*Original Article*

# Effects of aerobic and exhaustive exercise on salivary and serum total antioxidant capacity and lipid peroxidation indicators in sedentary men

**Sari-Sarraf V[1*], Amirsasan R[1], Zolfi HR[2]**

1- Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, I. R. Iran.
2- Ph.D Candidate, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, I. R. Iran.

Received May 18, 2016; Accepted September 4, 2016

## Abstract:

**Background:** Some studies have shown that aerobic exercise could promote the antioxidant defense system. Therefore, the aim of present study was to investigate the effects of aerobic and single bout of exhaustive exercise on salivary and serum malondialdehyde (MDA) and total antioxidant capacity (TAC) in non-athlete males.
**Materials and Methods:** Twenty-seven male (age: 18-21 year) were randomly assigned into Control (n=12) and Aerobic-training (n=15) groups. Training group was participated in an aerobic exercise program (50-70% of Heart Rate Reserve) for 8 weeks (three times per week). After the termination of exercise program, both groups performed a progressive exercise to exhaustion on treadmill. To evaluate the MDA and TAC, serum and salivary samples were collected before and after the training as well as after the exhaustive exercise.
**Results:** Aerobic exercise caused a significant increase in salivary and serum TAC ($P$<0.05). Moreover, the intensive exercise reduced the serum TAC in Control group ($P$<0.05). After the termination of exercise program, serum MDA was lower in Training group than the Control one, while no difference was noted for salivary measurement. A significant rise in serum MDA was found in Control group after the exhaustive exercise ($P$<0.05). However, there was no significant relationship between the salivary and serum TAC and MDA levels.
**Conclusion:** Aerobic exercise could be effective in preventing the exhaustive exercise-induced lipid peroxidation. Although the interpretation of results on salivary parameters require further studies.

**Keywords:** Aerobic exercise, Oxidative stress, Antioxidant

* **Corresponding Author.**
**Email:** sarraf@tabrizu.ac.ir
**Tel:** 0098 413 339 3394
**Fax:** 0098 413 335 6008

Conflict of Interests: ***No***

***Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, December, 2016; Vol. 20, No 5, Pages 427-434***

***Please cite this article as:*** Sari-Sarraf V, Amirsasan R, Zolfi HR. Effects of aerobic and exhaustive exercise on salivary and serum total antioxidant capacity and lipid peroxidation indicators in sedentary men. ***Feyz*** 2016; 20(5): 427-34.

[ Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-01 ]

# تأثیر تمرین هوازی و فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بر شاخص‌های ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون لیپیدی بزاقی و سرمی در مردان غیرفعال

وحید ساری صراف [1*]، رامین امیرساسان [1]، حمیدرضا زلفی [2]

**خلاصه:**

**سابقه و هدف:** برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرین هوازی می‌تواند دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی را تقویت نماید. ازاین‌رو، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تأثیر تمرین هوازی و یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز بر سطوح مالوندی‌آلدهید (MDA) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) بزاقی و سرمی در مردان غیرفعال انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه‌تجربی ۲۷ مرد (۱۸ تا ۲۱ سال) به‌طور تصادفی در دو گروه کنترل (۱۲ نفر) و تمرین هوازی (۱۵ نفر) جایگزین شدند. گروه تمرین در یک برنامه تمرین هوازی با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره برای ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) شرکت کردند. بعد از دوره تمرینی، هر دو گروه فعالیت ورزشی پیشرونده‌ای را تا سرحد خستگی بر روی نوارگردان اجرا کردند. نمونه‌های سرمی و بزاقی، قبل و بعد از تمرین و نیز بعد از فعالیت ورزشی، به‌منظور ارزیابی MDA و TAC جمع‌آوری گردید.

**نتایج:** تمرین هوازی باعث افزایش معنی‌دار TAC در نمونه‌های بزاقی و سرمی شد ($P<۰/۰۵$). به‌علاوه، فعالیت وامانده‌ساز با کاهش TAC در گروه کنترل همراه بود ($P<۰/۰۵$). در گروه تمرین، MDA سرمی به‌دنبال دوره تمرینی نسبت به گروه کنترل پایین‌تر بود، در-حالی‌که این تفاوت در MDA بزاقی قابل توجه نبود ($P>۰/۰۵$). بعد از فعالیت وامانده‌ساز افزایش معنی‌داری در MDA سرمی در گروه کنترل مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). هم‌چنین، ارتباط معنی‌دار بین شاخص‌های بزاقی و سرمی TAC و MDA مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

**نتیجه‌گیری:** تمرین هوازی می‌تواند در جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از فعالیت وامانده‌ساز مؤثر باشد؛ هرچند این نتیجه در ارتباط با بزاق نیازمند تحقیقات بیشتری است.

**واژگان کلیدی:** فعالیت هوازی، استرس اکسایشی، آنتی اکسیدانت

دو ماه‌نامه علمی– پژوهشی فیض، دوره بیستم، شماره ۵، آذر و دی ۱۳۹۵، صفحات ۴۳۴-۴۲۷

**مقدمه**

فعالیت‌های ورزشی به‌ویژه تمرینات هوازی از جمله اصلی‌ترین شیوه‌های کنترل و پیشگیری از بیماری‌های مزمن غیر-واگیر نظیر بیماری‌های قلبی–عروقی، اختلالات متابولیکی، پیری، آلزایمر و سرطان به‌شمار می‌روند [۲،۱]. انواع فعالیت‌های ورزشی بسته به شدت، مدت و تکرار می‌توانند در محیط‌های سلولی بدن زمینه بروز شرایطی را فراهم آورند که از آن به‌عنوان استرس اکسایشی یاد می‌شود [۲]. استرس اکسایشی در اصطلاح به ازدیاد تولید گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن و برداشت ناکارآمد آن‌ها از محیط‌های سلولی اطلاق می‌شود که تداوم این شرایط با وارد شدن آسیب به ساختارهای سلولی و پروتئینی همراه است [۳].

