

Original Article

## Impact of aerobic and resistance training supplemented with the consumption of *saffron* on glutathione peroxidase and malondialdehyde in men with type 2 diabetes

**Vahid Aghajani**, M.A in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Guilan, Rasht, Iran. ORCID ID: 0000-0002-3964-3770

**Marzieh Nazari**, Ph.D Candidate in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Young Researchers and Elite Club, Rasht Branch, Islamic Azad University, Guilan, Rasht, Iran. ORCID ID: 0000-0001-6273-0031

\***Ramin Shabani (Ph.D)**, **Corresponding Author**, Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Guilan, Rasht, Iran. [shabani\\_msn@yahoo.com](mailto:shabani_msn@yahoo.com) ORCID ID: 0000-0002-2681-3814

### Abstract

**Background and Objective:** Type 2 diabetes is a chronic disease that associated with increased serum glucose and insulin function impairment. Exercise training and *saffron* supplement are known as two effective factors in the prevention of the complications of type 2 diabetes. The present study aimed to evaluate the impact of eight weeks of aerobic and resistance training with the consumption of *saffron* aqueous extract on malondialdehyde and glutathione peroxidase in men with type 2 diabetes.

**Methods:** In this clinical trial study, 36 men suffering from type 2 diabetes were randomly assigned into six groups: placebo, aerobic training, aerobic training with supplement consumption, resistance training, and resistance training with supplement consumption. Aerobic training was performed at 50-70% of maximal heart rate, and the resistance training was performed at 65-70% of the maximum replication for eight weeks. The *saffron* supplement was consumed at the dosage of 3 mg day<sup>-1</sup>. The concentration of malondialdehyde and glutathione peroxidase was measured before and after the trial after the 12-hour fasting period.

**Results:** Level of malondialdehyde significantly reduced in placebo and aerobic training with supplement prior to intervention ( $P<0.05$ ). Level of glutathione peroxidase were significantly increased in aerobic training with supplement ( $P<0.05$ ), resistance training ( $P<0.05$ ) and resistance training with supplement ( $P<0.05$ ) groups after intervention.

**Conclusion:** Aerobic and resistance training and their supplementation with *saffron* consumption can be regarded as an effective method to improve the peroxidase and antioxidant balance.

**Keywords:** Diabetes mellitus, Oxidative stress, Strength training, Antioxidants, *Saffron* supplement

Received 15 Jul 2018

Revised 15 Oct 2018

Accepted 26 Nov 2018

Cite this article as: Vahid Aghajani, Marzieh Nazari, Ramin Shabani. [Impact of aerobic and resistance training supplemented with the consumption of *saffron* on glutathione peroxidase and malondialdehyde in men with type 2 diabetes]. J Gorgan Univ Med Sci. 2019 Autumn; 21(3): 24-33. [Article in Persian]

## اثر تمرینات هوازی و مقاومتی به همراه مصرف مکمل زعفران بر گلوکاتایون پراکسیداز و مالون دی آلدهید مردان مبتلا به دیابت نوع دو

ORCID ID: 0000-0002-3964-3770

وحید آقاجانی، کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

مریضه نظری، دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

ORCID ID: 0000-0001-6273-0031

ORCID ID: 0000-0002-2681-3814

\* دکتر رامین شعبانی، دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزش، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

### چکیده

**زمینه و هدف:** دیابت نوع دو بیماری مزمنی است که با افزایش گلوکز سرم و اختلال در عملکرد انسولین همراه است. تمرینات ورزشی و مکمل زعفران به عنوان دو عامل موثر در پیشگیری از عوارض دیابت نوع دو شناخته شده اند. این مطالعه به منظور تعیین اثر ۸ هفته تمرینات هوازی و مقاومتی به همراه مصرف مکمل زعفران بر گلوکاتایون پراکسیداز و مالون دی آلدهید مردان مبتلا به دیابت نوع دو انجام شد.

**روش بررسی:** در این کارآزمایی بالینی ۳۶ مرد مبتلا به دیابت نوع دو به صورت تصادفی در شش گروه شاهد، دارونما، تمرین هوازی، تمرین هوازی با مصرف مکمل، تمرین مقاومتی، تمرین مقاومتی با مصرف مکمل قرار گرفتند. تمرین هوازی با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه و تمرین مقاومتی با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه به مدت هشت هفته انجام شد. مقدار مکمل زعفران روزانه ۳ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بود. غلظت مالون دی آلدهید و گلوکاتایون پراکسیداز در پیش و پس از ناشتایی ۱۲ ساعته اندازه گیری شد.

**یافته ها:** کاهش آماری معنی داری در سطح استراحتی مالون دی آلدهید در گروه های دارونما و تمرینات هوازی با مکمل قبل از مداخله مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). پس از مداخله، سطح گلوکاتایون پراکسیداز در گروه های تمرینات هوازی با مکمل، تمرینات مقاومتی و تمرینات مقاومتی با مکمل افزایش آماری معنی داری مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** به نظر می رسد تمرین هوازی و مقاومتی و ترکیب آن با مصرف زعفران در کاهش تعادل پراکسیدانی و افزایش آنتی اکسیدانی روش موثری باشد.

**کلید واژه ها:** دیابت نوع دو، استرس اکسیداتیو، تمرینات قدرتی، آنتی اکسیدان، مکمل زعفران

\* نویسنده مسؤول: دکتر رامین شعبانی، پست الکترونیکی shabani\_msn@yahoo.com

نشانی: رشت، بلوار لاکان، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، کد پستی ۴۱۴۷۶۵۴۹۱۹، تلفن ۰۱۳-۳۳۳۷۵۴۷-۰۰، شماره ۳۳۴۷۷۰۶۰

وصول مقاله: ۱۳۹۷/۴/۲۴، اصلاح نهایی: ۱۳۹۷/۷/۲۳، پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۹/۵

### مقدمه

است. رادیکال های آزاد، بسیار واکنش پذیر بوده و ممکن است باعث آسیب سلولی شده و در بروز بعضی از بیماری ها به خصوص بیماری های قلبی - عروقی نقش داشته باشد (۵). حاصل عمل این مواد محصولات متنوعی است که از جمله آنها می توان به مالون دی آلدهید (MDA) اشاره نمود (۵). در واقع MDA شاخص مهم اندازه گیری پراکسیداسیون لیپید است. از سوی دیگر، نشان داده شده سلول ها در مقابل رادیکال های آزاد مکانیسم دفاعی دارند. رادیکال های تولید شده در جریان بیماری هایی مانند دیابت، می توانند از طریق ترکیب با آنتی اکسیدان ها از بدن حذف شوند. از آنزیم های آنتی اکسیدانی مهم شناخته شده می توان گلوکاتایون پراکسیداز (GPX) را نام برد (۶). از جمله عواملی که می تواند در پاسخ استرس اکسایشی تاثیر داشته باشند؛ می توان به سن، جنسیت،

