

## اثر فعالیت هوازی و مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 بر شاخص فشار اکسایشی و ظرفیت ضد اکسایشی تام مردان غیر فعال

علیرضا رستمی: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، نویسنده رابط:

E-mail: rostami.alireza100@yahoo.com

افشار جعفری: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۹۰/۷/۷ پذیرش: ۹۰/۹/۱۶

### چکیده

**زمینه و اهداف:** با توجه به مطالعات محدود مربوط به اثر مصرف کوآنزیم Q10 بر پاسخ فشار اکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی، تحقیق حاضر به منظور تعیین اثر مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 بر ظرفیت ضد اکسایشی تام و مالون‌دی‌آلدئید سرم مردان غیر فعال پس از یک وهله فعالیت هوازی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** ۲۰ مرد غیر فعال داوطلب (۲۵±۳ سال، درصد چربی ۱۳±۲٪ و اکسیژن مصرفی بیشینه ۳۹±۲ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) در دو گروه تصادفی همگن شده‌ی مکمل (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و شبه دارو (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم دکستروز به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) تقسیم شدند. همه‌ی آزمودنی‌ها پس از ۱۴ روز مکمل‌سازی در یک قرارداد ورزشی هوازی روی نوار گردان با ۷۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه به مدت ۳۰ دقیقه شرکت نمودند. نمونه‌های خونی، قبل از مکمل‌سازی Q10 و قبل و بعد از قرارداد ورزشی گرفته شد. میانگین (انحراف استاندارد) داده‌های طبیعی با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر، بونفرونی و تی مستقل در سطح معنی‌داری پنج درصد بررسی شدند.

**یافته‌ها:** نتایج حاکی است که مصرف ۱۴ روزه کوآنزیم Q10 در حالت پایه بر شاخص فشار اکسایشی (مالون‌دی‌آلدئید) تأثیر معنی‌داری نمی‌گذارد ( $P > 0.05$ ). به علاوه، فعالیت‌های هوازی باعث افزایش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید و کاهش معنی‌داری ظرفیت ضد اکسایشی شد ( $P < 0.05$ )؛ با این حال، دامنه‌ی افزایش مالون‌دی‌آلدئید، و همچنین افت توان ضد اکسایشی گروه مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 پس از انجام فعالیت هوازی کمتر از گروه شبه‌دارو بود ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های حاضر می‌توان نتیجه گرفت که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 می‌تواند با افزایش ظرفیت ضد اکسایشی تام پایه، از تغییرات نامطلوب شاخص‌های مالون‌دی‌آلدئید سرمی به عنوان شاخص آسیب‌های فشار اکسایشی ناشی از انجام یک وهله فعالیت هوازی در مردان غیر فعال بکاهد.

**کلید واژه‌ها:** فعالیت هوازی، کوآنزیم Q10، ظرفیت ضد اکسایشی، فشار اکسایشی، پراکسیداسیون لیپیدی

### مقدمه

نشان داد که ۳۰ دقیقه دویدن (با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) روی نوارگردان، باعث کاهش معنی‌دار ظرفیت ضد اکسایشی تام و افزایش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید گردید. به هر حال، محققین و متخصصین پزشکی ورزشی همواره دنبال راهکارهایی هستند که بتوانند از بروز فشار اکسایشی و آسیب‌های مربوط جلوگیری کرده و یا دست کم آن را به پایین‌ترین حد ممکن برسانند. یکی از شیوه‌های مقابله با اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی نسبتاً سنگین و شدید استفاده از مکمل‌سازی‌های خوراکی است به طوری که طی سال‌های اخیر علاقه‌ی زیادی به

فعالیت بدنی منظم همراه با تغذیه‌ی متعادل کارایی دستگاه‌های بدن را بهبود می‌بخشد. با این حال، افزایش مصرف اکسیژن در عضلات اسکلتی فعال هنگام فعالیت بدنی شدید و نامنظم با افزایش نشت الکترون از میتوکندری و تولید نامتعادل بنیان‌های آزاد به ویژه گونه‌های فعال اکسیژن (بنیان‌های سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و هیدروکسیل) به ماکرومولکول‌های زیستی از جمله اسیدهای هسته‌ای (اسیدهای نوکلئیک)، پروتئین‌ها و لیپیدها آسیب می‌رساند. به عنوان مثال، تحقیقی که توسط نخستین روحی و همکاران (۲۰۰۸) روی مردان غیرورزشکار سالم انجام گرفت

