان علوم گیاهی شناسایی شد. ریشه‌های مرطوب شیرین‌بیان پس از تمیزشدن و گرفتن گل‌ولای آن، با قیچی باغبانی به قطعات کوچک‌تری بریده شدند و در آون معمولی با دمای ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت یک هفته خشک شدند. ریشه‌های خشک‌شده با آسیاب چکشی پودر شدند و در کیسه‌های پلی‌اتیلن در فریزر (۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد) نگهداری شدند. در ادامه، اندازهٔ موردنیاز از پودر موردآزمایش در آب ریخته شد و محلول حاصل به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۲ درجهٔ سانتی‌گراد گرم‌خانه گذاشته شد. بعد از ۲۴ ساعت، مایع رویی استخراج و فیلتر شد و توسط دستگاه

تقطیر در خلأ تلغیظ شد. نمونهٔ تلغیظ‌شده روی شیشهٔ ساعت قرار داده شد و در آون ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد با تبخیر حلال، رسوب خشک‌شدهٔ حلال به‌دست آمد (۲۷). سپس، نمونه‌های مهیاشده با کمک پژوهشکدهٔ فرآورده‌های گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی استان البرز با مجوز بهداشتی لازم از ادارهٔ کل نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت، زیرنظر متخصصان گیاهان دارویی به‌صورت کپسول-های ۲۵۰ میلی‌گرمی با مادهٔ مؤثر اسید گلیسیریزین کمتر از پنج درصد تهیه شدند. دارونما نیز در کپسول‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی هم‌شکل و هم‌رنگ با کپسول‌های مکمل، اما با محتوای آرد سوخاری تهیه شد. هر روز ساعت ۱۷ عصر قبل از جلسهٔ تمرینی، کپسول‌های مکمل و دارونما توسط مسئول مربوط به گروه‌های مصرف‌کنندهٔ شیرین‌بیان و دارونما داده شدند.

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی شیرین‌بیان با استفاده از روش‌های زیر صورت گرفت:

اندازه‌گیری رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر طبق روش پروانه (۲۸) انجام شد.

اندازه‌گیری قند قبل و بعد از هیدرولیز از رابطهٔ زیر محاسبه شد (۲۹).

درصد قند قبل و بعد از هیدرولیز = (مصرفی تیتراسیون/۲۵٪) × (۷۰/۱۰۰) ×۱۰۰× (۱۰۰/۴)

وزن نمونه = ۴؛ حجم اصلی = ۷۰؛ ضریب محلول فهلینگ = ۲۵٪

مقدار کل ترکیبات فنولی موجود در عصارهٔ ریشهٔ شیرین‌بیان توسط رنگ‌سنجی به روش فولین-سیوکالتو[1] بررسی شد. در این روش، مقدار کل ترکیبات فنولی براساس یک ترکیب فنولی انتخاب‌شده، بیان می‌شود و در اغلب موارد، این ترکیب اسید گالیک[2] است و نتایج آن به‌صورت اکی‌والانت اسیدگالیک بیان می‌شود. مقدار کل ترکیبات فنولی با استفاده از معادلهٔ خط رسم‌شده برای اسیدگالیک برمبنای اسیدگالیک و به‌صورت میلی‌گرم در گرم نمونهٔ خشک بیان می‌شود (۳۰). ارزیابی میزان مهار رادیکال آزاد دی.پی.پی.اچ. (DPPH)[3] توسط عصاره با روش شیمیدا[4] و همکاران (۳۱) و ازطریق رابطهٔ زیر محاسبه شد:

$$\text{مهار رادیکال آزاد DPPH (٪)} = \frac{(A_C - A_S)}{A_C} \times ۱۰۰$$

در این رابطه، A_C و A_S به‌ترتیب جذب کنترل و جذب نمونه هستند.

قدرت احیاکنندگی عصاره برای احیای یون‌های آهن سه ظرفیتی با روش یلدیریم[5] و همکاران (۳۲) ارزیابی شد. از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی زیاد و محلول استاندارد گلیسیریزین با خلوص ۷۵

1. Folin-Ciocalteu
2. Gallic Acid
3. 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl
4. Shimada
5. Yildirim

درصد، برای اندازه‌گیری میزان گلیسیریزین عصاره استفاده شد (۳۳). برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل عصاره از روش پریتو[1] و همکاران (۳۴) استفاده شد.

جدول ۴- ترکیب شیمیایی ریشهٔ شیرین بیان (برحسب وزن خشک)

ترکیب شیمیایی (درصد)	
پروتئین	۷/۳۸ ± ۰/۶۱
چربی	۲/۸۹ ± ۰/۳۷
خاکستر	۸/۰۴ ± ۰/۱۱
رطوبت	۴/۲۵ ± ۰/۵۹
قند قبل از هیدرولیز	۸/۴۷ ± ۰/۱۸
قند بعد از هیدرولیز	۱۱/۴۲ ± ۰/۷۵

جدول ۵- مقدار کل ترکیبات فنولی و میزان اسیدگلیسیریزین به‌دست‌آمده از ریشهٔ شیرین‌بیان

ترکیبات فنولی (اکی‌والانت اسید گالیک میلی‌گرم در گرم نمونهٔ خشک)	۶۱/۴۱۱ ± ۰/۷۲
میزان گلیسیریزین (درصد)	۲/۰۱۵ ± ۰/۱۳

جدول ۶- ارزیابی قدرت احیاکنندگی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و مهار رادیکال آزاد عصارهٔ شیرین‌بیان (میلی‌گرم عصاره در میلی‌لیتر)

قدرت احیاکنندگی	۰/۰۹۴
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل	۰/۱۰۱
مهار رادیکال آزاد	۰/۱۸۹

اقدامات لازم جهت کنترل تغذیهٔ آزمودنی‌ها با توجه به اینکه آزمودنی‌های این مطالعه دانشجویان پسر خوابگاهی بودند و عامل تغذیه از عوامل اصلی اثرگذار بر نتایج پژوهش حاضر بود، بدین شکل اجرا شد که برای کنترل این اثر مخل سعی شد همهٔ آزمودنی‌ها از غذای سلف سرویس دانشگاه با توجه به نظر متخصص تغذیه استفاده کنند. وعده‌های غذایی‌ای که می‌توانستند بر متغیرهای وابستهٔ پژوهش درطول پروتکل تمرینی تأثیرگذار باشند، از برنامهٔ غذایی شرکت‌کنندگان حذف شدند و وعده‌های غذایی مناسب جایگزین آن‌ها شدند. همچنین، رژیم غذایی آزمودنی‌ها ازطریق پرسش‌نامهٔ ۲۴ ساعتی یادآمد غذایی، ۲۴ ساعت مانده به اولین و آخرین مرحلهٔ خون‌گیری، ازنظر

1. Prito

درشت‌مغذی‌ها (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) و ریزمغذی‌ها (بتاکاروتن، ویتامین‌های C و E) پایش شد (جدول شمارهٔ هفت).