[1] دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز

[2] دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز

* **نشانی نویسنده مسئول:**
تبریز، بلوار ۲۹ بهمن، دانشگاه تبریز، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی

**تلفن:** ۰۴۱ ۳۳۳۹۳۳۹۴ **دورنویس:** ۰۴۱ ۳۳۳۵۶۰۰۸

**پست الکترونیک:** sarraf@tabrizu.ac.ir

**تاریخ دریافت:** ۹۵/۲/۲۹ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۹۵/۶/۱۴

از سویی دیگر، انجام منظم فعالیت‌های ورزشی به‌خصوص تمرینات هوازی، با ایجاد سازگاری‌های سلولی و افزایش آنزیم-های آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند پتانسیل آنتی‌اکسیدانی بدن را برای مقابله با شرایط اکسایشی ارتقاء دهد [۴]. در ارتباط با وضعیت آنتی‌اکسیدانی و زمانی‌که تولید رادیکال‌های آزاد در بدن افزایش می‌یابد، مالوندی‌آلدهید (MDA) و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) از جمله شاخص‌های مهم استرس اکسایشی می‌باشند که مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرند [۲]. در راستای مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته است، گروه تحقیقاتی Elabed و همکاران با بررسی اثرات حاد فعالیت هوازی و بی هوازی روی مردان ورزشکار عدم تغییر در TAC و افزایش معنی‌دار MDA را گزارش نموده‌اند [۵]. Carlsolhn و همکاران نیز با انجام پژوهشی روی افراد ورزشکار و غیرورزشکار افزایش در TAC متعاقب فعالیت‌های منظم ورزشی را گزارش کرده‌اند [۶]. هم‌چنین، Gupt و همکارانش با مطالعه روی ۳۰ داوطلب سالم اظهار داشتند که سه هفته تمرین منظم هوازی با کاهش MDA پلاسمایی به‌عنوان شاخص آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون لیپیدی همراه است [۷]. در پژوهش دیگر، Scheffer و همکاران با مطالعه روی ۱۸ مرد سه-گانه‌کار نشان دادند که پس از ۳/۸ کیلومتر شنا کردن، ۱۸۰



[ Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-01 ]