دیابت نوع دو بیماری مزمنی است که با افزایش گلوکز سرم و اختلال در عملکرد انسولین همراه است (۱). طبق بررسی های موجود، شیوع آن در ایران حدود ۷ تا ۷/۷ درصد گزارش شده است (۲ و ۱). میزان مرگ و میر بیماران دیابتی نسبت به افراد سالم به خصوص در رابطه با بیماری های قلبی - عروقی افزایش نشان داده است که از دلایل آن می توان به وجود استرس اکسیداتیو (Oxidative Stress) در این بیماران اشاره نمود (۳). افزایش مزمن گلوکز سرم به علت پراکسیداسیون لیپیدی منجر به افزایش استرس اکسیداتیو و کاهش همزمان مکانیسم های دفاعی می گردد (۴). استرس اکسیداتیو به عنوان عدم تعادل بین تأثیر دفاعی آنتی اکسیدان ها و افزایش تولید رادیکال های آزاد شناخته شده

برگلو تاتیون پراکسیداز و مالون دی آلدئید مردان مبتلا به دیابت نوع دو انجام شد.

### روش بررسی

این کار آزمایی بالینی روی ۳۶ مرد مبتلا به دیابت نوع دو مراجعه کننده به بیمارستان فوق تخصصی ولیعصر رشت طی سال ۱۳۹۵ انجام شد. از بین ۱۲۴ بیماری که در ۵ سال گذشته برای درمان و تشخیص در آن مرکز پرونده پزشکی داشتند؛ تعداد ۳۶ آزمودنی (۱۱ و ۱۰) با میانگین سنی  $43/75 \pm 3/57$  سال به صورت داوطلبانه وارد مطالعه شدند (نمودار یک).

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت (IR.IAU.RASHT.REC.1396.58) قرار گرفت. همچنین در مرکز ثبت کار آزمایی های بالینی ایران به شماره IRCT20150531022498N21 ثبت شده است.

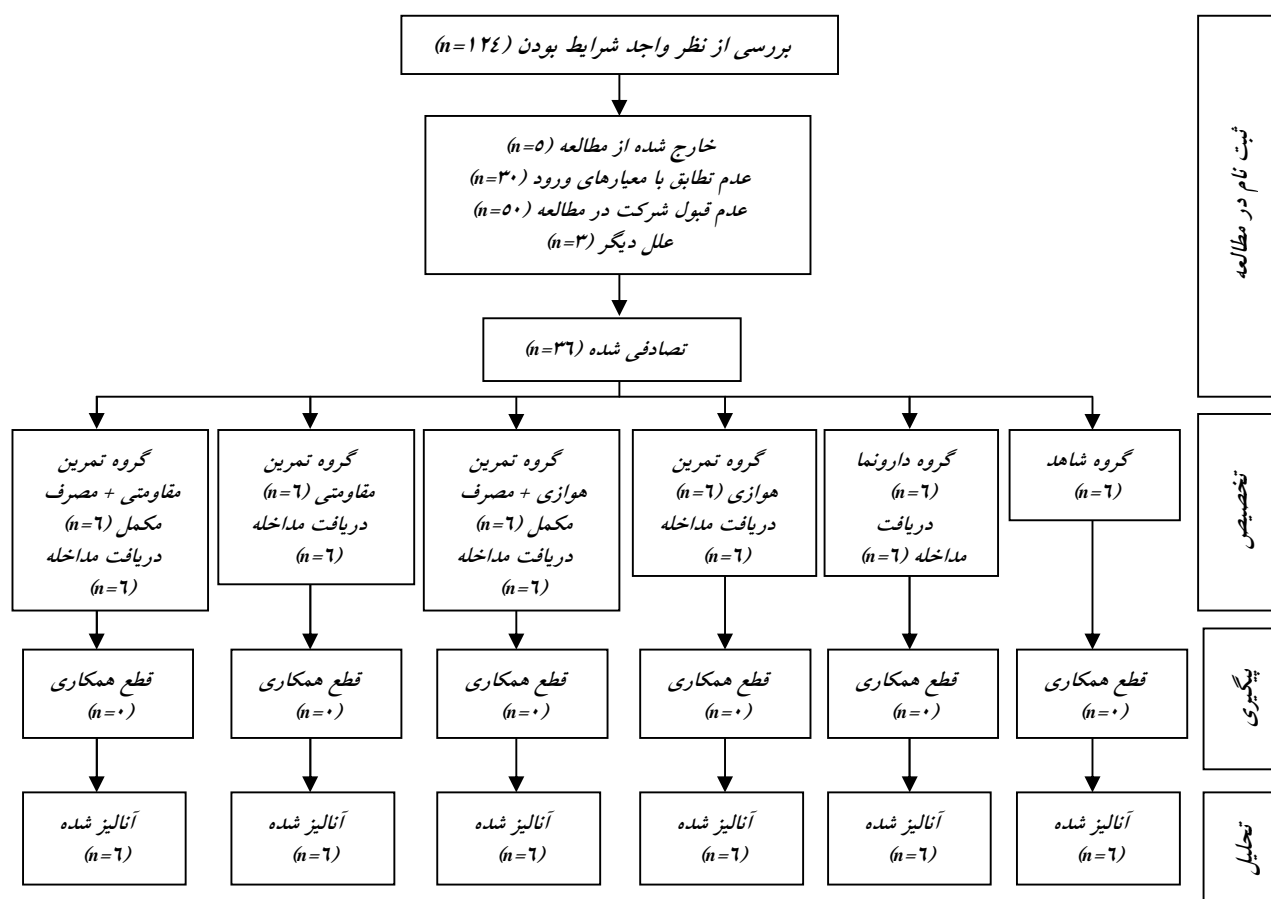
معیارهای ورود به مطالعه شامل مردان با سابقه حداقل سه سال ابتلا به بیماری دیابت نوع دو، میزان گلوکز سرم بیش از ۱۲۰ میلی گرم بر دسی لیتر و عدم شرکت در فعالیت های ورزشی منظم برای حداقل ۶ ماه قبل بودند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل عدم فشار خون بالا، نداشتن بیماری های قلبی - عروقی، التهابی و مفصلی، عدم حضور نمونه ها در سه جلسه تمرین و یا آسیب دیدگی حین انجام تمرین و یا تمام نکردن برنامه تحقیق بر اساس اهداف تحقیق بودند.

قبل از ورود به مطالعه همه گروه ها تحت نظر پزشک از داروی متفورمین با دوز تجویزی استفاده کردند و از نظر برنامه غذایی تحت کنترل بودند. طی یک جلسه توجیهی، اطلاعات جامع و کاملی در مورد تحقیق، اهداف و مدت زمان تحقیق و روش های انجام تمرینات ورزشی در اختیار آزمودنی ها قرار گرفت و نیز آزمودنی ها از نحوه و زمان خونگیری مطلع شدند. آزمودنی ها با آگاهی کامل و پس از تکمیل فرم رضایت نامه مبنی بر شرکت داوطلبانه در این پژوهش شرکت نمودند.