جدول ۷- تجزیه‌وتحلیل رژیم غذایی آزمودنی‌ها قبل و بعد از مداخله (انحراف استاندارد± میانگین)

گروه‌ها	زمان	تمرین مقاومتی غیرخطی ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل	تمرین مقاومتی غیرخطی ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل	۲۵۰ میلی‌گرم مکمل	۵۰۰ میلی‌گرم مکمل	تمرین‌مقاومتی غیرخطی–دارونما	کنترل–دارونما	معناداری
کربوهیدرات (گرم در روز)	پیش	۲۷۹/۱۶ ± ۲۱/۱۱	۲۸۷/۴۷ ± ۵۷/۱۰	۲۹۲/۱۴ ± ۲۹/۳۱	۲۸۴/۷۰ ± ۲۹/۲۶	۲۸۳/۴۸ ± ۳۷/۷۲	۲۸۵/۳۷ ± ۴۴/۶۹	۰/۸۹۰
	پس	۲۹۱/۳۵ ± ۲۷/۱۸	۲۹۸/۶۴ ± ۶۶/۳۷	۲۹۶/۲۷ ± ۳۳/۵۰	۲۸۸/۷۷ ± ۳۴/۴۰	۲۹۸/۵۵ ± ۳۹/۶۰	۲۸۹/۷۰ ± ۴۶/۵۸	۰/۱۰۳
چربی (گرم در روز)	پیش	۸۷/۳۳ ± ۲۱/۱۵	۷۸/۱۷ ± ۱۸/۶۰	۸۵/۱۹ ± ۲۴/۱۸	۸۹/۷۰ ± ۲۴/۲۷	۸۴/۴۰ ± ۲۲/۷۰	۸۸/۴۷ ± ۱۷/۶۶	۰/۱۶۵
	پس	۹۰/۵۴ ± ۲۴/۱۸	۸۳/۱۹ ± ۲۲/۶۸	۹۰/۲۴ ± ۲۷/۲۶	۹۲/۷۹ ± ۲۷/۳۰	۹۱/۵۱ ± ۲۴/۸۱	۸۵/۴۴ ± ۱۴/۴۰	۰/۱۵۷
پروتئین (گرم در روز)	پیش	۸۴/۷۷ ± ۳۲/۲۰	۹۰/۱۸ ± ۲۷/۱۰	۹۳/۶۱ ± ۲۰/۵۰	۸۶/۳۸ ± ۲۴/۱۱	۹۱/۵۸ ± ۲۵/۱۷	۸۳/۲۸ ± ۲۷/۱۶	۰/۴۸۵
	پس	۹۱/۸۰ ± ۳۷/۲۶	۹۲/۱۹ ± ۳۲/۱۵	۹۵/۶۶ ± ۲۴/۶۲	۸۹/۴۴ ± ۲۶/۴۰	۹۶/۶۰ ± ۲۸/۱۱	۸۶/۴۶ ± ۳۵/۰۹	۰/۱۸۱
ویتامین C (میلی‌گرم/ روز)	پیش	۵۱/۴۱ ± ۱۳/۲۰	۵۷/۱۸ ± ۱۷/۴۸	۶۰/۲۴ ± ۱۷/۲۷	۶۲/۲۹ ± ۲۱/۶۰	۵۶/۳۴ ± ۲۱/۷۷	۶۲/۴۴ ± ۱۶/۰۸	۰/۱۰۹
	پس	۵۹/۴۹ ± ۱۵/۱۳	۶۷/۲۲ ± ۲۰/۳۶	۶۳/۳۰ ± ۲۱/۱۹	۶۶/۵۰ ± ۲۴/۱۶	۶۴/۶۹ ± ۲۵/۸۰	۶۴/۲۷ ± ۱۹/۱۱	۰/۱۶۳
ویتامین E (میلی‌گرم/ روز)	پیش	۵/۱۴ ± ۳/۱۳	۶/۳۴ ± ۲/۴۱	۴/۵۴ ± ۲/۶۹	۵/۷۴ ± ۲/۶۹	۴/۵۲ ± ۲/۰۸	۷/۱۵ ± ۱/۰۸	۰/۲۷۶
	پس	۶/۲۴ ± ۳/۳۷	۸/۵۷ ± ۳/۰۳	۵/۲۶ ± ۲/۸۵	۶/۳۸ ± ۲/۷۷	۵/۶۵ ± ۲/۱۴	۷/۲۴ ± ۱/۲۵	۰/۱۷۹
بتاکاروتن (میکروگرم/ روز)	پیش	۵۸۹/۴۳ ± ۲۱۶/۸۷	۶۱۵/۱۵ ± ۲۷۹/۴۹	۶۷۴/۲۴ ± ۱۹۰/۳۳	۵۲۱/۱۴ ± ۲۷۷/۳۱	۵۸۶/۷۲ ± ۳۲۱/۱۷	۶۱۹/۴۸ ± ۳۰۴/۷۱	۰/۸۰۴
	پس	۷۸۴/۳۷ ± ۳۵۷/۲۵	۸۲۵/۲۷ ± ۳۰۶/۱۵	۷۴۹/۱۹ ± ۲۴۸/۹۹	۶۲۴/۲۳ ± ۳۱۷/۴۹	۷۰۵/۴۳ ± ۴۰۷/۶۳	۵۹۳/۶۹ ± ۲۹۸/۲۶	۰/۳۴۶
انرژی (کیلوکالری)	پیش	۲۵۷۰/۱۷ ± ۱۰۱/۴۷	۲۵۹۱/۷۸ ± ۹۸/۲۶	۲۶۹۵/۴۵ ± ۱۱۴/۳۰	۲۶۶۲/۷۰ ± ۱۰۴/۶۹	۲۶۳۴/۸۰ ± ۱۱۵/۴۱	۲۶۳۹/۴۸ ± ۹۷/۷۴	۰/۳۷۶
	پس	۲۷۳۰/۶۰ ± ۱۱۳/۱۸	۲۷۰۲/۶۶ ± ۱۰۶/۱۱	۲۷۷۱/۸۱ ± ۱۱۹/۱۰	۲۷۲۶/۱۶ ± ۱۱۰/۵۱	۲۷۹۹/۳۴ ± ۱۲۴/۱۶	۲۶۴۹/۷۶ ± ۱۰۵/۸۶	۰/۲۱۶