کیلومتر دوچرخه سواری و ۴۲ کیلومتر دویدن میزان TAC، MDA و پروتئین کربونیله (یکی دیگر از شاخص‌های استرس اکسایشی) به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد [۸]. در کنار نتایج هم-سو و ناهم‌سوی پژوهشی که از اندازه‌گیری‌های رایج شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در نمونه خونی (سرم و پلاسما) به‌دست آمده است، مطالعه روی نمونه‌های بزاقی نیز در سال‌های اخیر به‌عنوان شیوه‌ای قابل قبول برای اندازه‌گیری تغییرات متابولیکی و نیز سازگاری‌های ناشی از فعالیت‌های ورزشی مورد استفاده قرار گرفته است [۹]. بزاق ترکیبی از الکترولیت‌ها، پروتئین‌ها، گلیکوپروتئین‌ها، مولکول-های کوچک آلی و ترکیبات منتقل شده از خون می‌باشد که نسبت به پلاسمای خون هیپوتونیک بوده و اولین خط دفاعی بدن در مقابله با رادیکال‌های آزاد و استرس اکسایشی محسوب می‌شود [۱۱،۱۰]. اوریک اسید، آلبومین، آسکوربات، گلوتاتیون، پراکسیداز و سروپلاسمین از عمده‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های موجود در مایع بزاقی هستند [۱۲،۱۱،۹]. باوجود مشابهت‌های زیادی که در ترکیب بزاق و خون وجود دارد، تعداد پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه استرس اکسایشی ناشی از ورزش با استفاده از نمونه‌های بزاقی بسیار اندک و تنها معطوف به فعالیت‌های ورزشی حاد می‌باشد [۱۴،۱۳]. از معدود مطالعاتی که به بررسی استرس اکسایشی ناشی از ورزش با استفاده از بزاق پرداخته‌اند، می‌توان به مطالعه Cavas و همکاران اشاره نمود؛ در این مطالعه فعالیت آنزیم‌های آنتی-اکسیدانی سوپراکسیددسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و گلوتا-تیون پراکسیداز (GPX)، قبل و بعد از یک جلسه تمرین شدید در جودوکاران نخبه به‌صورت حاد مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه بیانگر افزایش معنی‌دار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پس از فعالیت تمرینی است [۱۵]. مطابق آنچه گفته شد و باتوجه به غیرتهاجمی بودن و سهولتی که در نمونه‌گیری‌های بزاقی وجود دارد و اینکه در پژوهش‌های ورزشی در مواقعی که آزمودنی‌های با سنین پایین و ورزشکاران حرفه‌ای رغبت و تمایل چندانی به نمونه‌گیری‌های مکرر خونی از خود نشان نمی‌دهند، استفاده از این روش نمونه‌گیری مطلوب به‌نظر می‌رسد [۱۶،۱۳]. باوجوداین، تأیید صحت استفاده از این شیوه کاربردی با توجه به مطالعات محدود انجام شده، منوط به انجام تحقیقات بیشتر و بلندمدت‌تر می‌باشد که از آن جمله می‌توان به بررسی تغییرات شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی بزاق در سازگاری به تمرینات هوازی بلندمدت در افراد ورزشکار (سازگاری یافته) و غیرورزشکار (سازگار نشده) اشاره کرد. به-همین منظور، در تحقیق حاضر بر آن شدیم تا تغییرات ایجاد شده در سطوح شاخص‌های ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون لیپیدی در هر دو محیط خونی و بزاقی را متعاقب یک دوره تمرین هوازی (به‌منظور بررسی آثار فعالیت هوازی منظم) و در پاسخ به یک جلسه فعالیت هوازی وامانده‌ساز (به‌منظور بررسی آثار فعالیت حاد هوازی) در مردان جوان غیرفعال بررسی نماییم.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در قالب طرح نیمه‌تجربی با دو گروه تجربی (تمرین) و کنترل (بدون انجام تمرین) و پس از کسب مجوز اخلاقی از کمیته اخلاق در پژوهش (با شماره ثبت کار-آزمایی IRCT2016042214371N2) انجام پذیرفت. پس از اطلاع رسانی و دعوت به همکاری در طرح ورزشی و انجام معاینات پزشکی، با در نظر گرفتن معیار حداکثر اکسیژن مصرفی، شاخص توده بدنی و درصد چربی، تعداد ۳۰ مرد دانشجوی سالم، غیرسیگاری، غیرورزشکار (بدون سابقه فعالیت منظم ورزشی در شش ماه گذشته) و بدون مصرف مکمل و دارو طی دو ماه گذشته با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۱ سال از بین حدود ۸۰ داوطلب (پس از احراز شرایط لازم) انتخاب و به‌طور تصادفی در دو گروه مطالعه جایگزین شدند. آزمودنی‌ها با شرکت در یک جلسه توجیهی در جریان کامل روند و اهداف تحقیق قرار گرفته و با تکمیل پرسشنامه سلامتی-ورزشی و امضای فرم رضایت آگاهانه با حضور شاهد، وارد فرآیند مطالعه شدند. لازم به‌ذکر است که در جریان آزمون ۳ نفر از آزمودنی‌های گروه کنترل از ادامه کار کناره گیری نمودند (جدول شماره ۱). نمونه‌های خونی و بزاقی جهت بررسی شاخص‌های مورد تحقیق در سه مرحله، قبل از شروع دوره تمرینی، ۴۸ ساعت بعد از اتمام دوره تمرینی ۸ هفته‌ای (به‌منظور جلوگیری از باقی ماندن اثرات حاد آخرین جلسه فعالیت هوازی) و بعد از یک جلسه فعالیت حاد وامانده‌ساز هوازی از آزمودنی‌ها به‌دست آمد. در هر مرحله از خون‌گیری، ۵ میلی‌لیتر خون از ورید آرنجی آزمودنی گرفته شده و به لوله‌های ویژه تفکیک سرم افزوده شد و با انتقال به آزمایشگاه بیوشیمی به‌مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. مایع سرم به‌دست آمده پس از انتقال به میکروتیوب، جهت اندازه‌گیری‌های مورد نیاز در دمای ۷۰- درجه نگهداری شد. نمونه‌های بزاقی غیرتحریکی به میزان ۴ میلی‌لیتر (در محدوده زمانی ۵ دقیقه)، پس از شست‌وشوی دهان با آب به حالت نشسته و تنه خمیده به جلو در فالکون‌های استریل ۱۵ میلی‌لیتری جمع آوری گردید و در ادامه بعد از سانتریفیوژ کردن در دمای ۷۰- فریز شد. قرارداد تمرینی در مطالعه حاضر بر اساس توصیه‌های دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM) برای افراد سالم غیرفعال [۱۷] و مدنظر قرار دادن مطالعه پژوهشی اخیر [۱۸] و رعایت اصل اضافه بار در تمرینات طراحی گردید که



[ Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-01 ]