همه گروه ها از داروهای کاهنده گلوکز سرم (نظیر گلی بنگلامید و متفورمین)، کاهنده چربی خون (نظیر آتورواستاتین) و کاهنده فشارخون (نظیر لوزارتان) استفاده می کردند.

در این مطالعه از زعفران نگین (شناسه شرکت کشاورزی نگین نوین زعفران خراسان، زعفر ۹۸۰۸ پ ۰۹) روستای تروسک شهرستان تربیت حیدریه واقع در جنوب خراسان رضوی استفاده گردید. زعفران خشک شده در سایه با استفاده از هاون به صورت پودر در آورده شد و پس از حل کردن در آب مقطر با کمک دستگاه تقطیر، عصاره آبی آن به دست آمد. برای این منظور ۱۰۰ گرم از پودر کلالة خشک شده در یک مخزن شیشه ای ریخته شد و پس از افزودن ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن، برای مدت ۱۰ دقیقه

نوع، شدت فعالیت بدنی، میزان آمادگی افراد و سازگاری آنان به تمرینات ورزشی اشاره کرد. برخی مطالعات نشان داده اند که تمرینات هوازی به ویژه زمانی که با شدت بالا انجام شوند؛ به افزایش تولید رادیکال های آزاد منجر شده و با سرکوب سیستم دفاع آنتی اکسیدانی، موجب ایجاد استرس اکسایشی می شود (۷). در این میان می توان با تغییر نوع، شدت تمرینات ورزشی و تغذیه افراد بر میزان عوامل آنتی اکسیدانی و اکسیدانی تاثیر گذاشت. مطالعات موجود حاکی از آن است که تمرینات ورزشی هوازی و مقاومتی به طور منظم با تقویت دفاع ضد اکسایشی سبب بهبود حساسیت سلول ها به انسولین و کنترل بهتر گلوکز سرم شده (۸) و بدن را بعد از مدتی در مقابل استرس اکسیداتیو مقاوم می کند (۸و۶). همچنین انتظار می رود، این تمرینات با تاثیر بر بیان ژن آنزیم های آنتی اکسیدانی باعث افزایش تراکم مویرگی و ایجاد سازگاری های حفاظتی و در نهایت باعث محافظت سلول ها در مقابل اثرات مضر استرس اکسایشی شود (۸). با این حال، گزارش هایی مبنی بر عدم تاثیر تمرینات ورزشی بر پراکسیداسیون لیپیدی بیماران دیابتی از طریق سیستم آنتی اکسیدانی گزارش شده است (۹). از سوی دیگر، استفاده از گیاهان دارویی جز اولین درمان های دیابت است. شواهد نشان می دهند که آنزیم های آنتی اکسیدانی حین ورزش شدید نمی توانند به طور کامل از آسیب اکسایشی جلوگیری کنند و در چنین مواقعی نقش مواد آنتی اکسیدانی رژیم غذایی اهمیت می یابد (۷). از جمله این آنتی اکسیدان ها می توان به مکمل زعفران اشاره کرد. گیاه زعفران با نام عمومی سافرون اثرات دارویی مختلفی دارد و خواص آنتی اکسیدانی و پاکسازی رادیکال های آن به دلیل وجود کاروتنوئیدهایی نظیر بتاکاروتن و لیکوپن به اثبات رسیده است (۱۰). در این خصوص، مطالعه ای با بررسی اثر ترکیب عصاره آبی زعفران و تمرین هوازی بر غلظت آنزیم های آنتی اکسیدانی در کبد موش های صحرایی دیابتی شده، نشان داد با تمرین هوازی و مصرف همزمان زعفران سطح GPX و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) افزایش می یابد (۸). همچنین فکوری و همکاران، اثر برنامه های تمرینی کم شدت با زمان طولانی تر را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج حاکی از افزایش آنتی اکسیدان ها در افراد دیابتی بود (۷). با این حال، با توجه به اهمیت آنتی اکسیدان ها در کاهش عواقب ناشی از دیابت، این احتمال وجود دارد که به واسطه مکمل سازی آنتی اکسیدان ها به همراه ورزش بتوان از افزایش استرس اکسیداتیو و پیشرفت دیابت نوع دو پیشگیری کرد. از آنجا که تاکنون در پژوهشی به بررسی دو شیوه تمرینات هوازی و مقاومتی به همراه مصرف مکمل زعفران بر میزان MDA و GPX در مردان مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته نشده است؛ لذا این مطالعه به منظور تعیین اثر ۸ هفته تمرینات هوازی و مقاومتی به همراه مصرف مکمل زعفران



شکل ۱: نمودار کارآزمایی بالینی

پرچرب، سرخ کردنی‌ها، کنسروها و فست فودها تأکید شد. همچنین گروه شاهد علاوه بر زندگی روزمره از رژیم غذایی استفاده کردند.

شرکت کنندگان در مطالعه پس از اندازه‌گیری برخی شاخص‌های جسمی، به صورت تصادفی در شش گروه به شرح زیر قرار گرفتند.

۱) گروه شاهد: در طول دوره مطالعه، مصرف مکمل و تمرینات ورزشی نداشت.

۲) گروه دارونما

۳) گروه تمرین هوازی

۴) گروه تمرین هوازی توام با مصرف مکمل زعفران به میزان ۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن.

۵) گروه تمرین مقاومتی

۶) گروه تمرین مقاومتی توام با مصرف مکمل زعفران به میزان ۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن.

برنامه تمرین گروه هوازی شامل هشت هفته و سه جلسه در هفته بود. یک جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن و سرد کردن با انواع دوها، حرکات کششی و نرمشی بود. در جلسات اول تمرین با شدت و مدت کم آغاز و به تدریج بر شدت و مدت آن افزوده شد.

در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد جوشانده شد. سپس محلول رویی از یک صافی عبور داده شد و به مدت یک هفته در دستگاه بن ماری با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا آب عصاره به آرامی تبخیر و پودر عصاره به دست آمد. با این روش از هر ۱۰۰ گرم پودر کالاه، ۲۵ گرم عصاره حاصل شد. مقدار مصرفی عصاره زعفران در بین آزمودنی‌ها ۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بود. به عنوان مثال فردی با وزن ۷۰ کیلوگرم مقدار ۲۱۰ میلی‌گرم مصرف نمود (۱۲). این مقدار سه بار در روز به صورت محلول و به مدت هشت هفته داده شد. در خصوص گروه دارونما، به صورت یک سویه کور نمونه‌ها در جریان نبودند. همچنین در ظروف گروه دارونما، به جای زعفران از رنگ و طعم دهنده طبیعی به همراه آب استفاده شد.