* تفاوت معنادار بین گروهی در سطح $P < 0.05$

خون‌گیری و تجزیه و تحلیل متغیرهای بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر به شرح زیر انجام شد. ۴۸ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرین و بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی، بین ساعت هشت و نه صبح و قبل از سنجش 1RM، مقدار پنج سی‌سی نمونهٔ خونی از ورید بازوئی دست راست آزمودنی‌ها گرفته شد (پیش‌آزمون). همین شیوهٔ خون‌گیری بعد از ۴۸ ساعت از پایان آخرین جلسهٔ تمرین نیز اجرا شد (پس‌آزمون). بخشی از نمونه‌های خونی به‌شکل سرم (بخش جداشده پس از انعقاد نمونهٔ خونی) با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ ساخت شرکت هتیچ[1] آلمان (۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) جدا شدند و بخشی دیگر به‌صورت پلاسما با افزودن مادهٔ ضد انعقاد EDTA تهیه شدند. سپس، نمونه‌های تهیه‌شده در میکروتیوب‌های ۱/۵ میکرولیتری ریخته شدند و تا زمان تجزیه‌وتحلیل آزمایش‌های بیوشیمیایی، در دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند.

فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز با استفاده از کیت مدل انسانی مربوط به آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز ساخت کمپانی شیمیایی کایمان آمریکا[2] به روش کالری‌متری آنزیمی و الایزا اندازه‌گیری شد. حساسیت روش اندازه‌گیری ۰/۴۰ واحد در میلی‌لیتر و میزان دقت براساس ضریب تغییرات درون‌آزمونی ۲/۳ درصد بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام با استفاده از روش FRAP[3] اندازه‌گیری شد (۲۶).

تمامی داده‌ها به‌صورت (میانگین ± انحراف استاندارد) بیان شدند. ابتدا از آزمون آماری شاپیرو-ویلک[4] برای تعیین طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لوین[5] برای بررسی تجانس واریانس‌ها استفاده شد. از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آنالیز واریانس دوراهه با اندازه‌گیری‌های مکرر طرح عاملی برای آزمون فرضیه‌ها استفاده شد. سطح معناداری برای تمام محاسبات $\alpha = 0.05$ درنظر گرفته شد و تمام محاسبات با بستهٔ نرم‌افزاری اس.پی.اس.اس.[6] نسخهٔ ۲۲ انجام شدند.

نتایج

قبل از تمرین، مصرف انرژی روزانهٔ گروه‌های تجربی در مقایسه با گروه کنترل ازلحاظ درشت‌مغذی‌ها (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) اختلاف معناداری را نشان نداد ($P > 0.05$) (جدول شمارهٔ هفت). درطول تمرین، مصرف درشت‌مغذی‌ها افزایش داشت؛ اما تفاوت معناداری بین گروه‌ها

1. Hettich
2. Cayman Chemical Co. (USA)
3. Ferric Reduction Antioxidant Power (FRAP)
4. Shapiro-Wilk
5. Levin
6. SPSS

نیز مشاهده نشد (P > 0.05). بیشترین درصد تغییرات معنادار وزن بدن (۴/۶۲ درصد)، درصد چربی بدن (۲۱/۷۲ درصد)، شاخص تودۀ بدن (۳/۸۹ درصد)، WHR (۱/۰۴ درصد) و تودۀ بدون چربی بدن (۱/۳۳ درصد)، از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون، همگی مربوط به گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در مقایسه با سایر گروه‌ها بودند (P < 0.05). ازلحاظ عملکرد عضلانی 1RM پرس پا (۴۳/۱۸ درصد)، 1RM پرس سینه (۳۱/۴۶ درصد) و حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه (۱۵/۲۳ درصد)، بیشترین درصد تغییرات معنادار نیز به گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در مقایسه با سایر گروه‌ها اختصاص داشت (P < 0.05). نتایج نشان داد که اثر اصلی تمرین درجهت افزایش برای سطوح سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (P = 0.001) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (P = 0.002) معنادار است (جدول شمارۀ هشت). اثر اصلی مکمل درجهت افزایش برای سطوح سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (P = 0.002) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (P = 0.003) نیز معنادار است (جدول شمارۀ هشت). همچنین، مشاهده شد که اثر تعاملی تمرین و مکمل باعث افزایش سطوح سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام شده است که این افزایش تنها برای آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (P = 0.013) معنادار است (جدول شمارۀ هشت). نشان داده شد که بیشترین تغییرات معنادار افزایشی در آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون مربوط به گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان است. همچنین، بین گروه‌های تمرین- مکمل و تمرین با گروه‌های مکمل و کنترل براساس تفاضل میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام تفاوت معناداری مشاهده شد (شکل شمارۀ یک) (P < 0.05). نتایج درون‌گروهی نشان داد که بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان، تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان و گروه تمرین مقاومتی غیرخطی– دارونما، تفاوت معناداری وجود داشت (شکل شمارۀ یک) (P < 0.05). نتایج نشان داد که بیشترین اندازۀ اثر عامل آزمایشی (ES) بر فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، عامل تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در مقایسه با سایر عامل‌های آزمایشی بود (جدول شمارۀ هشت)؛ به‌طوری‌که این عامل بر فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز اندازۀ اثر متوسط (ES =0.40) و بر فعالیت سرمی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، اندازۀ اثر بزرگ (ES = 2.29) داشت.