صورت دوسویه کور انجام گردید. جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر، شامل مردان دانشجوی سالم و غیرفعال دانشگاه تبریز (بدون شرکت منظم در فعالیت‌ها، تمرینات بدنی و عدم مصرف هیچ گونه مکمل و دارو طی شش ماه گذشته) و غیرسیگاری بودند. پس از توزیع اعلامیه‌ی همکاری شرکت در طرح تحقیقاتی حاضر در بین دانشجویان ۸۰ نفر داوطلب اعلام آمادگی کردند. همه‌ی داوطلبین با حضور در جلسه‌ی هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری توسط محقق، با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های سلامتی و یادداری تغذیه‌ای، مورد معاینات پزشکی قرار گرفتند. داوطلبین در یک ماه گذشته به طور سرخود یا به دلیل بیماری از دارو و مکمل‌های خوراکی طبیعی و صنعتی استفاده نکرده بودند. دو هفته قبل از شروع تحقیق، ابتدا شاخص‌های آنروپومتریک (پیکرسنجی) قد، وزن، اکسیژن مصرفی بیشینه (آزمون هوازی بروس) و درصد توده‌ی چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه ضخامت سنچ‌پوستی (کالیپر) و فرمول سه نقطه‌ای دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (چین‌های پوستی سه سربازویی، شکمی و فوق‌خاصره‌ای سمت راست)، اندازه‌گیری شد. پس از تعیین میزان ضخامت‌های چین پوستی، میانگین دو بار اندازه‌گیری هر نقطه از بدن در فرمول ذیل قرار داده شد.

$$-0.0105 \times (\text{مجموع سه قسمت}) + [0.1572 \times (\text{سن})] - 5.18845$$

$$(\text{مجموع سه قسمت}) \times (0.39287) = \text{درصد چربی}$$

از بین ۸۰ نفر داوطلب ۲۰ نفر با میانگین سنی  $25 \pm 3$  سال، درصد چربی  $13 \pm 2\%$  و با اکسیژن مصرفی بیشینه  $39 \pm 2$  میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه، انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه همگن شده‌ی دریافت‌کننده‌ی مکمل کوآنزیم Q10 (روزانه ۲/۵ میلیگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت چهارده روز) و شبه‌دارو (۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) جایگزین شدند. کپسول‌های کوآنزیم Q10 از شرکت نیچرمید آمریکا با مجوز بهداشتی IRC ۱۲۲۸۰۶۰۳۰۴ از اداره کل نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت تهیه شد. همچنین جهت کنترل تغذیه آزمودنی‌ها در طول طرح تحقیق از پرسشنامه یادداری ۲۴ ساعته رژیم غذایی استفاده شد. نمونه‌ی خونی اولیه در حالت پایه قبل از شروع مکمل‌سازی از ورید پیش‌آرنجی بازوی راست همه‌ی آزمودنی‌ها تهیه شد. خونگیری دوم پس از تکمیل دوره‌ی ۱۴ روزه‌ی مکمل‌سازی و قبل از شروع فعالیت هوازی (۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه به مدت ۳۰ دقیقه) انجام شد. سپس همه‌ی آزمودنی‌ها به ترتیب با فاصله‌ی استراحتی ۳۰ دقیقه پس از گرم کردن عمومی با استفاده از حرکات کششی و نرمشی روی دستگاه نوارگردان، به مدت ۳۰ دقیقه با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه دویندند، بلافاصله خونگیری سوم از آزمودنی‌ها به عمل آمد. در هر بار خونگیری حدود پنج میلی‌لیتر خون از آزمودنی‌ها گرفته می‌شد که یک و نیم میلی‌لیتر از خون گرفته شده جهت

