



Effect of *Ziziphus jujuba* Supplementation before One Session of Acute Resistance Exercise on the Serum Glutathione Peroxidase and Superoxide Dismutase Activity

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Afzalpour M.E.¹ PhD,
Abtahi Eivari H.* PhD,
Rezazadeh A.² MSc,
Solouki A.³ BSc

How to cite this article

Afzalpour M.E, Abtahi Eivari H, Rezazadeh A, Solouki A. Effect of *Ziziphus jujuba* Supplementation before One Session of Acute Resistance Exercise on the Serum Glutathione Peroxidase and Superoxide Dismutase Activity. Quarterly of the Horizon of Medical Sciences. 2015;21(2):97-104.

ABSTRACT

Aims Intense exercise damages tissues and disturb some cellular processes through oxidative stress and antioxidants can modulate intense exercise-induced oxidative stress. The aim of the present study was to examine the effect of *Ziziphus jujube* supplements on the glutathione peroxidase (GPX) and superoxide dismutase (SOD) activity in serum after a single session of resistance training.

Materials & Methods In this semi-experimental study, 24 young non-athletes females were purposefully selected and were randomly divided into two groups; *Ziziphus jujube* consumption+intensive resistance exercise and intensive resistance exercise. The first group received 0.4g/kg of body weight of *Ziziphus jujube* daily for 3 weeks, but another group prohibited from *Ziziphus jujube* consumption. Both groups carried out a session of intensive resistance exercise consisting of 5 movements at 90% of one maximum repetition. Blood samples were measured in three phases; baseline, after 3 weeks of the *Ziziphus jujube* consumption, and after the resistance exercise session. In order to valuation the enzymes activity the enzymatic method was used. Data were analyzed by the repeated measures ANOVA and LSD tests in SPSS 22 software.

Findings The *Ziziphus jujube* supplement significantly increased GPX activity ($p=0.001$) but it had no significant ($p=0.19$) influence on SOD activity. In addition, intensive resistance training significantly decreased the SOD ($p=0.03$) and GPX ($p=0.02$) activity immediately after exercise.

Conclusion Using *Ziziphus jujube* supplements improves the antioxidant enzyme activity of GPX, but this improvement is not likely enough to inhibit the depression of the antioxidant status after performing resistance exercise.

Keywords Resistance Training; *Ziziphus*; Oxidative Stress; Superoxide Dismutase; Glutathione Peroxidase

*Basic Sciences Department, Medical Faculty, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran

¹Physical Education Department, Human Sciences Faculty, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran

²Physical Education Faculty, Birjand University, Birjand, Iran

³School of Allied Medical Sciences, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran

Correspondence

Address: Next to the Asian Road, Department of Basic Sciences, Medical School, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran. Postal Code: 9691793718. Post Box: 397
Phone: +9851557250705
Fax: +985157223028
hosein.abtahi@gmail.com

Article History

Received: January 17, 2015
Accepted: May 13, 2015
ePublished: June 20, 2015

CITATION LINKS

[1] The effect of saffron supplementation on changes of ... [2] Effect of short-term garlic extract supplementation on ... [3] Reactive oxygen species, antioxidants, and the ... [4] Effects of *ziziphus jujube* on total antioxidant capacity and lipid peroxidation in young women after an ... [5] The effect of blackberry extract on the total ... [6] Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of ... [7] Antioxidant effects of aqueous fruit extract of ... [8] Antioxidant and antilisterial effect of seed essential oil and ... [9] Experimental study on anti-exercise fatigue effect of ... [10] Systematic evaluation of antioxidant capacities of ... [11] Effect of long term regular resistance exercise on ... [12] Effects of short-term green tea supplementation on ... [13] Effects of circuit resistance training on plasma ghrelin levels in ... [14] The effects of Omega-3 on oxidative stress in ... [15] Effect of Jujube polysaccharide on some ... [16] Effect of amto-fatigue composition from Jujube on ... [17] Effects of aerobic training, with or ... [18] The effects of fruit extract on catalase activity and lipid peroxidation in ... [19] in streptozocin-induced diabetic adult ... [20] Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fatty acid composition of ... [21] Effect of aqueous extract of saffron and aerobic training on ... [22] Effect of vitamin E (Tri E®) on antioxidant enzymes and DNA damage in ... [23] Coenzyme Q10 supplementation decreases ... [24] Antioxidant effect of cinnamon bark ... [25] Effect of *Pistacia atlantica* extract on ... [26] The effect of continuous and ... [27] Effects of omega-3 fatty acid ... [28] Effects of creatine supplementation ... [29] Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on ... [30] Caffeine supplementation modulates ... [31] Response of blood cell ... [32] Effect of aqueous extract of saffron and aerobic training on hepatic non ...

تأثیر مصرف مکمل عناب قبل از یک جلسه تمرین حاد مقاومتی بر فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز سرم

محمد اسماعیل افضل پور PhD

گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

حسین ابطی ایوری* PhD

گروه علوم پایه، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

اعظم رضازاده MSc

دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

امین سلوکی BSc

دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

چکیده

اهداف: ورزش شدید موجب آسیب بسیاری از بافت‌های بدن می‌شود، اما استفاده از مکمل‌های ضد اکسایش می‌تواند فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید را تعدیل نماید. هدف این مطالعه، بررسی اثر مکمل عناب بر میزان فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) سرم متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی بود. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۴ دانشجوی غیرورزشکار دختر دانشگاه‌های بیرجند به صورت هدفمند و داوطلبانه انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه مصرف میوه عناب+فعالیت مقاومتی شدید و فعالیت مقاومتی شدید تقسیم شدند. گروه اول روزانه ۰/۴ گرم عناب به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۳ هفته دریافت کردند، اما گروه دیگر از خوردن عناب منع شدند. افراد هر دو گروه در یک جلسه فعالیت مقاومتی مشتمل بر ۵ حرکت با شدت ۹۰٪ یک تکرار بیشینه شرکت کردند. نمونه خونی در سه مرحله؛ پایه، پس از مصرف میوه عناب و جلسه تمرین مقاومتی گرفته شد. به منظور ارزیابی فعالیت آنزیم‌ها از روش رنگ‌سنجی آنزیمی استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 22 و آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و LSD تحلیل شدند.