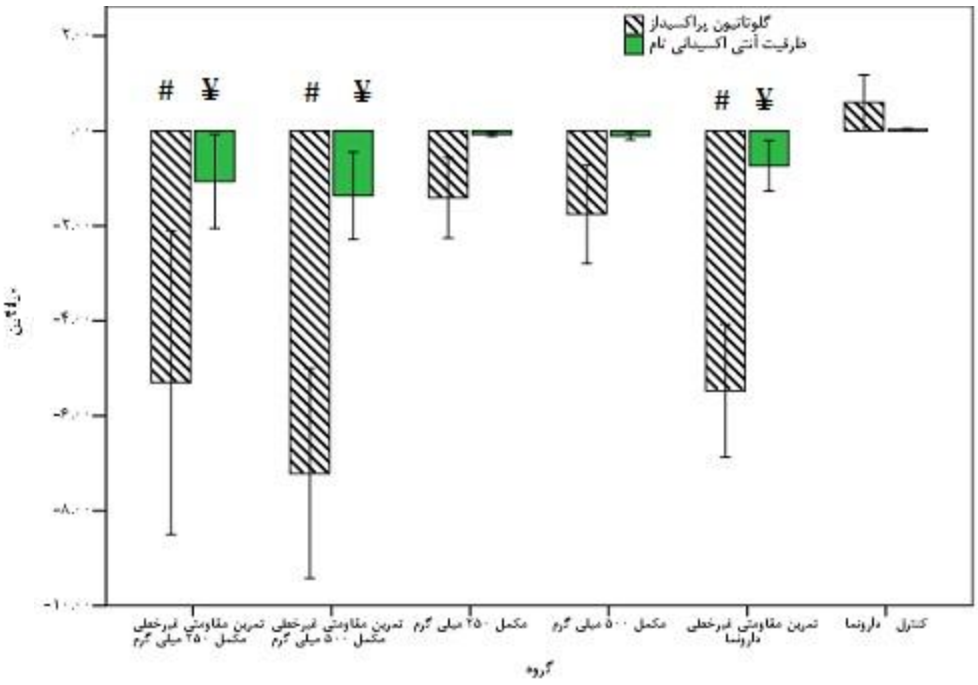
جدول ۸- مقادیر سرمی GSH-Px و TAC آزمودنی‌ها قبل و بعد از هشت هفته مداخله (انحراف استاندارد± میانگین)

متغیرها	زمان	تمرین مقاومتی غیرخطی ۲۵۰ میلی گرم مکمل شیرین‌بیان	تمرین مقاومتی غیرخطی ۵۰۰ میلی گرم مکمل شیرین‌بیان	۲۵۰ میلی گرم مکمل شیرین‌بیان	۵۰۰ میلی گرم مکمل شیرین‌بیان	تمرین مقاومتی غیرخطی - دارونما	کنترل- دارونما	نتایج آنالیز واریانس دو راهه سطح معناداری		
								t	s	txS
GSH-Px (nmol/min/ml)	قبل	۱۲/۴۰ ± ۱۴۵/۱۷	۱۷/۱۱ ± ۱۵۱/۱۳	۱۴/۱۵ ± ۱۳۹/۱۵	۱۶/۰۱ ± ۱۴۸/۳۱	۱۹/۱۴ ± ۱۵۰/۰۹	۱۳/۱۴ ± ۱۴۰/۶۵			
	بعد	۱۴/۳۶ ± ۱۵۰/۴۷	۱۹/۴۱ ± ۱۵۷/۳۴	۱۴/۱۹ ± ۱۴۰/۱۵	۱۶/۰۸ ± ۱۴۹/۸۷	۲۰/۱۶ ± ۱۵۵/۵۶	۱۳/۱۰ ± ۱۴۰/۰۵	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۲*	۰/۰۱۳*
	MD	-۵/۳۰	-۶/۲۱	-۱/۰۰	-۱/۵۶	-۵/۴۷	۰/۰۶			
	VP	٪ ۳/۶۵	٪ ۴/۱۰	٪ ۰/۷۱	٪ ۱/۰۵	٪ ۳/۶۴	٪ -۰/۴۲			
	ES	۰/۴۰	۰/۴۷	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۴۱	---			
TAC (µmol/ml)	قبل	۶/۱۵ ± ۱/۳۷	۴/۶۱ ± ۰/۷۶	۵/۴۴ ± ۱/۲۷	۶/۴۹ ± ۱/۷۱	۴/۷۷ ± ۰/۸۶	۷/۱۰ ± ۰/۵۹			
	بعد	۷/۲۱ ± ۱/۵۱	۵/۹۸ ± ۰/۸۴	۵/۵۲ ± ۱/۳۳	۶/۵۹ ± ۱/۷۸	۵/۵۱ ± ۰/۹۷	۷/۰۸ ± ۰/۶۰	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۳*	۰/۰۵۷
	MD	-۱/۰۶	-۱/۳۷	-۰/۰۸	-۰/۱	-۰/۷۴	۰/۰۲			
	VP	٪ ۱۷/۲۳	٪ ۲۹/۷۱	٪ ۱/۴۷	٪ ۱/۵۴	٪ ۱۵/۵۱	٪ -۰/۸			
	ES	۱/۷۶	۲/۲۹	۰/۱۰	۰/۱۳	۱/۲۲	---			

VP: درصد تغییرات، MD: تفاوت میانگین‌ها، ES: اثر عامل آزمایشی

t: اثر اصلی تمرین، s: اثر اصلی مکمل، txS: اثر تعاملی تمرین و مکمل.

* تفاوت معنادار در سطح $P < 0.05$



شکل ۱- تفاضل میانگین تغییرات سرمی گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام آزمودنی‌ها بعد از هشت هفته مداخله

#: تفاوت معنادار با گروه مکمل ۲۵۰ میلی‌گرم، ۵۰۰ میلی‌گرم و کنترل ($P <0.05$).

¥: تفاوت معنادار با پیش‌آزمون ($P <0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

کم‌تحرکی، وزن اضافی نامطلوب و متعاقب آن چاقی، از اجزای اصلی سندرم متابولیک و تضعیف سیستم ایمنی و ضداکسایشی بدن به‌شمار می‌روند. این پژوهش با هدف تأثیر مصرف دوزهای مختلف ریشهٔ گیاه شیرین‌بیان و تمرین مقاومتی غیرخطی بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام بدن خون مردان کم‌تحرک دارای اضافه‌وزن، اجرا شد. در این پژوهش، مصرف شیرین‌بیان با دوزهای ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم و تمرین مقاومتی غیرخطی، به‌تنهایی و به‌صورت ترکیبی (با انرژی مصرفی مشابه)، اثرهای سودمند معناداری را بر وزن بدن، تودهٔ چربی بدن، تودهٔ بدون چربی بدن، درصد چربی بدن، شاخص تودهٔ بدن و WHR بعد از هشت هفته پروتکل تمرینی داشت؛ البته بیشترین درصد تغییرات مربوط به تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین‌بیان در مقایسه با سایر گروه‌ها بود. این تغییرات بر اثر تعاملی تمرین با

مکمل شیرین‌بیان بر شاخص‌های ذکرشده دلالت دارند. این مسئله از بعد سلامتی می‌تواند حائز اهمیت باشد؛ زیرا، گزارش شده است که چربی بدن و ترکیب بدن بر فشار اکسیداتیو و تولید گونه‌های فعال اکسیژنی تأثیرگذار است (۱۴، ۱).