مطالعه‌ی اثرات مصرف مکمل‌های خوراکی در محافظت بدن در برابر صدمات ناشی از فشار اکسایشی و خستگی حین و پس از انواع فعالیت‌های ورزشی به وجود آمده است. به عنوان مثال، می‌توان به اثرات مفید کوآنزیم Q10 به عنوان یک ماده‌ی ضداکساینده خوراکی اشاره داشت. کوآنزیم Q10 یا یوبی‌کینون یکی از ضداکساینده‌های بی‌خطری است که از سوی متخصصین به منظور کاهش خستگی و صدمات اکسایشی ناشی از انواع بیماری‌های مختلف تجویز می‌شود. این مکمل یکی از ضداکساینده‌ی محلول در چربی و از ترکیبات ضروری زنجیره‌ی انتقال الکترون درون غشای میتوکندری است که در تمام سلول‌های بدن به ویژه قلب، کبد، کلیه و لوزالمعده از اسید آمینه‌ی تیروزین به صورت درونزاد ساخته می‌شود (۲۵-۱). با این حال، برخی محققین معتقدند که مکمل‌سازی یوبی‌کینون می‌تواند تا حدود زیادی از بروز فشار اکسایشی و پیامدهای بعدی آن جلوگیری نماید (۸). به عنوان مثال، دونراوی و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه‌ی شناگران جوان گزارش کردند که مصرف ۲۲ روزه مکمل کوآنزیم Q10 (۳۰۰ میلیگرم) با افزایش ظرفیت ضداکسایشی پایه و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی سبب کاهش فشار اکسایشی می‌گردد (۸). به علاوه، کوک و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه‌ی ۲۲ مرد تمرین کرده و غیرفعال به این نتیجه رسیدند که مکمل‌سازی ۱۴ روزه کوآنزیم Q10 باعث افزایش غلظت درون عضلانی کوآنزیم Q10 و کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدئید در حین و پس از فعالیت می‌شود (۵). البته، کان و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که مصرف چهار هفته‌ای ۳۰۰ میلی‌گرم مکمل کوآنزیم Q10 در روز نمی‌تواند بر دامنه‌ی تغییرات مالون‌دی‌آلدئید سرمی پس از انجام فعالیت ورزشی تأثیری بگذارد (۱۷). همچنین، سوهال و همکاران (۲۰۰۵) اشاره داشتند که این مکمل نمی‌تواند بر ظرفیت ضداکسایشی تام تأثیر داشته باشد (۲۶-۲۷). گروه تحقیقاتی لکسونن (۱۹۹۸) نیز نشان داد که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 نمی‌تواند با افزایش ظرفیت ضداکسایشی تام از تغییرات نامطلوب مالون‌دی‌آلدئید به عنوان شاخص اصلی پراکسیداسیون غشاهای زیستی جلوگیری نماید (۱۹). لذا به دلیل کمبود مطالعات جامع در زمینه‌ی مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 و فعالیت‌های ورزشی هنوز این سوال مطرح است که آیا واقعاً مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 می‌تواند با افزایش ظرفیت ضداکسایشی تام از بروز آسیب‌های اکسایشی ناشی از انجام تمرینات نسبتاً شدید بکاهد و یا دست کم باعث کاهش اثرات نامطلوب فشار اکسایشی و شاخص‌های آن شود؟ از این‌رو، مطالعه‌ی حاضر با هدف تعیین تأثیر مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 بر ظرفیت ضداکسایشی تام و مالون‌دی‌آلدئید پس از یک وهله فعالیت هوازی در مردان غیر فعال انجام شد.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در قالب طرح‌های نیمه‌تجربی دو گروهی (تجربی و کنترل) با اندازه‌گیری‌های مکرر (سه مرحله‌ای) به

موج ۵۳۲ نانومتر، غلظت سرمی مالون‌دی‌آلدئید تعیین می‌گردد. شمارش سلول‌های خونی به شیوه‌ی اچ وان با شمارشگر آمریکایی میندرای (BC-3000 plus) صورت گرفت. به منظور حذف اثرات زودگذر فعالیت ورزشی و شرایط آزمایشگاهی روی شاخص‌های خونی، تغییرات حجم خون و پلاسما با استفاده فرمول دیل و کاستیل (۱۹۷۴) محاسبه شد (۷).

به منظور تحلیل آماری، ابتدا وضعیت توزیع داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنف بررسی شد. سپس تغییرات هر یک از شاخص‌ها طی مراحل مختلف با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر و تعقیبی یونفرونی بررسی شد. اختلافات بین گروهی نیز با استفاده از آزمون تی مستقل تعیین شد. به علاوه، سهم اثر عوامل مداخله‌گر با استفاده از مجذور امگا مشخص گردید. همه‌ی عملیات‌ها و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری پنج درصد با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS18 و Excel 2007 انجام شد.

### یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی (سن، وزن، قد، شاخص توده‌ی بدن، درصد چربی و توان هوازی) در جدول یک آورده شده است. تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه طی سه مرحله خون‌گیری نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تحقیق حاکی است که مصرف ۱۴ روزه کوآنزیم Q10 در حالت پایه بر شاخص فشار اکسایشی (مالون‌دی‌آلدئید) تأثیر معنی‌داری نمی‌گذارد ( $P>0/05$ ). (جدول ۲ و اشکال ۱ و ۲). به علاوه، فعالیت‌هوازی باعث افزایش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید و کاهش معنی‌داری ظرفیت ضداکسایشی شد ( $P>0/05$ ). با این حال، دامنه‌ی افزایش مالون‌دی‌آلدئید، و همچنین افت توان ضداکسایشی گروه مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 پس از انجام فعالیت هوازی کمتر از گروه شبه‌دارو بود ( $P>0/05$ ).