یافته‌ها: مکمل عناب، فعالیت آنزیم GPX را به‌طور معنی‌داری افزایش داد ($p=0/001$)، اما بر فعالیت آنزیم SOD تأثیر معنی‌داری نداشت ($p=0/19$). به‌علاوه، تمرین مقاومتی شدید موجب کاهش معنی‌دار SOD ($p=0/02$) و GPX ($p=0/02$) بلافاصله پس از تمرین شد.

نتیجه‌گیری: استفاده از مکمل عناب، فعالیت آنزیم ضد اکسایشی GPX را تقویت می‌نماید، اما این بهبودی در حدی نیست که بتواند جلوی سرکوب این آنزیم‌ها پس از اجرای تمرین مقاومتی را بگیرد.

کلیدواژه‌ها: تمرین مقاومتی، عناب، فشار اکسایشی، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۱۷

*نویسنده مسئول: hosein.abtahi@gmail.com

مقدمه

فعالیت بدنی با وجود فواید گوناگونی که برای سلامتی عمومی دارد، می‌تواند به دلیل افزایش تولید گونه‌های واکنش‌پذیر و ایجاد فشار اکسایشی موجب آسیب بافت‌های مختلف بدن شود^[1]. هنگام فعالیت بدنی شدید، مصرف اکسیژن می‌تواند به بیش از ۲۰ برابر زمان استراحت افزایش یابد. حتی در این زمان، مصرف اکسیژن در تارهای عضلانی فعال ممکن است به ۲۰۰ برابر برسد^[2]. در کل، وجود رادیکال‌های آزاد در بدن باعث ایجاد آسیب‌های جدی به بافت بدن، به‌ویژه بافت‌های عضلانی می‌شود. چنانچه مقدار تولید رادیکال‌های آزاد از توانایی دستگاه دفاعی بدن فراتر رود، فشار اکسایشی به‌وجود می‌آید که به عدم تعادل بین سیستم دفاعی ضد اکسایشی و تولید عوامل پیش‌اکسایشی (مانند رادیکال‌های آزاد) منجر می‌شود^[1]. از عناصر دستگاه دفاعی ضد اکسایشی بدن می‌توان به آنزیم‌هایی همچون سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) اشاره کرد. آنزیم SOD یک متالوپروتئین است که به‌عنوان اولین و مهم‌ترین خط دفاعی در برابر رادیکال‌های سوپراکسید تولیدشده در سلول عمل می‌کند؛ زیرا رادیکال‌های سوپراکسید را برای تشکیل پراکسید هیدروژن و اکسیژن، دیسموته می‌کند^[3]. آنزیم GPX عضوی از خانواده آنزیم‌های ضد اکسایشی سلنوپروتئینی (سلنیوم یکی از ترکیبات ساختاری GPX است) است که به ترتیب، H_2O_2 و آلکیل‌هیدروپراکسیدها را در حضور گلوتاتیون احیاء شده، به‌عنوان دهنده الکترون، به آب و الکل کاتالیز می‌کند. آنزیم GPX در میتوکندری و سیتوزول قرار دارد، از این رو H_2O_2 و هیدروپراکسیدها را از منابع گوناگونی برداشت می‌کند. در سلول‌های عضلانی، تقریباً ۴۵٪ فعالیت GPX در سیتوزول و ۵۵٪ باقی‌مانده در میتوکندری صورت می‌گیرد^[3].

در تمرینات مقاومتی شدید، فرآیند ایسکمی-خون‌رسانی مجدد و بارهای مکانیکی وارد شده بر بافت‌های نرم درگیر، در ایجاد پراکسیداسیون لیپیدی و تولید رادیکال‌های آزاد نقش موثر دارند. طی ورزش، انحراف خون به سمت پوست و عضلات فعال باعث هیپوکسی زودگذر بافتی و عدم هماهنگی اکسیژن مصرفی و اکسیژن مورد نیاز در بافت‌های فعال حین شدت‌های بالای تمرینی می‌شود. به‌دنبال اکسیژن‌رسانی مجدد این بافت‌ها و قطع یا کاهش شدت فعالیت، تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) افزایش می‌یابد. از این رو، زمینه آسیب به زیرساخت‌های سلولی در پی افزایش ROS و کاهش عملکرد سلولی فراهم می‌شود^[4].

تولید ROS، نیاز بدن به ضد اکسایش‌ها را افزایش می‌دهد. اگر بدن با کمبود ضد اکسایش‌ها مواجه شود، مزایای ورزش به دلیل بروز آسیب‌های ناشی از افزایش رادیکال‌های آزاد کاهش خواهد یافت؛ در حالی که کلید حفظ سلامتی ورزشکار، برقراری تعادل بین

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در قالب طرح نیمه تجربی و با جامعه آماری شامل دانشجویان دختر دانشگاه‌های بیرجند در سال ۱۳۹۴ به اجرا درآمد. نحوه انتخاب آزمودنی‌ها به این صورت بود که با مراجعه به همه خوابگاه‌ها و دادن فراخوان، ۲۴ دانشجوی دختر در دامنه سنی ۲۵-۲۰ سال با توجه به عدم سابقه ابتلا به بیماری‌های قلبی-تنفسی و متابولیک، عدم شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی منظم، عدم مصرف مکمل ضدکاسایشی، عدم مصرف دخانیات و عدم بارداری به صورت هدفمند و داوطلبانه انتخاب شدند. پس از شرح کامل اهداف تحقیق، آسیب‌های احتمالی ناشی از فعالیت ورزشی، اخذ فرم رضایت‌نامه و تکمیل پرسش‌نامه سلامت، داوطلبان به‌طور تصادفی به دو گروه عناب+تمرین مقاومتی شدید (۱۲ نفر) و تمرین مقاومتی شدید (۱۲ نفر) تقسیم شدند. به‌منظور همسان‌سازی دو گروه، ویژگی‌هایی مانند سن، وزن، قد، نمایه توده بدنی (BMI) و قدرت عضلانی اندازه‌گیری شد و دو گروه از این نظر همگن بودند. وضعیت مصرف مکمل‌های ضدکاسایشی و رژیم غذایی شرکت‌کنندگان با پرسش‌نامه یادآمد غذایی ۲۴ ساعته و سابقه فعالیت بدنی با پرسش‌نامه عاداتی بک بررسی و کنترل شد [12]. همچنین از تمام آزمودنی‌ها خواسته شد در طول دوره تحقیق از خوردن مکمل‌های غذایی و دارویی پرهیز کنند [12]. آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از شروع دوره، از هر گونه فعالیت بدنی منع شدند.