از نتایج دیگر سودمند پروتکل تمرینی پژوهش حاضر می‌توان به افزایش معنادار قدرت عضلانی (اندازه‌گیری‌شده به‌صورت 1RM پرس پا و پرس سینه) در تمام گروه‌های تجربی به‌ویژه در گروه تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین‌بیان اشاره کرد. این بهبودی در قدرت عضلانی با تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف شیرین‌بیان، با بهبودی در حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه و کاهش تودهٔ چربی بدن، درصد چربی بدن، شاخص تودهٔ بدن و WHR (اثرهای مثبت) همراه بود. بیشترین بهبودی در حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه (۱۵/۲۳ درصد) بعد از تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین‌بیان مشاهده شد که با یافته‌های پژوهش گتمن[1] و پولاک[2] همسو است (۳۵،۳۶). آن‌ها گزارش کردند که برنامه‌های وزنه‌ای کوتاه‌مدت با مصرف مکمل‌های ویتامینی (هشت تا ۲۰ هفته) حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه را در زنان و مردان، به‌ترتیب چهار و هشت درصد افزایش می‌دهد. گزارش شده است که تمرین مقاومتی با ویژگی استقامت عضلانی به بیوژنز میتوکندریایی منجر می‌شود و سطح مقطع بزرگ‌تر تارها مسافت انتشار اکسیژن و سوبستراها را افزایش می‌دهد (۲۵،۳۵). افزون‌براین، مصرف شیرین‌بیان به‌دلیل داشتن ترکیبات فلاونوئیدی و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز ظرفیت اکسایشی عضلات را افزایش می‌دهد (۲۳)؛ بنابراین، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه در پژوهش حاضر را می‌توان به تغییرات احتمالی‌ای که در محیط ساختاری و فیزیولوژیک عضلات به‌وجود آمده است، نسبت داد. هایری چاکیر- اتابک[3] و همکاران (۳۷) گزارش کردند که تمرینات مقاومتی با ویژگی هایپرتروفی و قدرتی می‌توانند موجب کاهش آسیب سلولی و فشار اکسیداتیو در طولانی‌مدت شوند. مکانیسم‌های احتمالی افزایش قدرت عضلانی در پژوهش حاضر را می‌توان به فعال‌سازی واحدهای حرکتی، فعال‌سازی پروتئین کیناز و فسفاتاز درون‌سلولی، فعال‌سازی کلسی نورین، کاهش فعالیت میواستاتین، فعال‌سازی کاتکولامین‌ها و هورمون رشد شبه‌انسولینی، مهار مسیر یو بی کوئیتین-پروتئازوم، تنظیم مثبت کانال رهایش کلسیم و مهار آتروجین-۱ نسبت داد (۳۷، ۱۱، ۱۰، ۸، ۳).

1. Gettman
2. Pollack
3. Hayriye Cakir-Atabek

از نتایج دیگر پژوهش حاضر می‌توان به افزایش معنادار مقادیر سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، بعد از هشت هفته پروتکل تمرینی در تمام گروه‌های تجربی در مقایسه با شرایط کنترل اشاره کرد. بیشترین تغییرات افزایشی معنادار مقادیر سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (۴/۱۰ درصد) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (۲۹/۷۱ درصد) به گروه تجربی دوم (تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین بیان) اختصاص داشت. در مقایسهٔ اندازهٔ اثر عامل آزمایشی در پژوهش حاضر به این نکته می‌توان اشاره کرد که بیشترین اندازهٔ اثر عامل آزمایشی بر فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، عامل تمرین مقاومتی غیرخطی با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل شیرین‌بیان در مقایسه با سایر عامل‌های آزمایشی بود؛ به‌طوری‌که این عامل بر فعالیت سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز اندازهٔ اثر متوسط (ES =0.40) و بر فعالیت سرمی ATC اندازهٔ اثر بزرگ (ES = 2.29) داشت. افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بر این موضوع دلالت دارد که احتمالاً تمرین مقاومتی غیرخطی بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بدن را تنظیم مثبت کرده است و به‌موجب چنین سازگاری‌ای، فعالیت سرمی آنزیم‌ها افزایش یافته است (۳۹، ۳۸). افزون‌براین، این نکته را باید مدنظر داشت که یک نوع از ایزوآنزیم‌های آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز برای انجام فعالیت مطلوب به سلنیوم به‌عنوان کوفاکتور نیاز دارد (۴۰). ازآنجایی‌که در پژوهش حاضر از گیاه دارویی شیرین‌بیان استفاده شد و در پژوهش‌های فارماکولوژی به وجود سلنیوم در ترکیبات این گیاه اشاره شده است، می‌توان استنباط کرد که مصرف مکمل شیرین‌بیان همراه با تمرین توانسته است از کاهش کوفاکتور (سلنیوم) گلوتاتیون پراکسیداز جلوگیری کند و فعالیت آنزیم را افزایش دهد و درپی آن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بدن افزایش یابد. این موضوع احتمالاً می‌تواند افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بدن را در پژوهش حاضر توجیه کند. همچنین، گزارش شده است که مصرف اسید گلیسیریزین (مؤثرترین مادهٔ آنتی‌اکسیدانی شیرین‌بیان) باعث مهار AGEs (عامل مؤثر در تولید ROS و آپوپتوزهای سلول‌های اندوتلیال سیاهرگ بندناف انسانی (HUVECs)، افزایش معنادار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش معنادار فشار اکسیداتیو را به‌همراه دارد (۲۳). همسو با نتایج پژوهش حاضر، توکر[1] و همکاران (۴۱) نشان دادند که تمرین اینتروال با شدت بالا در افراد غیرفعال با سندرم متابولیک، با افزایش بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی همراه است. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش لیانگ و همکاران (۲۳) مبنی بر اینکه سه ماه برنامهٔ تمرینی کاهش وزن در مردان چاق، فعالیت دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیمی بدن را متعاقب کاهش وزن افزایش می‌دهد (۲۳) همسو بود و با نتایج پژوهش عزیزبیگی و همکاران (۱۳) که گزارش کردند هشت هفته تمرین