شامل ۳۰ تا ۵۰ دقیقه فعالیت هوازی پیش‌رونده به‌صورت دویدن روی نوار گردان تکنوجیم (محصول کشور ایتالیا) به‌مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه (جلسات تمرینی نامتوالی و یک در میان) بود که بعد از ۱۰ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی، با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره (به روش کاروونن) بر روی نوار گردان انجام می‌شد (شدت و مدت زمان تمرین به تناوب در طول دوره تمرینی افزایش پیدا می‌کرد) و هر جلسه تمرینی در پایان با ۵ دقیقه سرد کردن (راه رفتن روی نوار گردان و حرکات کششی) پایان می‌پذیرفت. هم‌چنین، به‌منظور بررسی اثرات حاد فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در هر دو گروه تمرین و کنترل، از آزمون بروس (هفت مرحله ۳ دقیقه‌ای) استفاده شد. این آزمون با شیب ده درصد، سرعت ۱/۷ مایل در ساعت آغاز می‌شود و با افزایش دو درصدی شیب نوار گردان با گذشت هر ۳ دقیقه تا رسیدن به واماندگی (انجام فعالیت ورزشی تا رسیدن به سرحدّ خستگی و انصراف از ادامه فعالیت) ادامه می‌یابد. شدّت تمرینات نیز با استفاده از ضربان‌سنج‌های پلاریت مدل CE0573 (چین) پایش می‌شد. به‌منظور نظارت بر حسن اجرای جلسات تمرینی و بررسی شدّت و مدت زمان فعالیت‌های ورزشی، آزمون‌گر طرح در تمامی جلسات تمرینی حضور داشت. کلیه مراحل آزمون و اندازه‌گیری‌ها در شرایط زمانی (۸- ۱۰/۵ صبح) و در شرایط مکانی و دمایی یکسان و رطوبت (حدود ۵۰ درصد) و نور مشابه صورت پذیرفت. رژیم غذایی و میزان فعالیت آزمودنی‌ها با توجه به سکونت در خوابگاه دانشجویی تا حد امکان نظارت و هماهنگ می‌گردید و به جهت اطمینان نیز در طول اجرای طرح رژیم غذایی آزمودنی‌ها توسط پرسشنامه یادآمد ۲۴ ساعته در ۳ روز (در ۲ روز ابتدایی هفته و یک روز تعطیل انتهایی هفته) کنترل شد. سطوح سرمی و بزاقی شاخص TAC با به‌کاربردن کیت‌های اختصاصی مطابق دستورالعمل ارایه شده توسط شرکت انگلیسی رندوکس به شیوه ABTs و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر ( Abbott, model Alcyon 300, USA) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری MDA سرمی و بزاقی نیز بر پایه واکنش با تیوباربیتوریک اسید (TBA)، استخراج با بوتانل نرمال، اندازه‌گیری جذب با روش اسپکتروفتو-متری و مقایسه جذب با منحنی استاندارد تعیین گردید. در تحلیل آماری، از آزمون شاپیرو-ویلک به‌جهت طبیعی بودن توزیع داده-های اولیه استفاده گردید. به‌منظور تعیین تغییرات ایجاد شده در مراحل زمانی مورد تحقیق، از آزمون تحلیل واریانس در اندازه-گیری‌های مکرر استفاده شد که در صورت مشاهده اختلاف بین مراحل زمانی با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین، برای تعیین اختلافات بین گروهی از آزمون t مستقل بهره گرفته شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۵ در سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ انجام شد.

## نتایج

در جدول شماره ۱ مشخصات فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) به تفکیک گروه، شامل سن، قد، وزن، درصد چربی، شاخص توده بدنی، و حداکثر اکسیژن مصرفی ارایه شده است. میزان تغییرات شاخص‌های مورد تحقیق در طی سه مرحله نمونه‌گیری از خون و بزاق در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱- میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

| مشخصات آزمودنی‌ها | گروه‌های مورد تحقیق | |
|---|---|---|
| | تمرین هوازی (۱۵ نفر) | کنترل (۱۲ نفر) |
| سن (سال) | ۱۸/۶±۰/۸ | ۱۸/۲±۰/۸ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۷۵/۶±۹/۵ | ۱۷۳/۱±۵/۱ |
| وزن (کیلوگرم) | ۶۷/۱±۹/۸ | ۶۶/۹±۸/۹ |
| چربی بدن (درصد) | ۱۳/۷±۲/۶ | ۱۲/۳±۲/۹ |
| شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع) | ۲۱/۸±۱/۹ | ۲۲/۱±۲/۶ |
| حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) | ۳۹/۹±۲/۱ | ۴۰/۶±۲/۲ |
| زمان انجام آزمون وامانده‌ساز پایانی (دقیقه) | ۱۲/۸±۱/۱ | ۱۱/۸±۰/۸ |

مطابق یافته‌ها (جدول شماره ۲)، اجرای برنامه تمرین هوازی به-مدت ۸ هفته به‌ترتیب با افزایش ۹ و ۱۱ درصدی در سطوح TAC سرمی و بزاقی تأثیر معنی‌داری بر این شاخص دارد ($P<۰/۰۵$). تفاوت معنی‌داری در سطوح TAC سرمی بین مرحله قبل از شروع تمرین و بعد از فعالیت وامانده‌ساز هوازی مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). هم‌چنین، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تمرین و کنترل در مراحل بعد از دوره تمرینی و بعد از فعالیت وامانده‌ساز دیده شد. با وجود کاهش سطوح MDA در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل،



[ Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-01 ]

تمرین هوازی تأثیر معنی‌داری بر سطح تغییرات این شاخص در هیچ‌یک از روش‌های اندازه گیری MDA نداشت ($P>0/05$). در-حالی‌که، به‌دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز افزایش معنی‌داری در گروه کنترل مشاهده شد ($P<0/05$). هم‌چنین، مطابق آزمون همبستگی پیرسون، هیچ ارتباط معنی‌داری بین شاخص‌های مورد تحقیق در مراحل پیش و پس از تمرین و نیز پس‌آزمون واماندەساز در بین دو شیوه اندازه‌گیری استرس اکسایشی (شیوه بزاقی و سرمی) وجود نداشت ($P>0/05$).