مدت‌زمان برنامه ۳ هفته بود. آزمودنی‌های گروه تمرین به‌همراه مصرف مکمل عناب، روزانه میزان ۰/۴ گرم میوه عناب به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن خود دریافت نمودند (۰/۲ گرم بر کیلوگرم وزن بدن صبح و همین مقدار عصر مصرف شد). برنامه تمرینی آزمودنی‌های هر دو گروه شامل یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت ۹۰٪ یک تکرار بیشینه بود. جلسه تمرین، ۳ نوبت و هر نوبت ۵ ایستگاه (پرس سینه، پرس پا، قایقی نشست، اکستشن زانو و فلکشن بازو) را شامل می‌شد. زمان هر فعالیت در هر ایستگاه ۳۰ ثانیه و زمان استراحت بین ایستگاه‌ها نیز ۱۲۰ ثانیه در نظر گرفته شد. زمان جلسه تمرین ۵۰ تا ۵۵ دقیقه شامل؛ گرم کردن ۱۵ تا ۲۰ دقیقه، برنامه تمرین با وزنه ۳۰ دقیقه و سرد کردن ۱۰ دقیقه بود [13]. لازم به ذکر است که قبل از شروع برنامه اصلی، آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی، طی ۲ جلسه به سالن بدن‌سازی مراجعه کردند و ضمن آشنایی با حرکات و آموزش‌های لازم، یک تکرار بیشینه برای ۵ حرکت مورد استفاده در تحقیق به‌روش تکرارهای زیر بیشینه تا حد خستگی تعیین شد. برای استفاده از این روش، آزمودنی‌ها جابه‌جایی یک وزنه انتخابی را تا حد خستگی به‌گونه‌ای که تکرار حرکت کمتر از ۱۰ شود، انجام دادند. سپس یک تکرار بیشینه هر فرد برای آن حرکت، با تقسیم "وزنه جابه‌جاشده (کیلوگرم)" بر "(۰/۲۷۸×تعداد تکرار خستگی)-۰/۲۷۸" برآورد

رادیکال‌های آزاد و عوامل ضدکاسایشی است [1]. یکی از راهکارهای مناسب برای محافظت در برابر اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید، به‌کارگیری تدابیر تغذیه‌ای سالم و استفاده از مکمل‌های ضدکاسایشی است [5]. برخی از ضدکاسایش‌های مصنوعی مانند بوتیل‌هیدروکسی‌آنیزول (BHA) و بوتیل‌هیدروکسی‌تولون (BHT) برای این منظور رواج یافته‌اند، اما می‌توانند سمی، خطرناک و سرطان‌زا هم باشند [6]. بنابراین استفاده از ضدکاسایش‌های گیاهی (طبیعی) ارزان و ایمن، در اولویت قرار گرفته است [7].

عناب (*Zyzyphus jujuba*) یکی از گیاهان دارای خاصیت ضدکاسایشی است [7, 8] که میزان بالای از ترکیبات ضدکاسایشی مانند پلی‌فنول‌ها از قبیل تانن‌ها و فلاونوئیدها را دارد [9, 7]. گونه‌های زیریفوس از خانواده *Ramasea* در نواحی وسیعی از آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی یافت می‌شوند [8]. این گیاه در مناطق زیادی از ایران برای استفاده از میوه آن کشت می‌شود. میوه، برگ و حتی ریشه این گیاه به‌طور گسترده‌ای در طب سنتی برای درمان انواع بیماری‌ها مانند اختلالات گوارشی، ضعف، اختلالات کبدی، چاقی، مشکلات کلیوی، دیابت، تب، کم‌خونی، بدخوابی و کاهش درد مورد استفاده قرار می‌گیرد [10, 6]. این ماده مغذی دارای بیشترین سطوح AMP حلقوی، فلاونوئید، ویتامین‌های C، B و B₂، کربوهیدرات و مواد معدنی به‌ویژه پتاسیم و آهن است [6]. مطالعات فیتوشیمی روی گونه‌های مختلف عناب منجر به جداسازی و مشخص نمودن آلکالوئیدهای سیکلوپتیدی، فلاونوئیدها، استرول‌ها، تانن‌ها و ساپونین‌های تری‌ترپنوئید شده است [11]. میوه عناب به‌دلیل خاصیت ضدکاسایشی، از بعضی از بیماری‌ها که در آنها گونه‌های رادیکال آزاد در نتیجه فشار اکسایشی تولید می‌شوند، جلوگیری می‌کند [10]. بنابراین مدت طولانی است که از عناب برای مصارف انسانی و دارویی استفاده می‌شود، ولی تاکنون تحقیقات اندکی روی میوه عناب انجام شده است.

در مجموع، با توجه به اینکه تمرینات مقاومتی شدید باعث افزایش فشار اکسایشی و کاهش دفاع سیستم‌های ضدکاسایشی می‌شوند [12]، احتمال دارد میوه عناب با خاصیت ضدکاسایشی قوی‌ای که دارد بتواند این فشار اکسایشی را مهار کرده و سیستم‌های ضدکاسایشی را تقویت نماید.