1. Tucker

مقاومتی بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام بدن گلبول‌های قرمز مردان چاق تأثیر معناداری نداشت، مغایرت داشت. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سطوح شاخص‌های آسیب سلولی و فشار اکسیداتیو بعد از انجام فعالیت مقاومتی دایره‌ای با شدت ۱۰ تکرار بیشینهٔ شش و ۲۴ ساعت بعد از آن، در مردان سالم به‌طور معناداری افزایش می‌یابد (۱۳). علاوه‌براین، هافمن[1] و همکاران (۴۲) گزارش کردند که فشار اکسیداتیو بعد از فعالیت با شدت ۶۰ و ۹۰ درصد تکرار بیشینه، به‌طور معناداری افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که فعالیت‌های مقاومتی با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و ایجاد فشار اکسیداتیو در محیط سلول، موجب سازگاری (بیوسنتز DNA آنزیم‌های آنتی اکسیدانی) و کاهش فشار اکسیداتیو در بلندمدت می‌شوند. لیو[2] و همکاران (۴۳) گزارش دادند که یک هفته تمرین مقاومتی شدید در وزنه‌برداران موجب کاهش فعالیت دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌شود و فشار اکسیداتیو را افزایش می‌دهد و حجم‌های تمرینی زیاد و بازیافت کوتاه‌مدت بعد از تمرینات می‌توانند پاسخ فشار اکسیداتیو را به‌همراه داشته باشند. باید خاطرنشان کرد که دورهٔ بازیافت بلندمدت ۳۰ تا ۹۰ ثانیه در تمرینات مقاومتی با شدت متوسط حجم بالا و دورهٔ بازیافت بلندمدت دو تا پنج دقیقه در تمرینات مقاومتی شدید با حجم کم می‌تواند در سازگاری‌های احتمالی تأثیرگذار باشد و حتی تعداد حرکات تمرین مقاومتی و نیز نوع گروه عضلانی مورداستفاده در نتیجه‌گیری نهایی مؤثر است؛ به‌طوری‌که در پژوهش حاضر از یازده حرکت و کل بدن استفاده شده است و شاید این موضوع توجیه مناسبی برای تناقض‌های موجود باشد. برخی گزارش‌ها حاکی از آنند که افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و درپی آن، کاهش فشار اکسیداتیو در آزمودنی‌های جوان نسبت به آزمودنی‌های مسن بیشتر است (۱۳). پاریس[3] و همکاران (۴۴) گزارش کردند که ۱۴ هفته تمرین مقاومتی سطوح استراحتی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (CuSOD, MnSOD، GSH-Px) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام مردان مسن را افزایش نداد که این یافته با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد و دلیل احتمالی آن را می‌توان به مصرف مکمل و آزمودنی‌های جوان پژوهش حاضر نسبت داد.

در یک نگاه، از این نتایج می‌توان استنباط کرد که تمرین مقاومتی غیرخطی اثرهای سودمندی بر فعالیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن (افزایش مقادیر سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام) دارد؛ البته بیشترین سودمندی و اندازهٔ اثر عامل آزمایشی زمانی حاصل شد که به‌همراه تمرین، مکمل ۵۰۰ میلی‌گرمی شیرین‌بیان (گیاه دارویی با خواص مهم آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، اکسیداسیون چربی، زخم معده، آنتی موتاژنیک، کاهنده کلسترول و غیره) مصرف شد

1. Haffman
2. Liu
3. Parise

که نتایج گروه تجربی دوم این موضوع را تأیید می‌کند. چندین مکانیسم برای افزایش ظرفیت اکسایشی بدن به‌دنبال فعالیت‌های بدنی پیشنهاد شده‌اند که شامل آنزیم‌های کلیدی میتوکندریایی، انتقال‌دهنده‌های گلوکز، انتقال‌دهنده‌های لاکتات غشای عضلانی، فعال‌سازی ۵-آدنوزین مونو فسفات فعال‌شده با پروتئین کیناز (AMPK) و PGC-1α، فاکتور هسته‌ای- κB (NF-κB)، کاهش تودۀ چربی بدن، کاهش حضور مهارکننده‌های گردشی درون‌زا (۱۳) و کاهش اختلالات متقابل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (۴۶، ۴۵) هستند و شاید اثرهای تطابقی آنزیم ذکرشده و احتیاج بیشتر مسیر این آنزیم در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد تولیدشده در طی تمرینات مقاومتی باشد. در گذشته، بعضی پژوهش‌ها اثرهای فعالیت‌های کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت را بر استرس اکسیداتیو و دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن بررسی کرده‌اند (۴۷، ۲۹)؛ اما این نتایج کاملاً متناقض هستند؛ به‌طوری‌که بعضی از این نتایج پیشنهاد می‌کنند که افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن ناشی از فعالیت است (۴۸، ۳۰)؛ درحالی‌که مطالعات دیگر نشان داده‌اند که فعالیت‌های کوتاه‌مدت موجب کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند (۴۹). به‌طورکلی، تناقض در نتایج مطالعات انجام‌شده را می‌توان به وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها، میزان تأثیرپذیری و پاسخ‌های متفاوت آزمودنی‌ها نسبت به تمرینات مقاومتی، جنسیت، سابقۀ تمرینی، نوع تمرینات، مکمل‌سازی، وضعیت تغذیه، نوع نمونۀ ارزیابی‌شده، نوع تارهای عضلانی، نژاد آزمودنی‌ها، نمونه‌های حیوانی درمقابل انسانی، روش‌های سنجش شاخص‌های بیوشیمایی، زمان نمونه‌گیری و زمان سنجش متغیرها نسبت داد. این پژوهش مانند پژوهش‌های دیگر خالی از محدودیت نبود. نبود پیشینۀ پژوهشی مشابه و تعداد نمونه‌های کم، از محدودیت‌های بارز پژوهش حاضر به‌شمار می‌روند. همچنین، برای روشن‌ترشدن سازوکارهای مولکولی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تغییرات آن‌ها در بدن به‌دنبال تمرینات مقاومتی غیرخطی با مصرف مکمل شیرین‌بیان، انجام پژوهش‌های گسترده‌ای نیازمند است. درنهایت، امید است نتایج حاصل از این پژوهش توانسته باشد اطلاعات هرچند اندک اما سودمندی را دراختیار پژوهشگران آینده بگذارد.