در خصوص رژیم غذایی شرکت کنندگان، در طول دوره تمرینی یادآمد غذایی سه روزه (دو روز هفته و یک روز تعطیل) به بیماران ارائه شد و اطلاعات بررسی شد و با توصیه کتبی و ارایه بروشور در مورد مصرف نوع و مقدار غذا از تک تک آنها درخواست گردید از یادآمد استفاده کنند. در برنامه غذایی، عمدتاً بر مصرف بیشتر سبزی و میوه، غلات سبوس‌دار، مصرف لبنیات و گوشت‌های کم‌چرب و نیز کاهش مصرف غذاهای قندی و

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار متغیرهای دموگرافیک، میزان گلوکوتائون پراکسیداز و مالون دی آلدئید آزمودنی‌ها

P-value	میانگین و انحراف معیار		گروه‌ها	متغیرها
	پیش آزمون	پس آزمون		
۰/۲۱۳	-	۴۰/۳۳±۴/۹۶	شاهد	سن (سال)
	-	۴۳/۶۶±۱/۷۵	دارونما	
	-	۴۶/۵۰±۱/۶۴	تمرینات هوازی	
	-	۴۳/۸۳±۱/۷۲	تمرینات هوازی با مکمل	
	-	۴۲/۳۳±۴/۰۸	تمرینات مقاومتی	
	-	۴۵/۸۳±۲/۹۲	تمرینات مقاومتی با مکمل	
۰/۳۴۸	۸۶/۸۳±۱۱/۵۳	۸۸/۶۶±۱۱/۷۲	شاهد	وزن (کیلوگرم)
	۷۵/۱۶±۱۵/۸۷	۷۵/۰±۱۶/۱۶	دارونما	
	۸۰/۶۶±۴/۰۸	۸۱/۵۰±۴/۱۳	تمرینات هوازی	
	۷۷/۶۶±۵/۸۵	۷۹/۵۰±۶/۲۸	تمرینات هوازی با مکمل	
	۷۹/۰±۶/۹۶	۷۹/۵۰±۶/۲۵	تمرینات مقاومتی	
	۸۷/۲۸±۱۳/۳۵	۸۸/۱۶±۱۵/۸۹	تمرینات مقاومتی با مکمل	
۰/۳۱۰	۲۷/۸۵±۳/۰۸	۲۷/۸۰±۳/۱۱	شاهد	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)
	۲۴/۰۸±۳/۷۹	۲۴/۰۵±۳/۸۸	دارونما	
	۲۶/۴۳±۰/۴۸	۲۶/۷۰±۰/۴۲	تمرینات هوازی	
	۲۵/۸۵±۲/۳۵	۲۷/۵۶±۳/۹۴	تمرینات هوازی با مکمل	
	۲۶/۰۰±۳/۱۰	۲۵/۶۸±۲/۷۹	تمرینات مقاومتی	
	۲۶/۹۸±۳/۲۶	۲۷/۵۶±۳/۹۴	تمرینات مقاومتی با مکمل	
۰/۳۲۱	۱۶۷/۳۳±۸۷/۶۷	۲۱۷/۵۰±۱۸۴/۷۷	شاهد	گلوکوتائون پراکسیداز (U/grHb)
	۴۱۵/۸۳±۱۸۸/۹۴	۳۵۲/۳۳±۱۹۹/۰۹	دارونما	
	۳۱۳/۱۶±۱۵۷/۶۳	۲۹۵/۸۳±۱۰۷/۲۳	تمرینات هوازی	
	۳۱۱/۳۳±۱۱۴/۰۹	۲۶۳/۶۶±۱۳۶/۰۹	تمرینات هوازی با مکمل	
	۲۴۰/۸۰±۱۷۵/۱۸	۲۲۴/۸۳±۱۵۲/۳۴	تمرینات مقاومتی	
	۲۰۹/۱۴±۶۳/۲۰	۱۶۱/۶۶±۵۷/۳۰	تمرینات مقاومتی با مکمل	
۰/۱۴۶	۲۹/۸۳±۱۵/۱۱	۵۶/۱۶±۲۶/۲۷	شاهد	مالون دی آلدئید (nmol/grHb)
	۲۹/۳۳±۲۰/۲۰	۸۹/۱۶±۱۲/۲۶	دارونما	
	۴۰/۰±۲۰/۲۰	۲/۳۳±۳۱/۹۹	تمرینات هوازی	
	۴۰/۵۰±۳۶/۶۱	۷۸/۵۰±۱۸/۶۲	تمرینات هوازی با مکمل	
	۵۰/۲۰±۲۷/۳۹	۵۷/۵۰±۱۸/۶۸	تمرینات مقاومتی	
	۴۳/۲۸±۲۵/۱۶	۷۲/۰±۲۳/۹۵	تمرینات مقاومتی با مکمل	

(۱۳). مقدار بار به گونه‌ای طراحی شد که آزمون یک تکرار بیشینه برای هر فرد در هر ایستگاه انجام و مقدار وزنه بر اساس آن تنظیم شد و برای رعایت اصل اضافه بار و افزایش شدت، هر دو هفته یک‌بار یک تکرار بیشینه دوباره اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها جابه‌جایی یک وزنه زیر بیشینه را تا حد خستگی به گونه‌ای که تکرار حرکت کمتر از ۱۰ شود را انجام دادند. سپس با توجه به معادله زیر، حداکثر قدرت (یک تکرار بیشینه) فرد برای آن حرکت برآورد گردید (۱۴).

[۰/۲۷۸ ضرب در تعداد تکرار تا خستگی) منهای عدد ۱/۲۷۸]. وزنه جابه‌جا شده (کیلوگرم) = یک تکرار بیشینه نمونه خون افراد ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینات و مصرف مکمل‌ها، در حالت ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی بین ساعت ۸ تا ۹:۳۰ صبح گرفته شد. نمونه خون به میزان ۱۰ میلی لیتر از ورید بازویی گرفته شد و به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ، سرم آن جدا شد و تا زمان اندازه‌گیری در

تمرینات به این صورت بود که در هفته اول با شدت ۵۰ تا ۵۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه و به مدت ۶۰ دقیقه شروع، در هفته سوم ۶۰-۵۵ درصد به مدت ۶۵ دقیقه، هفته پنجم ۶۵-۶۰ درصد به مدت ۷۰ دقیقه و در نهایت هفته آخر با شدت ۷۰-۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه به مدت ۷۵ دقیقه اجرا شد. ضربان قلب بیشینه (از فرمول سن منهای عدد ۲۲۰) محاسبه و شدت تمرین با استفاده از ضربان سنج پولار کنترل شد (۷).