با توجه به اینکه مطالعات محدودی در زمینه تاثیر مصرف عناب بر شاخص‌های ضدکاسایشی بعد از انجام فعالیت‌های ورزشی، به‌ویژه تمرینات مقاومتی شدید انجام شده است و نتایج اندک مطالعات انجام‌شده نیز کاملاً با هم همخوانی ندارد، بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر مکمل عناب بر میزان فعالیت آنزیم‌های SOD و GPX زنان سالم پس از فعالیت مقاومتی شدید انجام شد.

شد^[5]. همچنین رکورد به دست آمده از آزمون پرس پا به عنوان قدرت عضلانی در حرکت یاد شده در نظر گرفته شد.

تمام متغیرهای وابسته تحقیق در سه مرحله ابتدای دوره، ۳ هفته پس از مصرف مکمل عناب (بلافاصله قبل از تمرین)، و بعد از جلسه تمرین مقاومتی اندازه گیری شدند. از هر نفر در هر نوبت، ۵ میلی لیتر خون در حالت ناشتا (۱۲ ساعت) از ورید بازویی گرفته شد. همه اندازه گیری ها در شرایط یکسان (ساعت ۸ تا ۹ صبح، دمای ۲۶-۲۸°C و رطوبت ۵۰٪) انجام شد. نمونه های خونی در لوله های آزمایشی بدون ماده ضد انعقاد ریخته شدند و پس از لخته شدن، نمونه ها سانتریفیوژ شده و سرم حاصل به منظور اندازه گیری فعالیت آنزیم های GPX و SOD مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور از کیت های مخصوص (کمپانی کایمن؛ ایالات متحده) و اجرای روش رنگ سنجی آنزیمی استفاده شد^[14].

پس از تایید توزیع نرمال داده ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، داده های خام توسط نرم افزار SPSS 22 و با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر (دوسویه) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از آنجا که تعداد نمونه ها کم بود، آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه های جفتی مورد استفاده قرار گرفت و سطح معنی داری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

بین دو گروه در ابتدای تحقیق از نظر قدرت عضلانی، شاخص توده بدنی (BMI)، سن، قد و وزن تفاوت معنی داری وجود نداشت ($p > 0.05$; جدول ۱).

بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر در مورد شاخص GPX، اثر زمان های مختلف اندازه گیری معنی دار بود ($p = 0.006$)، اما اثر گروه معنی دار نبود ($p = 0.71$). در مورد شاخص SOD نیز اثر زمان های مختلف اندازه گیری معنی دار بود

جدول ۱) میانگین آماری ویژگی های دموگرافیک شرکت کنندگان در تحقیق به تفکیک دو گروه

سطح معنی داری	گروه عناب+تمرین مقاومتی شدید	گروه عناب+تمرین مقاومتی شدید
	سن (سال)	
۱/۰۰	۲۴/۴۳±۰/۸۷	۲۳/۸۲±۰/۵۶
	قد (سانتی متر)	
۰/۴۵	۱۶۲/۵۲±۵/۰۳	۱۶۲/۳۴±۴/۲۰
	وزن (کیلوگرم)	
۰/۵۱	۵۶/۱۰±۸/۴۵	۵۴/۲۰±۷/۱۳
	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	
۰/۳۲	۲۱/۴۱±۲/۱۴	۲۰/۶۶±۳/۱۸
	قدرت عضلانی (% یک تکرار بیشینه)	
۰/۵۸	۳۱/۹۱±۲/۲۵	۲۹/۱۵±۱/۹۴

با توجه به اینکه شاخص های GPX و SOD متعلق به گروه مکمل عناب+تمرین مقاومتی شدید و گروه تمرین مقاومتی، در زمان های مختلف اندازه گیری دارای تفاوت معنی دار بود، آزمون تعقیبی LSD اجرا شد. بر اساس نتایج آزمون تعقیبی LSD، مصرف ۳ هفته مکمل عناب، شاخص GPX را به طور معنی دار افزایش داد ($p = 0.001$)، اما تمرین مقاومتی شدید باعث کاهش معنی دار آن شد ($p = 0.01$). از طرف دیگر، میزان GPX پس از یک جلسه تمرین مقاومتی شدید تنها، به طور معنی داری کاهش یافت ($p = 0.02$). همچنین مصرف ۳ هفته میوه عناب، روی میزان SOD تغییر معنی داری ایجاد نکرد ($p = 0.19$)، اما تمرین مقاومتی شدید باعث کاهش معنی دار این شاخص شد ($p = 0.003$). از طرف دیگر، میزان SOD در گروه تمرین مقاومتی تنها، بلافاصله بعد از تمرین به طور معنی داری کاهش یافت ($p = 0.03$; جدول ۳).

جدول ۲) نتایج آزمون آنوا در مورد مقایسه میانگین میزان فعالیت آنزیم های ضد اکسایشی شرکت کنندگان

گروه ها	قبل از مصرف عناب	پس از مصرف عناب	پس از تمرین مقاومتی	سطح معنی داری درون گروهی	سطح معنی داری بین گروهی
آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز (میکرومول بر لیتر)	۱۳۲/۶۱±۲۰/۷۸	۲۰۸/۸۷±۴۶/۵۱	۱۵۱/۹۸±۴۲/۳۵	۰/۰۰۶	۰/۷۱
	۱۶۸/۰۰±۲۷/۷۹	۱۶۱/۶۹±۵۹/۴۹	۱۴۵/۵۹±۵۹/۶۴		
آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (میکرومول بر لیتر)	۱۱/۰۵±۱/۱۳	۱۱/۷۵±۱/۰۷	۹/۶۱±۱/۹۹	۰/۰۰۱	۰/۸۲
	۱۰/۹۰±۱/۱۵	۱۱/۲۹±۰/۹۵	۱۰/۵۱±۱/۱۵		