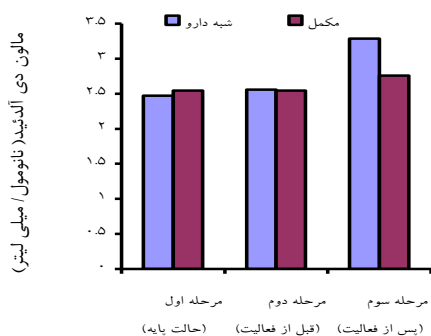
اندازه‌گیری CBC در ویال‌های مخصوص حاوی ماده ضد انعقاد ( $K_2EDTA$ ) ریخته شد و خوب به هم زده شد. چهار میلی‌لیتر از خون باقیمانده بدون افزودن ماده‌ی ضدانعقاد برای تهیه سرم و تعیین شاخص‌های خونی مورد نظر مانند ظرفیت ضداکسایشی تام (TAC)، مالون‌دی‌آلدئید مورد استفاده قرار گرفت. همه‌ی اندازه‌گیری‌ها در ساعت یکسان، دمای (۲۸-۲۶ درجه‌ی سانتیگراد)، رطوبت (۵۰ درصد)، تهویه و نور محیطی یکسان انجام شد. به علاوه، آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون، از انجام هر گونه فعالیت بدنی سنگین اجتناب بسته و وعده‌ی غذایی آن‌ها قبل از آزمون مشابه بود.

### روش اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

به منظور تعیین ظرفیت ضداکسایشی تام از آزمون FRAP استفاده شد. در این روش توانایی پلاسما در احیای یون‌های فریک ( $Fe^{3+}$ ) اندازه‌گیری می‌شود با احیای یون‌های فریک و تبدیل آن به یون‌های فرو ( $Fe^{2+}$ ) در PH اسیدی و با حضور معرف‌های اختصاصی، کمپلکس آبی رنگی ایجاد می‌شود که در طول موج ۵۹۳ نانومتر و با دستگاه اسپکتروفتومتری (ساخت شرکت بیونک آمریکا) قابل اندازه‌گیری است. اساس روش اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید سرمی بر پایه واکنش با تیوباریتوریک اسید (TBA)، استخراج با بوتانل نرمال، اندازه‌گیری جذب با دستگاه اسپکتروفتومتری و مقایسه‌ی جذب با منحنی استاندارد می‌باشد. اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید با حل کردن ۵۰۰ میکرولیتر سرم در ۳ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۱٪ آغاز می‌گردد. پس از ورتکس (ساخت شرکت هیدولف آلمان) کردن به میزان ۱ میلی‌لیتر محلول تیوباریتوریک اسید ۰/۶۷٪ به لوله آزمایش اضافه شده و پس از ورتکس کامل به مدت ۴۵ دقیقه در داخل یک بن ماری در حال جوش قرار داده می‌شود. پس از اتمام مدت لازم لوله‌های آزمایش را زیر آب سرد خنک کرده، به میزان ۲ میلی‌لیتر بوتانل نرمال اضافه نموده و به مدت ۱ الی ۲ دقیقه ورتکس نموده و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ rpm سانتریفوژ نموده و پس از جدا کردن فاز آلی (محلول رویی) اندازه‌گیری جذب نوری در طول



نمودار ۱: تغییرات ظرفیت ضداکسایشی تام سرمی دو گروه قبل و بعد از فعالیت هوازی و مکمل‌سازی



نمودار ۲: تغییرات مالون دی آلدئید سرمی دو گروه قبل و بعد از فعالیت هوازی و مکمل سازی

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار ویژگی های فیزیولوژیکی و آنروپومتریکی آزمودنی ها

گروه	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	درصد چربی	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور متر)	اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
گروه مکمل کوآنزیم Q10	25/71 ± 1/69	69/93 ± 2/89	1/73 ± 0/68	13/61 ± 0/29	26/94 ± 1/85	39/59 ± 2/01
گروه شبه دارو	24/29 ± 1/88	71/86 ± 2/11	1/72 ± 0/03	13/20 ± 0/68	25/84 ± 1/46	39/76 ± 2/64

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار شاخص های مورد مطالعه در دو گروه طی مراحل مختلف اندازگیری