جدول شماره ۲ – تغییرات شاخص‌های مورد تحقیق در مراحل سه‌گانه اندازه‌گیری

| شاخص‌های مورد اندازه‌گیری | گروه‌های تحقیق | قبل از شروع دوره تمرین | بعد از اتمام دوره تمرینی | | بعد از فعالیت هوازی واماندەساز | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ظرفیت ضد اکسایشی تام سرمی (mmol.ml) | تمرین | ۱/۷۲±۰/۲۳ | ۱/۸۶±۰/۱۹ | §* | ۱/۸۹±۰/۱۸ | §# |
| | کنترل | ۱/۶۹±۰/۱۳ | ۱/۷۰±۰/۱۲ | | ۱/۶۸±۰/۱۴ | |
| ظرفیت ضد اکسایشی بزاقی (mmol.ml) | تمرین | ۰/۷۹±۰/۲۰ | ۰/۸۸±۰/۱۷ | * | ۰/۸۷±۰/۲۱ | |
| | کنترل | ۰/۷۷±۰/۱۸ | ۰/۷۹±۰/۲۳ | | ۰/۷۷±۰/۲۳ | |
| مالون‌دی‌آلدهید سرمی (nmol.ml) | تمرین | ۲/۸۴±۰/۲۶ | ۲/۶۹±۰/۲۶ | | ۲/۸۹±۰/۲۴ | |
| | کنترل | ۲/۸۰±۰/۱۸ | ۲/۷۴±۰/۲۴ | | ۳/۰۲±۰/۲۹ | †# |
| مالون‌دی‌آلدهید بزاقی (nmol.ml) | تمرین | ۰/۴۸±۰/۱۴ | ۰/۵۱±۰/۱۷ | | ۰/۵۴±۰/۱۶ | |
| | کنترل | ۰/۵۲±۰/۱۷ | ۰/۴۹±۰/۲۳ | | ۰/۴۶±۰/۱۰ | |

داده‌ها به‌صورت میانگین±انحراف استاندارد می‌باشند، * تفاوت معنی‌دار ($P<0/05$) بین مرحله قبل از تمرین و بعد از تمرین، # تفاوت معنی‌دار ($P<0/05$) بین مرحله قبل از تمرین و بعد از فعالیت واماندەساز، † تفاوت معنی‌دار ($P<0/05$) بین مرحله بعد از دوره تمرینی و بعد از فعالیت واماندەساز، و § تفاوت معنی‌دار ($P<0/05$) بین گروه تمرین و کنترل.

## بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات شاخص‌های آنتی-اکسیدانی متعاقب هشت هفته تمرین هوازی به‌شیوه تداومی که در طول دوره تمرینی به‌تدریج به شدت و مدت آن اضافه می‌شد و پاسخ به یک جلسه فعالیت هوازی واماندەساز؛ در دو شیوه اندازه-گیری (نمونه‌های بزاقی و نمونه‌های خونی) انجام شد. نتایج حاکی از این است که متعاقب دو ماه تمرین هوازی روی نوار گردان افزایش معنی‌داری در TAC در هر دو شیوه اندازه‌گیری در نمونه-های خونی و بزاقی در گروه تمرین مشاهده شد. هم‌چنین، یک جلسه فعالیت حاد هوازی با افزایش شاخص TAC سرمی در گروه تمرین (معنی‌داری نسبت به مرحله پیش از تمرین) همراه بود. درحالی‌که تفاوت معنی‌داری در شاخص مورد نظر در گروه کنترل ایجاد نکرد. در ارتباط با ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های خونی، Fatouros و همکاران نیز افزایش در TAC را به‌دنبال اجرای یک دوره تمرین هوازی در مردان گزارش کرده‌اند [۱۹]. در مطالعات مشابه دیگر نیز که روی افراد ورزشکار و غیر-ورزشکار انجام شده است، افزایش TAC بعد از اجرای تمرینات منظم هوازی و نیز فعالیت‌های ورزشی با ترکیبات مختلف و شدت متوسط مشاهده شده است [۲۰،۶]. هم‌چنین، Babaei و همکاران با مطالعه ۲۴ مرد سالم غیرورزشکار (دو گروه مکمل ویتامین C و کنترل) اظهار داشتند که بلافاصله بعد از ۳۰ دقیقه فعالیت هوازی با شدت ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه، TAC در هر دو گروه افزایش می‌یابد [۲۱]. در مقابل، Afzalpour و همکاران با مطالعه روی ۴۴ مرد سالم غیرفعال در سه گروه تمرینات هوازی با شدت متوسط (۶۰ تا ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه) و تمرینات هوازی شدید (۸۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه) و گروه کنترل به‌مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته به-مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه اظهار داشتند که هیچ‌یک از شدت‌های ورزشی اثر معنی‌داری روی TAC سرمی ندارد [۲۲]. ظرفیت ضد اکسایشی تام (TAC) ساده‌ترین و در عین‌حال از مهم‌ترین عوامل آنتی‌اکسیدانی محلول در آب می‌باشد [۲۳] که از سایر عوامل آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی در طی فعالیت‌های ورزشی و نیز دریافت مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی تأثیر می‌پذیرد [۲۳،۲۱]. در توضیح مکانسیم‌های اصلی مسئول توسعه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام می-توان گفت انجام فعالیت ورزشی به‌شیوه تمرینی و منظم به‌وسیله تنظیم و تعدیل سنتز هر دو آنتی‌اکسیدانت آنزیمی (گلوتاتیون پر-اکسیداز (GPx)، سوپراکسیددیسموتاز (SOD) و کاتالاز) و غیر-آنزیمی (اسید اوریک، آلبومین و سروپلاسمین) در سلول‌های عضلانی، قلبی و سایر اندام‌ها باعث بهبود ظرفیت تام آنتی-اکسیدانی می‌شود [۴]. هم‌چنین، احتمالا افزایش ایجاد شده در سطوح اسید اسکوربیک، نیتریک اکساید، بیلی‌روبین و شاخص-هایی همانند گلوتاتیون پلاسمایی در توسعه TAC ناشی از تمرین



[ Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-01 ]