شدت برنامه تمرین مقاومتی ۶۵ تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه بود. هر جلسه تمرین شامل سه نوبت و هر نوبت نیز شامل ۱۰ ایستگاه بود. زمان فعالیت در هر ایستگاه ۴۰-۲۰ ثانیه و زمان استراحت بین ایستگاه‌ها ۴۵-۳۰ ثانیه و زمان استراحت بین دو نوبت ۱۷۰-۱۲۰ ثانیه در نظر گرفته شده بود. ایستگاه‌ها به ترتیب شامل پرس سینه، باز شدن زانو (جلو ران)، خم شدن زانو (پشت پا)، خم شدن بازو (جلو بازو)، پرس پا، باز شدن بازو (پشت بازو) و دراز و نشست بودند. این حرکات به صورت ایستگاهی طراحی و اجرا شد

جدول ۲: تغییرات درون گروهی میزان گلوکوتایون پراکسیداز و مالون دی آلدئید

متغیرها	گروهها	اختلاف میانگین	t	P-value
گلوکوتایون پراکسیداز (U/grHb)	شاهد	۵۱/۱۷	۱/۰	۰/۳۵۲
	دارونما	-۶۳/۵۰	-۱/۶۹	۰/۱۵۲
	تمرینات هوازی	۵۳/۳۳	-۰/۸۱	۰/۴۵۰
	تمرینات هوازی با مکمل	-۳۷/۶۷	-۲/۷۳	۰/۰۴۱*
	تمرینات مقاومتی	-۱۶/۶۷	-۲/۸	۰/۰۳۴*
	تمرینات مقاومتی با مکمل	-۱۳۹/۶۷	-۳/۲۵	۰/۰۲۳*
مالون دی آلدئید (nmol/grHb)	شاهد	۲۶/۳۳	۲/۶۷	۰/۰۴۴*
	دارونما	۵۹/۸۳	۶/۳۲	۰/۰۰۱*
	تمرینات هوازی	۲۰/۳۳	۱/۹۴	۰/۱۱۰
	تمرینات هوازی با مکمل	۳۸/۰۰	۳/۱۳	۰/۰۲۶*
	تمرینات مقاومتی	۱۰/۳۴	۰/۷	۰/۴۷۰
	تمرینات مقاومتی با مکمل	۲۶/۸۴	-۱/۷۸	۰/۱۳۴

\* P < ۰/۰۵ اختلاف آماری معنی دار در پیش آزمون و پس آزمون گروهها

جدول ۳: نتایج آنالیز واریانس یک طرفه به منظور تغییرات بین گروهی متغیرها در پس آزمون

متغیرها	گروهها	میانگین و انحراف معیار	P-value
گلوکوتایون پراکسیداز (U/grHb)	شاهد	۲۰۹/۱۴ ± ۶۳/۲۰	۰/۰۲۵*
	دارونما	۱۶۷/۳۳ ± ۸۷/۶۷	
	تمرینات هوازی	۳۱۳/۱۶ ± ۱۵۷/۶۳	
	تمرینات هوازی با مکمل	۳۱۱/۳۳ ± ۱۱۴/۰۹	
	تمرینات مقاومتی	۲۴۰/۸۰ ± ۱۷۵/۱۸	
	تمرینات مقاومتی با مکمل	۲۰۹/۱۴ ± ۶۳/۲۰	
مالون دی آلدئید (nmol/grHb)	شاهد	۲۹/۸۳ ± ۱۵/۱۱	۰/۰۴۳*
	دارونما	۲۹/۳۳ ± ۲۰/۲۰	
	تمرینات هوازی	۴۶/۰۰ ± ۲۰/۲۱	
	تمرینات هوازی با مکمل	۴۰/۵۰ ± ۲۶/۶۱	
	تمرینات مقاومتی	۵۰/۲۰ ± ۲۷/۳۹	
	تمرینات مقاومتی با مکمل	۴۳/۲۸ ± ۲۵/۶	

\* P < ۰/۰۵

### یافته‌ها

در پیش آزمون تفاوت آماری معنی داری در هیچیک از متغیرهای اندازه گیری شده شامل سن، قد، وزن، BMI، گلوکوتایون پراکسیداز و سطح مالون دی آلدئید وجود نداشت (جدول یک) و توزیع داده‌ها نرمال بودند.

در بررسی درون گروهی گروه های تمرینات مقاومتی، تمرینات مقاومتی به همراه مکمل و تمرینات هوازی به همراه مکمل افزایش سطح متغیر گلوکوتایون پراکسیداز مشاهده شد (P < ۰/۰۵). در گروه‌های شاهد، دارونما و گروه هوازی، هیچگونه تغییری مشاهده نشد. همچنین میزان مالون دی آلدئید در گروه‌های تمرینات هوازی با مکمل، دارونما و شاهد کاهش غیرمعنی دار و در گروه مقاومتی، مقاومتی به همراه مکمل و گروه هوازی تغییری مشاهده نشد (جدول ۲).

در بررسی بین گروهی، تفاوت آماری معنی داری در میزان گلوکوتایون پراکسیداز (F=۲/۶۱، P=۰/۰۲۵) و مالون دی آلدئید (F=۰/۸۱۴، P=۰/۰۴۳) بین شش گروه مشاهده شد (جدول ۳).

فریزر با دمای ۲۸- درجه سانتی گراد قرار گرفت. میزان پلاسمایی مالون دی آلدئید و گلوکوتایون پراکسیداز به روش الیزا (با کیت الیزا شرکت استایوفارم ساخت آمریکا) اندازه گیری شد. در بخش آمار توصیفی از شاخص های میانگین و انحراف معیار استفاده گردید. به علاوه از جداول آماری برای توصیف و نمایش بهتر داده‌ها بهره گرفته شد. در بخش آمار استنباطی، برای نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف - اسمیرونف و بعد از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، از آزمون پارامتریک به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. به همین منظور از روش آماری t همبسته برای تعیین تفاوت درون گروهی و از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. سپس در صورت مشاهده اختلاف آماری معنی دار برای شناسایی و مقدار آن از آزمون تعقیبی توکی استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-22 در سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ انجام شد.