سرم زنان، بدون تاثیر معنی دار بر فعالیت SOD می شود. همسو با نتایج پژوهش حاضر در مورد آنزیم GPX، طاعتی و همکاران دریافتند که عصاره میوه عناب (۲۰۰ میلی گرم) می تواند فعالیت

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل عناب به مدت ۳ هفته و با دوز ۰/۴ گرم، موجب افزایش معنی دار فعالیت آنزیم GPX

حالی که در پژوهش حاضر از تمرین مقاومتی با شدت ۹۰٪ یک تکرار بیشینه استفاده شده است. به علاوه، ما از نمونه انسانی استفاده کردیم، در حالی که سایر پژوهشگران از نمونه حیوانی (موش) استفاده کرده‌اند و شرایط کاملاً تحت کنترل محققان بوده است. از دیگر دلایل ناهمسو بودن نتایج کاوو [9] و فنگلینگ و کایلین [15]، طول دوره مصرفی عناب است. در این پژوهش‌ها به مدت ۴ هفته پلی‌ساکارید عناب به موش‌ها تزریق شد، اما در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها ۳ هفته مکمل عناب را دریافت کردند. عناب که یکی از گیاهان دارای خاصیت ضد اکسایشی است، میزان بالایی از ترکیبات ضد اکسایشی مانند پلی‌فنول‌ها از قبیل تانن‌ها و فلاونوئیدها را دارد [7]. میوه عناب از طریق دو روش می‌تواند مانع از بروز فشار اکسایشی شود؛ یکی افزایش فعالیت GPX و در نتیجه تبدیل سریع H_2O_2 به H_2O و O_2 و دیگر به‌دام‌انداختن رادیکال‌های هیدروکسیل [18]. همچنین ترکیبات پلی‌فنولی موجود در میوه عناب می‌توانند به دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل، رادیکال‌های آزاد را خنثی کنند [4]. میوه عناب از طریق مهار فعالیت گزانتین اکسیداز و با اهدای الکترون نیز می‌تواند اثرات ناشی از فشار اکسایشی را کاهش داده و سیستم‌های دفاع ضد اکسایشی را تقویت نماید [19]. شاید همین که مانع از تولید یون‌های سوپراکسید می‌شود، عدم افزایش آنزیم SOD را توجیه نماید. در کل، این میوه به دلیل داشتن چند ترکیب ضد اکسایشی در کنار هم (ویتامین C، A و ترکیبات فنولی)، اثرات محافظتی خوبی در مقابل فشار اکسایشی دارد [20] و دارای خاصیت ضد میکروبی نیز هست [8]. از مجموع گزارش‌های فوق در مورد عناب و فعالیت آنزیم GPX، با اطمینان بیشتری می‌توان بر نقش ضد اکسایشی و مفید این ماده غذایی تأکید کرد. با توجه به اینکه فعالیت SOD پس از مصرف عناب تمایل به افزایش نشان داد، شاید در صورت افزایش تعداد نمونه‌ها، دوز مصرفی عناب، یا مدت‌زمان مصرف آن، نتایج دیگری حاصل می‌شد. انجام تحقیقات مشابه با دادن دوزهای متفاوت میوه عناب، تعداد نمونه‌های بیشتر و اندازه‌گیری سایر آنزیم‌های ضد اکسایشی، دیدگاه روشن‌تری را فراهم خواهد ساخت.

اجرای تمرینات شدید و سنگین بدنی موجب فشار اکسایشی بالا و آسیب‌رسیدن به بافت‌ها می‌شود. در تحقیق حاضر مشخص شد که اجرای یک جلسه تمرین مقاومتی شدید موجب کاهش فعالیت آنزیم GPX می‌شود، در حالی که مصرف ۳ هفته‌ای مکمل عناب باعث ارتقای شاخص GPX شد. فاضل‌کلخوران و شبیک، اثر ترکیب عصاره آبی زعفران و تمرین هوازی را بر غلظت آنزیم‌های ضد اکسایشی در کبد موش‌های صحرایی دیابتی مورد ارزیابی قرار داده و نشان دادند که بر GPX اثر کاهشی دارد [21]. نورعینی و همکاران آشکار نمودند که تمرین روی نوار گردان باعث کاهش فعالیت GPX می‌شود و مصرف ویتامین E هم نمی‌تواند جلوی این افت را بگیرد [22]. با این حال، لی و همکاران نشان دادند که بعد از

GPX را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد [7]. کاوو نشان داد که پلی‌ساکارید عناب می‌تواند فعالیت GPX سرم را بهبود بخشد [9]. فنگلینگ و کایلین دریافتند که عناب می‌تواند فعالیت GPX سرم را افزایش دهد [15]. بیبینگ و همکاران نیز نشان دادند که پلی‌ساکارید عناب می‌تواند فعالیت GPX را بالا برده و تجمع اسیدلاکتیک خون را پس از خستگی مفرط کاهش دهد [16]. قنبری‌نیاکی و همکاران گزارش کردند که تمرین به‌همراه مصرف عناب می‌تواند از اضافه‌وزن و بیماری‌های قلبی و عروقی جلوگیری نماید [17]. فضل‌پور و همکاران دریافتند که استفاده از عناب در یک دوره ۳ هفته‌ای با دوز ۰/۴ گرم بر کیلوگرم وزن بدن، می‌تواند ظرفیت ضد اکسایشی تام بدن را تقویت نماید [4]. همچنین جای‌داری و همکاران به این نتیجه رسیدند که خاصیت ضد اکسایشی عناب، از گلبول‌های قرمز در مقابل فشار اکسایشی ناشی از مصرف اتانول حفاظت می‌کند [18].