در این پژوهش، میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، قدرت عضلانی و حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینۀ مردان کم‌تحرک دارای اضافه‌وزن افزایش داشت؛ اما تودۀ چربی بدن، درصد چربی بدن، شاخص تودۀ بدن و WHR کاهش نشان داد. بیشترین درصد تغییرات در شاخص‌های ذکرشده در گروه تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم شیرین‌بیان مشاهده شد؛ بنابراین، با توجه به معناداربودن این تغییرات، افراد کم‌تحرک و با اضافه‌وزن می‌توانند برای تقویت دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن از تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف شیرین‌بیان استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسنده از همکاری تمام افرادی که در پژوهش حاضر شرکت داشتند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

1. Sekeroglu MR, Tarakcioglu M. Effect of acute and regular exercise on antioxidative enzymes, tissue damage markers and membrane lipid peroxidation of erythrocytes in sedentary students. Tr J of Medical Sciences.2013;18:411- 4.
2. Roberta C, Maria V, Guglielmo D, Ivan D, Federico Q, Monica P. et al. Oxidative stress responses to a graded maximal exercise test in older adults following explosive-type resistance training. J Redox Biology. 2014;(2):65-72.
3. Delavar R, Mogharnasi M, Khoobkhahi N. The Effects of Combined Training on Oxidative Stress and Antioxidant Defense Indicators. Int J Basic Sci Med, 2017;2(1):29-32.
4. Farzanegi P, Habibian M, Kaftari A. Effect of 6-weeks aerobic exercise training on oxidative stress and enzymatic antioxidants in postmenopausal women with hypertension: Case Stud. 2014. J Mazandaran Univ Med Sci, 2014;23(108):134-6.
5. Pasaoglu H, Sancak B, Bukan N. Lipid peroxidation and resistance to oxidation in patients with type 2 diabetes mellitus. Tohoku J Exp Med. 2004;203(3):211-8.
6. Samadi A, Gaeini A, Hedayati M, Rahimi, M. The effect of resistance exercise on oxidative stress in cardiac and skeletal muscle tissues of streptozotocin-induced diabetic rats. J Basic and Clinical Pathophysiology. 2013;2(1):28-33.
7. Nikseresht M, Agha-Alinejad H, Azarbayjavi M, Ebrahim K. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. J Strength Cond Res. 2014;28(9):2560-8.
8. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, et al. American college of sports medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. J Medicine and Science in Sports and Exercise. 2011;43(7):1334-59.
9. Fleck S. Non-linear periodization for general fitness & athletes. J Human Kinetics. 2011;29(Special Issue):41-5.
10. McNamara JM, Stearne DJ. Flexible nonlinear periodization and beginner college weight training class. J Strength Cond Res. 2010;24:17-22
11. Zembron-Lacny A, Slowinska-Lisowska M, Szygula Z, Witkowski K, Stefaniak T, Dziubek W. Assessment of the antioxidant effectiveness of alpha-lipoic acid in healthy men exposed to muscle-damaging exercise. J Physiol Pharmacol. 2009;60(2):139-43.
12. Mansor, D.A., Kadir, Z.A. and Azidin, R.F.R. A Comparison of Periodization Models on Muscular Strength. In Proceedings of the International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology; 2014 (ICoSSEET 2014). pp: 335-47.

13. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Peeri M, Agha-alinejad H, Stannard S. The effect of progressive resistance training on oxidative stress and antioxidant enzyme activity in erythrocytes in Untrained Men. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2013;23:230-8.
14. Dong Y, Zhao M, Zhao T, Feng M, Chen H, Zhuang M, Lin L. Bioactive profiles, antioxidant activities, nitrite scavenging capacities and protective effects on H2O2-Injured PC12 cells of glycyrrhiza glabra L. Leaf and root extracts. Molecules. 2014; 19:9101-13.
15. Campone L, Piccinelli AL, Pagano I, Carabetta S, Di-Sanzo R, Russo M, Rastrelli L. Determination of phenolic compounds in honey using dispersive liquid–liquid microextraction. J Chromatogr. 2014;1334:9–15.
16. Nasiriasl M, Hossienzadeh H. A review of the anti-viral effects of licorice, and its active constituents, (Glycyrrhizin). J Herbal Medicines. 2008;6(2):24-36. (In Persian).
17. Lee CK, Son SH, Park KK, Park JHY, Lim SS, Chung WY. Isoliquiritigenin inhibits tumor growth and protects the kidney and liver against chemotherapyinduced toxicity in a mouse xenograft model of colon carcinoma. J Pharmacol Sci. 2008;106:444–51.
18. Dastagir G, Rizvi MA. Glycyrrhiza glabra L. (Liquorice). Pak J Pharm Sci. 2016;29(5):1727-33.
19. Asgari P, Bahramnezhad F, Narenji F, Golitaleb M, Askari M. A clinical study of the effect of Glycyrrhiza glabra plant and exercise on the quality of life of menopausal women. J Chronic Diseases. 2016;3(2):79-86.
20. Birari RB, Guptab S, Mohan CG, Bhutania KK. Antiobesity and lipid lowering effects of Glycyrrhiza chalcones*:* Experimental and computational studies. J Phytomedicine. 2011;18:795–801.
21. Delroba-Soltani N, Karimian R, Ranjbar M. Interaction of salicylic acid and cold stress on activity of antioxidant enzymes in glycyrrhiza glabra L. J. Herbal Medicines. 2015;2(1):7-13. (In Persian).
22. Shapna S, Afroza H, Kaiser H, Kaniz F, Sumon R. Antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activity of methanolic extract of Glycyrrhiza glabra. Agric Biol J N Am. 2010; 1(5): 957-60. (In Persian).
23. Liang KW, Lee WJ, Lee IT, Lee WL, Lin SY, Hsu SL, et al. Persistent elevation of paraoxonase-1 specific enzyme activity after weight reduction in obese non-diabetic men with metabolic syndrome. J Clinica Chimica Acta. 2011;412(19-20):1835-41.
24. Foster C. Jackson AS, Pollock ML, Taylor MM, Hare J. et al. Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance. J American Heart. 1984;107:1229–34.
25. Kraemer WJ, Fleck SJ. Optimizing strength training: Designing nonlinear periodization workouts. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishing; 2007.
26. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of Plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The "frap"assay. J Anal Biochem. 1996;239:70-6.
27. Pan X, Liu H, Jia G, Shu Y. (2000). Microwave-assisted extraction of glycyrrhizic acid from licorice root. J Biochemical Engineering. 2000;5:173–7.
28. Parvaneh, V. Quality control and chemical tests of food. Publishing and Printing Institute of the University Tehran; 2006. (In Persian).