و فعالیت‌های ورزشی منظم می‌تواند مؤثر باشند [۲۴]؛ به‌طوری‌که برای مثال، فعالیت ورزشی طولانی‌مدت با افزایش سطوح اوریک اسید سرمی که همبستگی مثبت و معنی‌داری با TAC دارد می‌تواند به‌عنوان یکی از علل افزایش TAC سرمی محسوب شود [۲۵]. از دیگر سازوکارهای موثر در بالا بردن سطوح TAC می‌توان به افزایش در سطوح گلوتاتیون (GSH) و تأثیر این افزایش بر تغییر سطوح TAC اشاره نمود؛ چراکه سطوح GSH به‌دنبال اجرای سه نوع تمرین هوازی، تمرین دایره‌ای و تمرینات ترکیبی افزایش می‌یابد [۲۶]. مطابق یافته‌های تحقیق حاضر، افزایش مشابهی در نمونه‌های بزاقی (افزایش ۱۱ درصدی) به‌دنبال دو ماه تمرین هوازی منظم نسبت به قبل از شروع تمرین مشاهده می‌شود. هم‌سو با نتیجه حاضر، Gonzalez و همکاران نیز با بررسی پاسخ‌های حاد ورزشی هوازی ۲۴ مرد و زن سالم افزایش در TAC و اوریک اسید را گزارش کرده‌اند [۲۷]. دستگاه آنتی‌اکسیدانی در بزاق یکی از مهم‌ترین دستگاه‌های دفاعی بدن می‌باشد [۱۴،۹]. بزاق ترکیبات بیوشیمیایی مشابهی با خون دارد و مواد از طریق اولترافیلتراسیون و انتقال غیرفعال از خون به بزاق انتقال می‌یابند [۹]؛ ازاین‌رو در سال‌های اخیر پیشنهاد شده است که نمونه‌های بزاقی نیز می‌تواند اطلاعات دقیقی از وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن انسان فراهم سازد [۹]. پژوهش‌های انجام شده در ارتباط با تأثیر فعالیت ورزشی با ماهیت تمرینی و طولانی‌مدت روی شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی بزاقی بسیار محدود می‌باشد و مطالعات معدودی تنها به بررسی آثار حاد فعالیت ورزشی به‌صورت هوازی و مقاومتی پرداخته‌اند [۱۴]. باتوجه به ترکیبات و عناصر حاضر در بزاق [۹] و تأثیر متقابل این ترکیبات روی TAC، می‌توان انتظار داشت که تغییر در تراکم هریک از این شاخص‌ها می‌تواند بر وضعیت تام آنتی‌اکسیدانی تأثیرگذار باشد. نکته قابل توجه دیگر اینکه با افزایش شدت و مدت فعالیت ورزشی تحریک سمپاتیکی افزایش می‌یابد. افزایش تحریک سمپاتیکی با ایجاد انقباض عروقی می‌تواند به تغییر در ترشح بزاق منجر شود [۹] که این شرایط به‌نوبه خود می‌تواند به تفاوت در مقادیر TAC در نمونه‌های بزاقی و خونی در پاسخ به وضعیت‌های تمرینی و فعالیت‌های ورزشی حاد منجر شود. هم‌چنین، مدت زمان انتقال تأخیری مواد از خون به بزاق می‌تواند از جمله دلایل متفاوت بودن مشخصات شاخص‌های خونی و بزاقی بعد از یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز هوازی باشد. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که علی‌رغم افزایش معنی‌دار TAC در هر دو بافت خونی و بزاقی، همبستگی معنی‌داری بین شاخص‌های مورد تحقیق در بزاق و سرم در مراحل اندازه‌گیری در قبل و بعد از تمرین و نیز بعد از فعالیت حاد هوازی، در هیچ‌یک از دو گروه تمرین و کنترل وجود ندارد. از دلایل احتمالی این نتیجه می‌توان به مقادیر بسیار اندک شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های بزاقی نسبت به نمونه‌های خونی اشاره کرد. هم‌چنین، ممکن است تعداد نسبتاً کم آزمودنی با ایجاد خطای نوع ۲ این نتیجه را به‌وجود آورده باشد. فعالیت‌های نامتعارف و شدید ورزشی به‌واسطه افزایش مصرف اکسیژن سبب تولید رادیکال‌های آزاد شده و آسیب اکسایشی در سلول و بافت‌ها را به‌همراه دارد. این رادیکال‌های آزاد با لیپیدها واکنش نشان داده و باعث بروز پراکسیداسیون لیپیدی می‌شوند [۲]. از رایج‌ترین و پایدارترین محصولات این واکنش مالوندی‌آلدهید می‌باشد که به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های استرس اکسایشی نام برده می‌شود [۳،۲]. به‌طور کلی، افزایش غلظت MDA در بافت خون وابسته به شدت ورزش می‌باشد و متناسب با افزایش شدت فعالیت تولید و رهاسازی MDA نیز افزایش می‌یابد [۲۸]. یافته‌های تحقیق حاضر حاکی از آن است که تمرین هوازی به‌مدت هشت هفته با وجود کاهش اندک سطح MDA سرمی در گروه تمرین تأثیر معنی‌داری بر شاخص مذکور ندارد. هم‌چنین، یک جلسه فعالیت شدید وامانده‌ساز با افزایش سطح MDA سرمی در هر دو گروه همراه بود که این تغییر افزایشی تنها در گروه کنترل معنی‌دار بود. Gupt و همکاران با بررسی تأثیر سه هفته تمرین منظم هوازی روی ۳۰ داوطلب سالم کاهش MDA پلاسمایی را گزارش کرده‌اند [۷]. Soares و همکاران نیز با بررسی شاخص‌های مرتبط با استرس اکسایشی در افراد غیرورزشکار نشان دادند که ۱۶ هفته تمرین بدنی با افزایش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش در سطح MDA همراه است [۲۹]. درمقابل، Gaeini و همکاران با بررسی شاخص‌های اکسایشی نظیر MDA، پروتئین کربونیله (CP) و شاخص آسیب سلولی کراتین کیناز نشان دادند که دو ماه تمرین هوازی تأثیری بر شاخص‌های اکسایشی فوق ندارد [۳۰]. از دلایل عمده تناقضات مشاهده شده در مطالعات، شدت و مدت تمرینات ورزشی [۳۰،۲] و سازگاری‌های آنتی‌اکسیدانی ایجاد شده مرتبط با افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) در نتیجه تمرینات ورزشی می‌تواند باشد [۲]. هم‌چنین، کاهش در تولید رادیکال‌های آزاد ناشی از تمرین از مکانسیم‌های احتمالی دیگر می‌تواند باشد [۳۱]. در واقع، ارتقای دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن سبب خنثی شدن بیشتر رادیکال‌های آزاد می‌گردد و در نتیجه می‌توان این انتظار را داشت که با کاهش در استرس اکسایشی پس از تمرینات هوازی مواجه شد. در ارتباط با تناقض مشاهده شده در مطالعه گائینی و تحقیق حاضر نیز می توان به متفاوت بودن وضعیت تغذیه، سطح آمادگی بدنی و نیز تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری اشاره نمود



[ Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-01 ]

[۳۰،۱]. یافته‌های پژوهش حاضر هم‌چنین عدم تأثیر معنی‌دار تمرین هوازی بر سطح MDA بزاقی را نشان می‌دهد. گذشته از آنچه در ارتباط با مکانیسم‌های موثر بر نمونه‌های بزاقی گفته شد، ریشه تناقض در تحقیق حاضر در مورد تغییرات MDA سرمی به‌دنبال تمرین هوازی و افزایش معنی‌دار بعد از فعالیت حاد هوازی با عدم تغییر در سطح این ماده در بزاق را می‌توان به تفاوت در نوع نمونه‌گیری نسبت داد؛ چراکه سطح MDA در بزاق بسیار کمتر از خون می‌باشد و به‌طورکلی نیمه عمر آنزیم‌ها و غلظت ترکیبات در بزاق کمتر از خون است [۳۲،۱۳،۹]. بررسی همبستگی بین شاخص‌های MDA اندازه گیری شده در نمونه‌های خونی و بزاقی عدم معنی‌داری در مراحل قبل و بعد از تمرین هوازی و بعد از فعالیت حاد هوازی در دو گروه تمرین و کنترل را نشان می‌دهد. با توجه به آنچه گفته شد، تغییرات حاصل در شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام در دو شیوه اندازه‌گیری مشابه هستند. بااین‌وجود، عدم همبستگی در تغییرات مشاهده شده در نمونه‌های خونی و بزاقی لزوم مطالعات بیشتری در این زمینه را نشان می‌دهد.

## نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نشان داد که به‌دنبال هشت هفته تمرین هوازی با ویژگی افزایشی بودن شدت و مدت در طول هفته‌های تمرینی تأثیر معنی‌داری بر افزایش TAC سرمی و بزاقی دارد و به‌دنبال یک جلسه فعالیت حاد هوازی TAC در گروه تمرین افزایش می‌یابد؛ بااین‌وجود، همبستگی معنی‌داری بین دو شیوه اندازه‌گیری مشاهده نشد. هم‌چنین، تمرین هوازی تأثیر معنی‌داری بر مقادیر MDA در هیچ‌یک از بافت‌های خونی و بزاقی نداشت، ولی از افزایش معنی‌دار این شاخص در گروه تمرین متعاقب یک جلسه فعالیت حاد هوازی جلوگیری نمود.

## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری فیزیولوژی ورزش به شماره تصویب ۱۳۹۴/۹/۱۵/ج۵۵ می‌باشد. بدین‌وسیله از آقای امیرمنصور وطن‌خواه مسئول آزمایشگاه مرکز تحقیقات کاربردی دارویی که زحمت انجام آزمایشات بیوشیمیایی را بر عهده داشتند و کلیه همکاران و دانشجویان گرامی که به‌عنوان آزمودنی حدود سه ماه در انجام این پژوهش ما را یاری دادند، کمال امتنان و تشکر را داریم.

## *References:*

[1] Urso ML, Clarkson PM. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. ***Toxicology*** 2003; 189(1-2): 41-54.

[2] Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: relationship with exercise and training. ***Sports Med*** 2006; 36(4): 327-58.

[3] Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. ***Dyn Med*** 2009; 8(1): 1.

[4] Lira Ferrari GS, Bucalen Ferrari CK. Exercise modulation of total antioxidant capacity (TAC): towards a molecular signature of healthy aging. ***Frontiers Life Sci*** 2011; 5(3-4): 81-90.

[5] Elabed K, Masmoudi L, Koubaa A, Hakim A. Antioxidant in response to anaerobic or aerobic exercise alone or in combination in male judokas. ***Adv Life Sci Health*** 2014; 1(1): 24-33.

[6] Carlsohn A, Rohn S, Mayer F, Schweigert FJ. Physical activity, antioxidant status, and protein modification in adolescent athletes. ***Med Sci Sports Exerc*** 2010; 42(6): 1131-9.

[7] Gupt AM, Kumar M, Sharma RK, Misra R, Gupt A. Effect of moderate aerobic exercise training on autonomic functions and its correlation with the antioxidant status. ***Indian J Physiol Pharmacol*** 2015; 59(2): 162-9.