جدول ۳) نتایج آزمون تعقیبی LSD در خصوص مقایسه‌های زوجی شاخص‌های GPX و SOD بین زمان‌های مختلف اندازه‌گیری در دو گروه مورد مطالعه

مراحل اندازه‌گیری	میانگین اختلاف	سطح معنی‌داری
آنزیم گلوکوتائون پراکسیداز (میکرومول بر لیتر)		
گروه عناب+تمرین مقاومتی شدید		
مرحله اول - مرحله دوم	$-۷۶/۶۰ \pm ۱۵/۰۷$	۰/۰۰۱
مرحله دوم - مرحله سوم	$۵۶/۸۹ \pm ۱۹/۲۹$	۰/۰۱
گروه تمرین مقاومتی شدید		
مرحله اول - مرحله دوم	$-۲۲/۱۲ \pm ۶/۳۰$	۰/۷۸
مرحله دوم - مرحله سوم	$۱۶/۱۰ \pm ۵/۵۷$	۰/۰۲
آنزیم سوپراکسیددیسموتاز (میکرومول بر لیتر)		
گروه عناب+تمرین مقاومتی شدید		
مرحله اول - مرحله دوم	$-۰/۷۰ \pm ۰/۵۰$	۰/۱۹
مرحله دوم - مرحله سوم	$۲/۱۴ \pm ۰/۵۲$	۰/۰۰۳
گروه تمرین مقاومتی شدید		
مرحله اول - مرحله دوم	$-۰/۵۰ \pm ۰/۳۸$	۰/۴۶
مرحله دوم - مرحله سوم	$۰/۷۸ \pm ۰/۳۰$	۰/۰۳

مطالعات اندکی تأثیر میوه عناب را روی میزان آنزیم SOD بررسی کرده‌اند که بعضاً با نتایج پژوهش حاضر همسو نیست. برخلاف نتایج ما مبنی بر عدم تغییر معنی‌دار SOD، کاوو [۹]، طاعتی و همکاران [۷] و فنگلینگ و کایلین [۱۵] افزایش میزان SOD را نشان دادند. به‌نظر می‌رسد دلیل ناهمسوئی نتایج طاعتی و همکاران با پژوهش حاضر، تفاوت در دوز مصرفی میوه عناب و طول دوره مصرفی عناب باشد. در مطالعه طاعتی و همکاران از دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به مدت ۶۰ روز پیاپی استفاده شد، در حالی که ما دوز ۰/۴ گرم را به مدت ۲۱ روز به آزمایش گذاشتیم. طاعتی و همکاران برای ایجاد فشار اکسایشی از اتانول استفاده کردند، در

مکمل و تمرینات ایزوکتیک پیش‌رونده زانو، به‌طور معنی‌داری میزان SOD را کاهش می‌دهد [29]. برخلاف نتایج پژوهش حاضر و پژوهش‌های فوق، *بارسلوس* و همکاران دریافتند که تمرین شنا و مصرف کافئین باعث افزایش فعالیت SOD می‌شوند [30]. از دلایل مغایرت نتایج این پژوهش با پژوهش حاضر پروتکل تمرینی است، زیرا از تمرین شنا به مدت ۴ هفته استفاده شده که ماهیتی استقامتی دارد (۵۰ دقیقه در روز و ۵ روز در هفته)، اما در پژوهش حاضر از تمرین مقاومتی شدید فقط برای یک جلسه استفاده شد. همچنین دلیل دیگر مغایرت نتایج با هم، نوع مکمل استفاده‌شده است. در پژوهش *بارسلوس* و همکاران از کافئین استفاده شده که معمولاً اثر بازدارنده موثری در مقابل هیدروکسیل، پراکسیل و سوپراکسید دارد. *تاوئر* و همکاران، افزایش معنی‌دار در فعالیت SOD و کاهش کاتالاز (CAT) را بعد از فعالیت بدنی و مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم در روز ویتامین E و ۳۰۰ میلی‌گرم در روز بتاکاروتن و ۱۵ روز آخر، یک‌گرم ویتامین C نشان دادند [31]. دلیل متفاوت بودن نتایج، نوع مکمل مصرفی و شاید نوع آزمودنی‌ها (مرد یا زن) باشد. *مراصدی* و همکاران دریافتند که استفاده از زعفران همراه با فعالیت شدید، باعث افزایش SOD و کاهش CAT می‌شود [4]. دلیل ناهم‌سوی بودن نتایج پژوهش یادشده با پژوهش حاضر، نوع پروتکل تمرینی و نوع مکمل استفاده‌شده است. زعفران حاوی کروسین، کروسیتین و سافرانال است [32]، اما عتاب دارای ترکیبات فعالی مانند پلی‌فنول‌ها از جمله تانن، فلاونوئیدها، کاروتن و بتاکاروتن است [7, 8]. در مجموع، می‌توان چنین اظهار داشت که احتمالاً بین سازوکار دفاع ضد اکسایشی در مقابل فشار اکسایشی ناشی از تمرین مقاومتی شدید، پاسخ متناسب به وجود آمده است و احتمالاً مصرف مکمل عتاب موجب کارایی مطلوب‌تر دستگاه ضد اکسایشی شده است.

از جمله محدودیت‌های تحقیق می‌توان به کم بودن نسبی تعداد نمونه‌ها و گروه‌های تحقیق برای آزمایش دوزهای مختلف عتاب و شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی اشاره کرد. از آنجا که مستندات کافی در خصوص مناسب‌ترین دوز مصرف میوه عتاب در کاهش فشار اکسایشی ناشی از تمرینات مقاومتی شدید وجود ندارد، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی اثر دوزهای مختلف میوه عتاب، شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی با اجرا روی نمونه آماری بزرگتر مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد مصرف میوه عتاب با دوز ۰/۴ گرم بر کیلوگرم وزن بدن از طریق افزایش میزان آنزیم ضد اکسایشی GPX، از تغییرات نامطلوب شاخص‌های فشار اکسایشی پس از فعالیت مقاومتی شدید جلوگیری می‌کند.