29. Helrich K. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (AOAC). 15th ed. Arlington, VA: The Association: 1990.
30. Lin J. Tang C. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation.J Food Chemistry. 2007;101:140-7.
31. Shimada K, Ujikawa FK, Yahara K, Nakamura T. Antioxidative properties of xanthin on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. J Agricultural and Food Chemistry. 1992;40:945-8.
32. Yildirim A, Mavi A, Kara AA. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of Rumex crispus L. extracts. J Agricultural and Food Chemistry. 2001;49:4083–9.
33. Shi OE. & Mei LS. Pressurized hot water extraction of berberin, baicalein and glycyrrhizin in medicinal plants. J Analytica Chemica Acta. 2003;482:81-9.
34. Prieto P, Pineda M. Aguilar, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. J Analytical Biochemistry. 1990; 269: 337-41.
35. Gettman, LR, Pollock ML. Circuit weight training: A critical review of its physiological benefits. Phys Sports Med. 2013;9:44–60.
36. Polak J, Klimcakova E, Moro C, Viguerie N, Berlan M, Hejnova J, et al. Effect of aerobic training on plasma levels and subcutaneous abdominal adipose tissue gene expression of adiponectin, leptin, interleukin 6, and tumor necrosis factor alpha in obese women.J Metabolism. 2006;55:1375–81.
37. Cakir- Atabek H, Demir S, Pinarbasili RD, Gunduz N. Effect of diffrenet resistance training intensity on indices of oxidative stress. J Strength Cond Res. 2010; 24(9):2491-7.
38. Naghizadeh H, Akbarzade H. Effect of moderate aerobic exercise with vitamin E consumption on total anti-oxidant capacity, lipid peroxidation and muscle damage in active male students. J Applied Exercise Physiology. 2013; 9(17):27-42. (In Persian).
39. Naghizadeh H, Akbarzade H. The comparison of total antioxidant capacity and glutathion peroxidase and lipid profile serum of endurance swimmers and non-athletes males. J Applied Exercise Physiology. 2009;5(10): 59-63. (In Persian).
40. Damle, M. Glycyrrhiza glabra (Liquorice)-a potent medicinal herb. Intl J Herbal Medicine, 2014;2(2):132-6.
41. Tucker PS, Briskey DR, Scanlan AT, Coombes JS, Dalbo VJ. High intensity interval training favourably affects antioxidant and inflammation mRNA expression in early-stage chronic kidney disease. J Free Radical Biology and Medicine. 2015;(89):466-72.
42. Hoffman JR, Im J, Kang J, Maresh CM, Kraemer WJ, French D, et al. Composition of low and high-intensity resistance exercise on lipid peroxidation: Role of muscle oxygenation. J Strength Cond Res. 2007;21:118–22.
43. Liu JF, Chang WY, Chan KH, Tsai WY, Lin CL, Hsu MC. Blood lipid peroxides and muscle damage increased following intensive resistance training of female weightlifters. J Ann N Y Acad Sci. 2005;1042:255-61.

44. Parise G, Brose AN, Tarnopolsky MA. Resistance exercise training decreases oxidative damage to DNA and increases cytochrome oxidase activity in older adults. J Exp Gerontol. 2005;40(3):173-80.
45. Halverstadt A, Phares DA, Wilund KR, Goldberg AP, Hagberg JM. Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. J Metabolism. 2007;56:444-50.
46. Naghizadeh H, Afzalpour ME, Akbarzade H. Comparison of antioxidant and cardiovascular risk factors athletes Zurkhaneh (ancient athletes) and non-athletes. JSSU. 2009;14(4): 34-40.
47. Oztasan N, Taysi S, Gumustekin K, Altinkaynak K, Aktas O, Timur H, et al. Endurance training attenuates exercise-induced oxidative stress in erythrocytes in rat. Eur J Appl Physiol. 2004;91(5-6):622-7.
48. Atalay M, Sen CK. Physical exercise and antioxidant defenses in the heart. J Ann NY Acad Sci. 2015;874:169-77.
49. Kaviarasan S, Vijayalakshmi K, Anuradha CV. Polyphenolrich extract of fenugreek seeds protect erythrocytes from oxidative damage. J Plant Foods Hum Nutr. 2004;59(4):143-7.

ارجاع دهی

نقی‌زاده حسن. اثر دوزهای مختلف عصارهٔ ریشهٔ شیرین‌بیان با یک دوره تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام خون مردان کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن. فیزیولوژی ورزشی. پاییز ۱۳۹۷؛ ۱۰(۳۹): ۷۴- ۵۱. شناسهٔ دیجیتال:10.22089/spj.2018.5033.1676

Naghizadeh H. The Effect of Different Doses of Licorice Root with Resistance Exercise on Blood Glutathione Peroxidase Activity and Total Antioxidant Capacity in Sedentary and Overweight Men. Sport Physiology. Fall 2018; 10(39): 51-74. (In Persian). Doi: 10.22089/spj.2018.5033.1676

The Effect of Different Doses of Licorice Root with Resistance Exercise on Blood Glutathione Peroxidase Activity and Total Antioxidant Capacity in Sedentary and Overweight Men

H. Naghizadeh[1]

1. Assistant Professor of Sport Physiology, Ardakan University, Ardakan, Iran*

Received: 2017/11/08 **Accepted: 2018/04/28**

Abstract

The aim of this research was to study the effect of different doses of licorice root with resistance training on blood glutathione peroxidase activity and total antioxidant capacity in sedentary and overweight men. In a semi-experimental trial with double-blind, 90 sedentary and overweight men were divided in six groups of fifteen people: (G1: NRT+SG250mg in the day, G2: NRT+SG500mg in the day, G3: SG250mg in the day, G4: SG500mg in the day, G5: NRT+P250mg in the day and G6: C+P250mg in the day). The resistance training program was conducted for 8 weeks and three sessions per week. Within-group results indicate a significant increase in glutathione peroxidase and total antioxidant capacity in the NRT+SG250mg (P=0.023), NRT+SG500mg (P=0.014) and NRT+P250mg (0.038) group. The highest percentage significant incremental changes of glutathione peroxidase (4.10%) and total antioxidant capacity (29.71%) was related to NRT+SG250mg group. Between-group results showed that there was incremental significant difference between the NRT+SG250mg, NRT+SG500mg, and NRT+P250mg with SG500mg, SG250mg and control groups in the mean concentration of glutathione peroxidase and total antioxidant capacity (P<0.05). Probably, performing resistance training along with taking licorice supplementation can be effective in enhancing the antioxidant status of sedentary and overweight men.

Keywords: Resistance Training, Supplement Licorice, Glutathione Peroxidase, Total Antioxidant Capacity, Oxidative Stress

Corresponding Author: E-mail: naghizadeh2011@ardakan.ac.ir