[8] Scheffer DD, Pinho CA, Hoff ML, Silva LA, Benetti M, Moreira JC, et al. Impact of ironman triathlon on oxidative stress parameters. ***Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*** 2012; 14(2): 174-82.

[9] Nunes LA, Macedo DV. Saliva as a diagnostic fluid in sports medicine: potential and limitations. ***J Bras Patol Med Lab*** 2013; 49(4): 247-55.

[10] Greabu M, Battino M, Mohora M, Totan A, Spinu T, Totan C, et al. Could constitute saliva the first line of defence against oxidative stress. ***Rom J Intern Med*** 2007; 45(2): 209-13.

[11] de Almeida Pdel V, Gregio AM, Machado MA, de Lima AA, Azevedo LR. Saliva composition and functions: a comprehensive. ***J Contemp Dent Pract*** 2008; 9(3): 72-80.

[12] Papacosta E, Nassis GP. Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. ***J Sci Med Sport*** 2011; 14(5): 424-34.

[13] Deminice R, Sicchieri T, Payão PO, Jordão AA. Blood and salivary oxidative stress biomarkers following an acute session of resistance exercise in humans. ***Int J Sports Med*** 2010; 31(9): 599-603.

[14] Nazari Y, Damirchi A, Sariri R, Taheri M. Response of salivary antioxidants to intense exercise in non-athlete men. ***J Exerc Physiol Online*** 2012; 15(3): 1-9.

[ Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-01 ]

[15] Cavas L, Arpinar P, Yurdakoc K. Possible interactions between antioxidant enzymes and free sialic acids in saliva: a preliminary study on elite judoists. ***Int J Sports Med*** 2005; 26(10): 832-5.
[16] Livnat G, Bentur L, Kuzmisnsky E, Nagler RM. Salivary profile and oxidative stress in children and adolescents with cystic fibrosis. ***J Oral Pathol Med*** 2010; 39(1): 16-21.
[17] Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, 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. ***Med Sci Sports Exerc*** 2011; 43(7): 1334-59.
[18] Revan S, Erol AE. Effects of endurance training on exhaustive exercise-induced oxidative stress markers. ***Afr J Pharm Pharmacol*** 2011; 5(3): 437-41.
[19] Fatouros IG, Jamurtas AZ, Villiotou V, Pouliopoulou S, Fotinakis P, Taxildaris K, et al. Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining. ***Med Sci Sports Exerc*** 2004; 36(12): 2065-72.
[20] Carvalho J, Marques E, Ascensao A, Magalhaes J, Marques F, Mota J. Multicomponent exercise program improves blood lipid profile and antioxidant capacity in older women. ***Arch Gerontol Geriat*** 2010; 51(1): 1-5.
[21] Babaei P, Rahmani-nia F, Nakhostin B, Bohlooli S. The effect of VC on immunoendocrine and oxidative stress responses to exercise. ***J Clin Diagn Res*** 2009; 3: 1627-32.
[22] Afzalpour ME, Gharakhanlou R, Gaeini AA, Mohebi H, Hedayati SM. The effects of moderate and vigorous aerobic exercises on the arylesterase activity and total antioxidant capacity in non-active heathly men. ***Res Sport Sci*** 2006; 3(9): 105-23. [in Persian]
[23] Ji LL. Antioxidants and oxidative stress in exercise. ***Proc Soc Exp Biol Med*** 1999; 222(3): 283-92.
[24] Britez F, Travacio M, Gambino G. Regular execise improve lipid and antioxidant profile. *12th International Symposium on Atherosclerosis*, 2000 Jun 25-29(162), Stockolm, Sweden.
[25] Ascensao A, Ferreira R, Marques F, Oliveira E, Azevedo V, Soares J, et al. Effect of off-road competitive motocross race on plasma oxidative stress and damage markers. ***Br J Sports Med*** 2007; 41(2): 101-5.
[26] Elokda AS, Nielsen DH. Effects of exercise training on the glutathione antioxidant system. *Eur* ***J Cardiovasc Prev Rehabil*** 2007; 14(5): 630-7.
[27] Gonzalez D, Marquina R, Rondon N. Effects of aerobic exercise on uric acid, total antioxidant activity, oxidative stress, and nitric oxide in human saliva. ***Res Sports Med*** 2008; 16(2): 128-37.
[28] Tartibian B, Baghaiee B, Baradaran B. Comparing of Cu/Zn SOD gene exp-ression of lymphocyte cell and Malondialdehyde level in active men and women in response to training session of incremental exercise. ***J Rad Res*** 2001; 5: 25-7. [in Persian]
[29] Soares JP, Silva AM, Oliveira MM, Peixoto F, Gaivao I, Mota MP. Effects of combined physical exercise training on DNA damage and repair capacity: role of oxidative stress changes. ***Age (Dordr)*** 2015; 37(3): 9799.
[30] Gaeini AA, Hamedinia MR. The effect of aerobic training on oxidative stress in student of physical education. ***Res Sport Sci*** 2005; 3(8): 53-64. [in Persian]
[31] Khassaf M, McArdle A, Esanu C, Vasilaki A, McArdle F, Griffiths RD, et al. Effect of vitamin C supplements on antioxidant defence and stress proteins in human lymphocytes and skeletal muscle. ***J Physiol*** 2003; 549(Pt 2): 645-52.
[32] Mendoza-Núñez VM, Hernández-Monjaraz B, Santiago-Osorio E, Betancourt-Rule JM, Ruiz-Ramos M. Tai Chi exercise increases SOD activity and total antioxidant status in saliva and is linked to an improvement of periodontal disease in the elderly. ***Oxid Med Cell Longev*** 2014; 2014: 6.

[ Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-01 ]