جدول ۴: نتایج آزمون تعقیبی توکی به منظور ارزیابی دو به دو گروه‌ها در متغیر گلوکاتایون پراکسیداز

متغیرها	۱ گروه	۲ گروه	میانگین اختلافات	p-value
گلوکاتایون پراکسیداز (U/grHb)	دارونما	دارونما	-۲۴۸/۵۰	۰/۰۳۷*
	مقاومتی	مقاومتی	-۷۴/۱۶	۰/۰۲۹*
	شاهد	هوازی	-۱۴۵/۸۳	۰/۴۴۳
		هوازی با مکمل	-۱۴۴/۰	۰/۴۵۷
		مقاومتی با مکمل	-۳۵/۸۳	۰/۰۴۹*
		دارونما	۱۷۴/۳۳	۰/۲۵۶
		هوازی	۷۱/۶۶	۰/۹۳۹
		هوازی با مکمل	۶۹/۸۳	۰/۹۴۵
		مقاومتی با مکمل	۳۸/۳۳	۰/۹۹۶
		دارونما	-۱۱۰/۶۶	۰/۷۷۶
	هوازی	هوازی با مکمل	۱/۸۳	۱/۰
		مقاومتی با مکمل	۱۱۰/۰	۰/۷۲۴
مالون دی آلدئید (nmol/grHb)	دارونما	دارونما	-۱۰۴/۵۰	۰/۷۶۴
	مکمل	هوازی	-۱/۸۳	۱/۰
		مقاومتی با مکمل	۱۰۸/۱۶	۰/۷۳۷
	مقاومتی با مکمل	دارونما	-۲۱۲/۶۶	۰/۷۳۴
		دارونما	-۱۰/۵۰	۱/۰
		مقاومتی	-۱۷/۳۳	۰/۷۷۸
	شاهد	هوازی	۰/۸	۰/۸۲۲
		هوازی با مکمل	-۱۰/۶۶	۰/۹۶۴
		مقاومتی با مکمل	-۱۵/۳۳	۰/۸۵۱
		دارونما	-۱۷/۸۳	۰/۰۲۱*
		هوازی	۱/۱۶	۱/۰
		هوازی با مکمل	۶/۶۶	۰/۹۹۶
	مقاومتی با مکمل	۲/۰	۱/۰	
P < ۰/۰۵ *	دارونما	دارونما	۱۶/۶۶	۰/۰۰۶*
	هوازی	هوازی با مکمل	۵/۵۰	۰/۹۹۸
		مقاومتی با مکمل	۰/۸۳	۱/۰
		دارونما	۱۱/۱۶	۰/۹۵۶
	هوازی با مکمل	مقاومتی	-۶/۶۶	۰/۹۹۶
		مقاومتی با مکمل	-۴/۶۶	۰/۹۹۹
	مقاومتی با مکمل	دارونما	۱۵/۸۳	۰/۸۳۴

P < ۰/۰۵ \*

میزان گلوکاتایون پراکسیداز در گروه شاهد، اختلاف آماری معنی داری با گروه‌های دارونما، تمرینات مقاومتی و تمرینات مقاومتی به همراه مکمل نشان داد (P < ۰/۰۵). با این حال تغییری در دیگر گروه‌ها دیده نشد. همچنین، میزان مالون دی آلدئید در گروه دارونما، اختلاف آماری معنی داری با گروه‌های هوازی و تمرینات مقاومتی نشان داد (P < ۰/۰۵)؛ اما در دیگر گروه‌ها تغییری مشاهده نگردید (جدول ۴).

### بحث

میزان گلوکاتایون پراکسیداز در گروه شاهد، اختلاف آماری معنی داری با گروه‌های دارونما، تمرینات مقاومتی و تمرینات مقاومتی به همراه مکمل نشان داد (P < ۰/۰۵). با این حال تغییری در دیگر گروه‌ها دیده نشد. همچنین، میزان مالون دی آلدئید در گروه دارونما، اختلاف آماری معنی داری با گروه‌های هوازی و تمرینات مقاومتی نشان داد (P < ۰/۰۵)؛ اما در دیگر گروه‌ها تغییری مشاهده نگردید (جدول ۴).

با توجه به نتایج این مطالعه افزایش آماری معنی دار میزان GPX و کاهش MDA در تغییرات بین گروهی پس آزمون مردان مبتلا به دیابت نوع دو مشاهده شد. افزایش GPX بین گروهی را می‌توان ناشی از افزایش در گروه‌های دارونما، مقاومتی و مقاومتی به همراه مکمل دانست. همچنین تمرین در گروه هوازی بر کاهش میزان

MDA موثر بود. در تغییرات درون گروهی، میزان GPX در گروه‌های هوازی به همراه مکمل، مقاومتی به همراه مکمل و مقاومتی افزایش آماری معنی داری نشان داد. از طرفی، میزان MDA در گروه دارونما و هوازی به همراه مکمل کاهش نشان داد. افزایش استرس اکسیداتیو و کاهش آنتی‌اکسیدان‌ها از علل اصلی مشکلات افراد مبتلا به دیابت است. رادیکال‌های آزاد که در پی اکسیداسیون گلوکز در این بیماران ایجاد می‌شود؛ سبب افزایش پر اکسیداسیون لیپیدی و مقاومت به انسولین می‌شود (۴). تمرینات هوازی به ویژه زمانی که با شدت بالا انجام شوند؛ به افزایش تولید رادیکال‌های آزاد منجر شده و با سرکوب سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، موجب ایجاد استرس اکسایشی می‌شود. واکنش رادیکال‌های آزاد با غشای سلول‌ها منجر به تولید MDA می‌شود که امکان اندازه‌گیری غیرمستقیم استرس اکسایشی را فراهم می‌کند. از



۵۰ دقیقه بر روی تردمیل انجام شد که این تمرینات باعث افزایش مالون دی آلدئید شد (۱۹)؛ ولی در تحقیق حاضر، تمرینات دویدن به مدت ۷۵ دقیقه با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد بود که در گروه های تمرینات هوازی با مصرف مکمل و دارونما که فقط مکمل زعفران استفاده نمودند؛ سبب کاهش MDA گردید. در مجموع، تمرینات منظم موجب سازگاری هایی در ظرفیت آنتی اکسیدانی می شود و سلول ها را در معرض تاثیرات مضر استرس اکسیداتیو محافظت می کند و در نتیجه از تخریب سلول پیشگیری می کند (۷ و ۲۰). از سویی، آنزیم های ضد اکسایشی شامل SOD و GPX اولین خط دفاعی در برابر حمله انواع رادیکال های فعال اکسیژن هستند و مواد ضد اکسایشی مثل مکمل خرفه، ویتامین E و ویتامین C خط دفاعی بعدی را تشکیل می دهند. شواهد فراوانی نشان می دهند تحت شرایط فیزیولوژیک از جمله ورزش شدید، عدم تحرک و بسیاری از بیماری ها مانند دیابت، آنزیم های آنتی اکسیدانی نمی توانند به طور کامل از آسیب اکسایشی جلوگیری کنند. چنین مواقعی نقش مواد آنتی اکسیدانی رژیم غذایی از قبیل مکمل خرفه و ویتامین E و ویتامین C اهمیت می یابد (۷). در این خصوص، پژوهشی که توسط مصلحی و همکاران با عنوان تاثیر مکمل گیری کوتاه مدت ویتامین E بر پاسخ MDA مردان سالم به دنبال یک جلسه تمرین در مانده ساز انجام شد؛ افزایش مقادیر MDA مشاهده گردید (۲۱). علت تناقض های موجود را می توان به نوع پروتکل تمرینی، مدت و شدت تمرین به همراه زمان اندازه گیری تعمیم داد. از دیگر دلایل احتمالی این تناقض می توان به ویژگی های متفاوت ترکیبات مکمل های مورد استفاده بالاخص ویتامین های E و C اشاره کرد که جزو مکمل های مصنوعی هستند.