۹ روز ورزش و مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم کوآنزیم Q10، میزان GPX مردان و زنان شناگر افزایش می‌یابد [23]. علی‌رغم موارد فوق، *دهقان* و همکاران، تاثیر عصاره متانولی دارچین را در حالت‌های فشار اکسایشی در جریان یک وهله فعالیت درمانده‌ساز در موش‌های صحرایی نر مورد ارزیابی قرار داده و دریافتند که فعالیت GPX در گروه مکمل (فعالیت درمانده‌ساز+مصرف عصاره دارچین) نسبت به گروه ورزش درمانده‌ساز، تغییر معنی‌داری نمی‌کند [24]. *فرزادنگی* و همکاران با بررسی تاثیر مصرف عصاره بنه بر سطوح GPX متعاقب انجام تمرینات استقامتی، دریافتند که مصرف عصاره بنه و تمرینات استقامتی روی سطوح GPX تاثیر معنی‌داری ندارند [25]. دلیل ناهم‌سویی نتایج این پژوهش با پژوهش حاضر نوع پروتکل تمرینی و نوع مکمل استفاده‌شده است. هنگام انجام تمرینات استقامتی (هوازی) منبع اصلی رادیکال‌های آزاد، میتوکندری و زنجیره انتقال الکترونی است، در حالی که مکانیزم احتمالی که از طریق آن ورزش‌های مقاومتی می‌تواند باعث تولید فشار اکسایشی شود، تئوری "کم‌خونی- خون‌رسانی مجدد" بافت است. انقباضات عضلانی شدید ممکن است باعث کاهش موقت جریان خون و در نتیجه کم‌خونی شوند. بعد از انقباضات (مرحله انبساط عضلانی)، تزریق مجدد خون باعث عرضه فراوان اکسیژن و در نتیجه تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود. استرس و فشارهای مکانیکی، فرضیه و مکانیزم بعدی توجیه‌کننده افزایش فشار اکسایشی متعاقب فعالیت‌های مقاومتی است. بر این اساس، ورزش‌های مقاومتی به‌ویژه انقباضات برون‌گرا باعث آسیب بافت عضلانی و متعاقب آن شروع فرآیندهای التهابی و سرانجام تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسیداسیون لیپیدی می‌شوند [26].

یکی از دلایل عدم افزایش GPX پس از فعالیت‌های ورزشی این است که مقادیر H_2O_2 کمتری تولید می‌شود یا تولید گونه‌های فعال دیگر بیشتر است. احتمالاً به دلیل تقدم و تاخر عملکرد ضد اکسایشی‌ها در بافت‌های مختلف و تقدم دفاعی ضد اکسایشی غیر آنزیمی (مانند ترکیبات موجود در عتاب)، ابتدا این ضد اکسایشی‌ها فعال می‌شوند و نیاز به افزایش میزان GPX رفع می‌شود. بنابراین علت عدم افزایش GPX، احتمالاً عملکرد ضد اکسایشی عتاب است که میزان این آنزیم را پس از مصرف ۳ هفته عتاب بالا برده است.

از دیگر نتایج پژوهش حاضر این بود که اجرای یک جلسه تمرین مقاومتی شدید موجب کاهش فعالیت آنزیم SOD شد و مصرف ۳ هفته‌ای میوه عتاب نتوانست فشار اکسایشی ناشی از تمرین شدید را مهار کند. معمولاً کاهش SOD به دلیل عدم جذب مس به میزان کافی و تجزیه آن توسط پراکسید هیدروژن است [27]. همسو با نتایج پژوهش حاضر، *استفانی* و همکاران، تاثیر مکمل کراتین همراه با تمرینات مقاومتی را روی فشار اکسایشی در موش‌ها مورد ارزیابی قرار داده و کاهش فعالیت SOD گروه مصرف‌کننده کراتین را مشاهده کردند [28]. کوک و همکاران نشان دادند که مصرف حاد

women after a resistance training session. *J Isfahan Med Sch.* 2012;30(202):1268-76. [Persian]

13- Saghebjo M, Ghanbari-Niaki A, Rajabi H, Fathi R, Hedayati M. Effects of circuit resistance training on plasma ghrelin levels in young women. *Iran J Endocrinol Metab.* 2011;12(5):529-35. [Persian]

14- Farzanegi P, Mohammdi Rish Sefid N, Habibian M, Jafari H. The effects of Omega-3 on oxidative stress in elite karate athletes. *J Mazand Univ Med Sci.* 2012;22(91):70-78. [Persian]

15- Fangling D, Cailian L. Effect of Jujube polysaccharide on some biochemical indicators of mouse's blood. *J Jilin Inst Phys Educ.* 2008;6. Available from: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-JLTY200806024.htm

16- Aiping C, Jinping C, Zhengying X. Effect of amto-fatigue composition from Jujube on the glycometabolism of swimming mice. *Chin J Sport Med.* 2007;(4):411-5.

17- Ghanbari A, Niaki A, Hosseini F, Rooadbari F, Rahmati-Ahmadabad S, Rooadbari M. Effects of aerobic training, with or without Zizyphus jujuba water extraction, on fundus nesfatin-1, ATP, HDL-C, and LDL-concentrations in female rats. *J Phys Activ Health.* 2013;4(1)9-16.

18- Jaydari F, Johari H, Taati M, Asadian P, Alirezaei M, Sheikhzadeh F. The effects of fruit extract on catalase activity and lipid peroxidation in the heart and erythrocytes of rats following chronic ethanol consumption. *J Vet Res.* 2011;3:179-83.

19- Solati J, Soleimani N. Antidiabetic effects of ethanolic extract of Ziziphus vulgaris L. in streptozocin-induced diabetic adult male Wistar rats. *J Physiol Pharmacol.* 2010;14(2):174-80.

20- Bekir S, Adhan NY. Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fatty acid composition of four promising jujube (*Ziziphus vulgaris* L.) selections. *J Food Compos Analys.* 2010;23:706-10.

21- Fazel Kalkhuran G, Shybk A. Effect of aqueous extract of saffron and aerobic training on some indicators of oxidative stress in liver of diabetic male rats. *J Biol Sci.* 2013;5(4):1-19. [Persian]

22- Abd Hamid NA, Hasrul MA, Ruzanna RJ, Ibrahim AI, Baruah PS, Mazlan M, et al. Effect of vitamin E (Tri E®) on antioxidant enzymes and DNA damage in rats following eight weeks exercise. *Nutr J.* 2011;10(37):1-7.