نتایج پژوهش در خصوص میزان غلظت گلو تاتیون نشان دهنده افزایش آن بود. در این راستا، در مطالعه پیری غلظت گلو تاتیون در گروه زعفران به همراه فعالیت هوازی بیشترین افزایش و گروه کنترل دیابتی کمترین افزایش را نشان داد (۱۷). از سویی، یافته های مطالعه حاضر با مطالعه Hellsten و همکاران (۲۲) و Marzatico و همکاران (۲۳) همخوانی داشت. در خصوص اثر تمرینات ورزشی بر افزایش میزان گلو تاتیون پراکسیداز می توان گفت که تمرینات ورزشی بر بیان ژن آنزیم های آنتی اکسیدانی تاثیر گذار است و باعث افزایش تنظیم سیستم آنتی اکسیدانی و ایجاد سازگاری های حفاظتی و در نهایت باعث محافظت سلول ها در مقابل اثرات مضر استرس اکسایشی می شود (۲۴). در خصوص تمرینات هوازی به نظر می رسد گلو تاتیون پراکسیداز در بین آنزیم های اکسایشی دیگر دارای تغییرات پایدارتری است و نسبت به تمرینات طولانی سبب تغییرات افزایشی می شود. با این حال، در بعضی از مطالعات کاهش میزان GPX مشاهده شده است (۲۴ و ۲۵). در مقایسه تحقیقات موافق و

گزارش های موجود چنین استنباط می شود که بر حسب نوع و شدت فعالیت بدنی، میزان آمادگی افراد و سازگاری آنان به تمرینات ورزشی، می توان افزایش، کاهش یا عدم تغییر مقدار MDA را پس از تمرین انتظار داشت (۵). از مطالعات پژوهش حاضر چنین استنباط شد که تمرین هوازی با شدت متوسط به همراه مکمل زعفران می تواند سبب کاهش استرس اکسایشی و افزایش آنتی اکسیدانی در بیماران دیابتی شود. در خصوص سازو کارهایی که از طریق آن ورزش سبب کاهش استرس اکسیداتیو می شود؛ می توان گفت که ورزش دفاع آنتی اکسیدانی را بهبود بخشیده و پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش می دهد که آن سبب افزایش حساسیت به انسولین و کاهش هموگلوبین گلیکوزیله و استرس اکسیداتیو در این بیماران می شود (۱۵). از طرفی دیگر ممکن است به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی مکمل زعفران و وجود کاروتینوئید، از تولید MDA جلوگیری شده و باعث مهار پراکسیداسیون لیپیدی شود (۱۲). مشابه با پژوهش حاضر، در مطالعه ای با عنوان ارزیابی میزان GPX و MDA در بیماران دیابتی نوع دو مشخص شد که میزان GPX در بین بیماران دیابت نوع دو با مشکل در قیاس با آنها که بدون مشکل بودند؛ کاهش یافته است. میزان MDA به طور مشخص در آنانی که با مشکل روبرو بودند در مقایسه با افراد بدون مشکل و کسانی که تحت کنترل بودند؛ افزایش داشت. آن مطالعه نشان داد که ارتباط بین GPX و هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) و ارتباط مثبت بین MDA و HbA1c وجود دارد. این یافته ها نشان می دهد که بیماران دیابتی در معرض بیماری استرس های اکسیداتیو بوده و کنترل هایپرگلیسمی ارتباط مستقیم با پراکسیداسیون لیپید و رادیکال های آزاد دارد (۱۶). مطالعه ای دیگر توسط پیری با عنوان اثر عصاره زعفران و تمرین هوازی بر غلظت آنتی اکسیدان های غیر آنزیمی کبدی در موش های صحرایی دیابتی شده با استرپتوزوسین انجام شد که نتایج حاکی از کاهش مالون دی آلدئید در گروه زعفران به همراه فعالیت هوازی، فعالیت هوازی و گروه مکمل زعفران بود (۱۷). همچنین مطالعه ای بر بررسی تمرین هوازی با شدت متوسط به مدت هشت هفته در بیماران دیابتی نوع یک پرداخت که نتایج حاکی از کاهش MDA در این بیماران بود (۱۸). در مقابل، ناظم و همکاران با عنوان تاثیر تمرینات استقامتی و مکمل رزماری بر مقدار MDA سرمی که بر روی موش های دیابتی انجام شد؛ مشخص نمودند که مقدار MDA در گروه تمرینات استقامتی موش های دیابتی نسبت به گروه بی تحرک دیابتی و شاهد سالم به طور معنی داری بیشتر بوده است (۱۹). نتایج این مطالعه با پژوهش حاضر همخوانی ندارد و اختلاف آن را می توان ناشی از نوع نمونه ها (موش در مقابل بیماران دیابتی) و پروتکل تمرینی متفاوت اشاره کرد. در تحقیق فوق، هشت هفته تمرین استقامتی بر روی موش ها به مدت



جلوگیری کند. لذا پیشنهاد می‌شود از این نوع تمرینات به همراه مکمل به عنوان یک روش موثر در بهبود تعادل پراکسیدانی و آنتی اکسیدانی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو استفاده شود. همچنین استفاده از سایر روش‌های تمرینی به خصوص تمرینات همزمان می‌تواند موثر باشد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه (شماره ۲۳۵۳۶۶۱) آقای وحید آقاجانی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته فیزیولوژی ورزشی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت بود. بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت و نیز از تمامی کارکنان بیمارستان فوق تخصصی ولیعصر رشت و نیز همه بیماران شرکت کننده در مطالعه صمیمانه قدردانی می‌گردد.