23- Leelarungrayub D, Sawattikanon N, Klaphajone J, Pothongsunan P, Bloomer RJ. Coenzyme Q10 supplementation decreases oxidative stress and improves physical performance in young swimmers: A pilot study. *Open Sports Med J.* 2010;4:1-8.

24- Dehghan GR, Ebrahimi S, Shaghghi M, Jafari A, Mohammadi M, Badalzadeh R, et al. Antioxidant effect of cinnamon bark extract following an exhaustive exercise in male rats. *J Babol Univ Med Sci.* 2011;13(5):21-8. [Persian]

25- Farzanegi P, Mousavi M, Ghanbari-Niaki A. Effect of Pistacia atlantica extract on glutathione peroxidase tissue levels and total oxidative capacity of liver and plasma lipid profile of rats. *Zahedan J Res Med Sci.* 2013;15(11):59-63. [Persian]

26- Jahani GH, Firoozrai M, Matin Homae H, Tarverdzadeh B, Azarbayjani MA, Movaseghi GH, et al. The effect of continuous and regular exercise on erythrocyte antioxidative enzymes activity and stress oxidative in young soccer players. *RJMS.* 2010;17(74):22-32. [Persian]

تشکر و قدردانی: از دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند به منظور حمایت مالی و از دانشگاه علوم پزشکی گناباد به دلیل همکاری در انجام آزمایش‌های خونی تشکر و قدردانی می‌شود.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع مالی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

1- Moradi Z, Shemshaki A, Basamy M. The effect of saffron supplementation on changes of catalase and superoxide dismutase enzymes levels during intense anaerobic exercise in young women. *J Exerc Physiol.* 2012;14:119-30. [Persian]

2- Jahangard A, Hamedinia M, Hosseini Kakhk A, Jafari A, Salehzadeh K. Effect of short-term garlic extract supplementation on oxidative stress indices during rest and induced-exercise exhaustion in male soccer players. *Iran J Endocrinol Metab.* 2013;15(1):78-85. [Persian]

3- Nordberg J, Arnér ES. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. *Free Radic Biol Med.* 2001;31(11):1287-312.

4- Afzalpour ME, Rezaadeh A, Abtahi Ivahi H. Effects of zizyphus jujube on total antioxidant capacity and lipid peroxidation in young women after an intensive resistance exercise session. *Sport Biomotor Sci.* 2014;6(1):16-26. [Persian]

5- Atashak S, Niloofari A, Azizbaygi K. The effect of blackberry extract on the total antioxidant capacity and lipid peroxidation after acute resistance exercise in obese men. *J Food Technol Nutr.* 2014;11(2):55-62. [Persian]

6- Ziping X, Weihua F, JIankang C, Dongdong C, Weibo J. Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of Chinese jujuba (*Zizyphus jujuba* mill). *J Food Biochem.* 2009;33(5):613-29.

7- Taati M, Alirezaei M, Meshkatsadat MH, Rasoulia B, Kheradmand A, Neamati Sh. Antioxidant effects of aqueous fruit extract of Zizyphus jujuba on ethanol-induced oxidative stress in the rat testes. *Iran J Vet Res.* 2011;12(34):39-43.

8- Al-Reza SM, Bajpai VK, Kang SC. Antioxidant and antilisterial effect of seed essential oil and organic extracts from Zizyphus jujuba. *Food Chem Toxicol.* 2009;47(9):2374-80.

9- Cao B. Experimental study on anti-exercise fatigue effect of Jujube polysaccharide. *J Food Sci.* 2008;571-574. Available from: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SPKX200809138.htm

10- Zhang H, Jiang L, Ye S, Ye Y, Ren F. Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) from China. *J Food Chem Toxicol.* 2010;48(6):1461-5.

11- Rahbar S, Ahmadiasl N. Effect of long term regular resistance exercise on heart function and oxidative stress in rats. *J Ardabil Univ Med Sci.* 2012;12(3):256-64. [Persian]

12- Saghebjo M, Zarban A, Ghasemi E, Afzalpour M. Effects of short-term green tea supplementation on total antioxidant capacity and lipid peroxidation in young

- trained and untrained individuals. *J Int Soc Sports Nutr.* 2008;4:5-8.
- 30- Barcelos RP, Souza NA, Amaral GP, Stefanello ST, Bresciani G, Figuera MR, et al. Caffeine supplementation modulates oxidative stress markers in the liver of trained rats. *J Life Sci.* 2014;96(1):40-5.
- 31- Tauler P, Aguiló A, Gimeno I, Fuentespina E, Tur JA, Pons A. Response of blood cell antioxidant enzyme defences to antioxidant diet supplementation and to intense exercise. *Eur J Nutr.* 2006;45(4):187-95.
- 32- Peeri M, Mosalman Haghghi M, Azarbayjani MA, Atashak S, Behrouzi GH. Effect of aqueous extract of saffron and aerobic training on hepatic non enzymatic antioxidant levels in streptozotocin-diabetic rats. *J Arch Des Sci.* 2012;65(10):525-32.
- 27- Atashak S, Sharafi H, Azarbayjani MA, Goli MA, Batoorak K, Karimi W. Effects of omega-3 fatty acid supplementation on lipid peroxidation and antioxidant capacity in plasma after a single session of resistance exercise in young male athletes. *Sci J Kurdistan Univ Med Sci.* 2012;17(3):51-9. [Persian]
- 28- Stefani GP, Nunes RB, Dornelles AZ, Alves JP, Piva MO, Domenico MD, et al. Effects of creatine supplementation associated with resistance training on oxidative stress in different tissues of rats. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014;11(1):11.
- 29- Cooke M, Iosia M, Buford T, Shelmadine B, Hudson G, Kerksick C, et al. Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both