### References

- Esteghamati A, Gouya MM, Abbasi M, Delavari A, Alikhani S, Alaedini F, et al. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in the adult population of Iran: National Survey of Risk Factors for Non-Communicable Diseases of Iran. *Diabetes Care*. 2008 Jan; 31(1): 96-98. doi: 10.2337/dc07-0959
- Chatterjee S, Khunti K, Davies MJ. Type 2 diabetes. *Lancet*. 2017 Jun; 389(10085): 2239-51. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30058-2
- Aslam F, Iqbal S, Nasir M, Anjum AA. White Sesame Seed Oil Mitigates Blood Glucose Level, Reduces Oxidative Stress, and Improves Biomarkers of Hepatic and Renal Function in Participants with Type 2 Diabetes Mellitus. *J Am Coll Nutr*. 2019 Mar-Apr; 38(3): 235-46. doi: 10.1080/07315724.2018.1500183
- Huang JQ, Zhou JC, Wu YY, Ren FZ, Lei XG. Role of glutathione peroxidase 1 in glucose and lipid metabolism-related diseases. *Free Radical Biology and Medicine*. 2018; 127: 108-15. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.05.077>
- Yasrebi S, Zolfaghari H, Ajabi Farshbaf J, Zolfaghari MR. [The Effects of Sprint Training and Vitamins E and C Supplementation on Plasma GPX, LDL-ox and MDA]. *Journal of Cell & Tissue*. 2012; 3(3): 221-30. [Article in Persian]
- Vincent KR, Vincent HK, Braith RW, Lennon SL, Lowenthal DT. Resistance exercise training attenuates exercise-induced lipid peroxidation in the elderly. *Eur J Appl Physiol*. 2002 Aug; 87(4-5): 416-23. doi: 10.1007/s00421-002-0640-2
- Fakoori Jouibari M, Farzanegi P, Barari A. [The Effect of 8-week Aerobic Exercise with Purslane Supplementation Consumption on Peroxidant and Antioxidants Indicators in Women with Type 2 Diabetes]. *J Shahid Sadoughi Uni Med Sci*. 2014; 22(1): 928-39. [Article in Persian]
- Iborra RT, Ribeiro IC, Neves MQ, Charf AM, Lottenberg SA, Negrão CE, et al. Aerobic exercise training improves the role of high-density lipoprotein antioxidant and reduces plasma lipid peroxidation in type 2 diabetes mellitus. *Scand J Med Sci Sports*. 2008 Dec; 18(6): 742-50. doi: 10.1111/j.1600-0838.2007.00748.x
- Arslan M, Ipekci SH, Kebapcilar L, Dogan Dede N, Kurban S, Erbay E, et al. Effect of Aerobic Exercise Training on MDA and TNF- Levels in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *International Scholarly Research Notices*. Volume 2014, Article ID 820387. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/820387>
- Hosseini S, Nik bakht H, Azarbayjani M. [The Effect of Aqua Extract of Saffron with Resistance Training on Glycemic Indexes of Streptozotocin Induced Diabetic Rats]. *Armaghane Danesh*. 2013; 18(4): 284-94. [Article in Persian]

مخالف، به نظر می‌رسد ویژگی‌های شرکت کنندگان (بیمار در مقابل ورزشکار سالم)، تفاوت در شدت تمرین (شدت زیاد تمرین در مطالعه فوق در مقابل شدت متوسط در مطالعه حاضر) و طول مدت تمرین اثرگذار هستند.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم گزارش دقیق از رژیم غذایی و تعداد کم نمونه‌ها اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده به این موارد توجه شود.

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات هوازی و مقاومتی منظم به همراه مصرف مکمل زعفران می‌تواند باعث تاثیر بیشتری در بهبود تعادل پراکسیدانی و آنتی اکسیدانی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو گردد و نیز از استرس اکسایشی ناشی از ورزش و بیماری دیابت،

- Dogan Dede N, Ipekci S, Kebapcilar L, Arslan M, Kurban S, Yildiz M, Gonen MS. Effect of aerobic exercise training on serum malondialdehyde level and quality of life in type 2 diabetes. 20th European Congress of Endocrinology, Barcelona, Spain, 19-22 May 2018. *Endocrine Abstracts*. 2018; 56: GP100. doi: 10.1530/endoabs.56.GP100
- Barari A, Shirali S, Amini S, Nazeri-Manzari H. Interactive effect of Saffron extracts and aerobic training on Glutathione Peroxidase (GPX) and Malondialdehyde (MDA) in men with type2 diabetes. *J Nutr Sci & Diet*. 2017; 3(1): 1-7.
- Shahrjerd S, Shavandi N, Sheikh-Hoseini R, Shahrjerd S. [The effect of strengthening and endurance training on metabolic factors, quality of life and mental health in women with type diabetes]. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2010; 12(3): 85-93. [Article in Persian]
- National Strength & Conditioning Association (NSCA). *NSCA's essentials of personal training*. 2<sup>nd</sup> ed. Champaign: Human Kinetics. 2012.
- Coskun O, Ocakci A, Bayraktaroglu T, Kanter M. Exercise training prevents and protects streptozotocin-induced oxidative stress and beta-cell damage in rat pancreas. *Tohoku J Exp Med*. 2004 Jul; 203(3): 145-54.
- Hijam D, Rajen S, Premchand Th, Gyaneshwar W. A study on glutathione peroxidase and malondialdehyde in type 2 diabetes. 3<sup>rd</sup> World Congress on Diabetes & Metabolism. September 24-26, 2012 Marriott Convention Center, Hyderabad, India. *J Diabetes Metab*. 2012; 3:8. doi: 10.4172/2155-6156.S1.018
- Piri M. [The Effect of Combination of Saffron Aqueous Extract and Aerobic Exercise on the Concentration of Non-Enzyme Antioxidants in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats]. Dissertation. Tehran: Islamic Azad University, Central Tehran Branch. 2012. [Persian]
- Mohamed Elbalsly M, Elsayed Mohamed M, Fouad Rahma A. Effect of Aerobic Exercise on Serum Adiponectin and Serum Malondialdehyde (MDA) In Type 1 Diabetic Patients. *European Journal of Preventive Medicine*. 2017; 5(5): 71-76. doi: 10.11648/j.ejpm.20170505.14
- Nazem F, Farhangi N, Neshat-Gharamaleki M. Beneficial Effects of Endurance Exercise with Rosmarinus officinalis Labiatae Leaves Extract on Blood Antioxidant Enzyme Activities and Lipid Peroxidation in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Can J Diabetes*. 2015 Jun; 39(3): 229-34. doi: 10.1016/j.jcjd.2014.11.003
- Teixeira-Lemos E, Nunes S, Teixeira F, Reis F. Regular

physical exercise training assists in preventing type 2 diabetes development: focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Cardiovasc Diabetol*. 2011; 10: 12. doi: 10.1186/1475-2840-10-12

21. Moslehi Najafabadi E, Dabidi Roushan VA, Falah Mohammadi Z, Pouramir M. [Effect of Short term vitamin E supplementaion on lipid peroxidation of healthy man after exhaustive exercise in the sea level and moderate altitude]. *Olympic*. 2008; 16(1): 47-57. [Article in Persian]

22. Hellsten Y, Apple FS, Sjödin B. Effect of sprint cycle training on activities of antioxidant enzymes in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985). 1996 Oct; 81(4): 1484-87.

23. Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, Della

Valle G. Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 1997 Dec; 37(4): 235-39.

24. Kayatekin BM, Gönenç S, Açıkgöz O, Uysal N, Dayi A. Effects of sprint exercise on oxidative stress in skeletal muscle and liver. *Eur J Appl Physiol*. 2002 Jun; 87(2): 141-44. doi: 10.1007/s00421-002-0607-3

25. 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. *Ann N Y Acad Sci*. 2005 May; 1042:255-61. dDoi: 10.1196/annals.1338.029