شاخص	گروه	مرحله پایه	قبل از فعالیت	پس از فعالیت
ظرفیت ضدکسایشی تام سرمی (میلی مول/لیتر)	گروه مکمل	0/83 ± 0/68	0/97 ± 0/98	1/09 ± 0/99*
	شبه دارو	0/84 ± 0/56	0/79 ± 0/52	0/85 ± 0/41*
مالون دی آلدئید سرمی (نانومول/میلی لیتر)	گروه مکمل	2/54 ± 0/34	2/54 ± 0/28	2/75 ± 0/29*
	شبه دارو	2/47 ± 0/23	2/55 ± 0/21	3/28 ± 0/44*

## بحث و نتیجه گیری

یافته های تحقیق حاضر مبنی بر افت معنی دار ظرفیت ضدکسایشی تام سرمی بلافاصله پس از یک وهله فعالیت هوازی با یافته های نخستین روحی و همکاران (۲۰۰۸) هم خوانی دارد. چنانکه، گروه تحقیقاتی نخستین روحی اعلام کردند که ۳۰ دقیقه دویدن (با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) روی نوارگردان، باعث کاهش معنی دار ظرفیت ضدکسایشی تام می گردد (۲۲). اما ساچک و همکاران (۲۰۰۳) با مطالعه ای مردان جوان و پیر سالم نشان دادند که ظرفیت ضدکسایشی خون بلافاصله پس از ۴۵ دقیقه دویدن در شیب منفی با شدت ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه کاهش نمی یابد؛ ولی آن ها اشاره داشتند که افت معنی دار ظرفیت ضدکسایشی در هر دو گروه ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از فعالیت شدید ورزشی دیده می شود (۲۴). تضاد بین یافته های حاضر با نتایج گروه تحقیقاتی ساچک را می توان به سن آزمودنی ها ربط داد. البته، تفاوت در نوع قرارداد ورزشی و وضعیت آمادگی بدنی آزمودنی ها می تواند مؤثر باشد (۱۴، ۶، ۱). به علاوه، نتایج تحقیق حاضر حاکی است که مکمل سازی ۱۴ روزه کوآنزیم Q10 (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) با سهم اثر ۴۵/۶۳ درصدی ضمن افزایش ظرفیت ضدکسایشی پایه از افت بیش از حد ظرفیت ضدکسایشی تام سرمی مردان غیرفعال پس از یک وهله فعالیت هوازی جلوگیری

می نماید. در این راستا، دونراوی و همکاران (۲۰۱۰) نیز اعلام کردند که مصرف ۳۰۰ میلی گرم مکمل کوآنزیم Q10 به مدت ۲۲ روز ضمن افزایش ظرفیت ضدکسایشی پایه، از افت ظرفیت ضدکسایشی سرمی پس از انجام فعالیت ورزشی جلوگیری می کند (۸). همچنین، نتایج مطالعه ای تیانو و همکاران (۲۰۰۷) حاکی است که مکمل سازی کوآنزیم Q10 (۳۰۰ میلی گرم در روز) باعث بهبود فعالیت سوپراکسید دسموتاز خارج سلولی (به عنوان یک ضدکساینده ی تأثیرپذیر) می شود (۲۸). ساز و کار احتمالی پیشنهاد شده در رابطه با اثرات مکمل سازی کوآنزیم Q10 بر افزایش توان ضدکسایشی تام به این صورت است که کوآنزیم-Q10 با افزایش ضدکساینده های درون سلولی می تواند ظرفیت و توان ضدکسایشی تام سرمی را بالا ببرد (۲۲، ۹). با این حال، نتایج برخی از مطالعات گذشته حاکی است که تغییرات این شاخص بسیار اندک است (۲۳، ۲۶). به عنوان مثال، می توان به نتایج مطالعه ای سوها و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر عدم تأثیر کوآنزیم Q10 (۹۰ تا ۳۷۱ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۱۴ ماه) بر کاهش ظرفیت ضدکسایشی تام اشاره کرد (۲۷). تضاد یافته حاضر، با نتایج مطالعه ای سوها ممکن است ناشی از تفاوت های موجود در نوع آزمودنی، تنوع برنامه های تمرینی و شدت فعالیت باشد (۱۶). از طرفی، افزایش معنی دار

محققین پیشنهاد شده‌اند. به طوری که برخی محققین معتقدند که این مکمل‌سازی با افزایش توان ضداکسایشی و حذف بنیان‌های آزاد موجبات کاهش پراکسیداسیون لیپیدی را فراهم می‌نماید (۲۳). با این حال، یافته‌های مطالعه‌ی حاضر با نتایج کان و همکاران (۲۰۰۷) و لکسونن و همکاران (۱۹) در تناقض است. برای مثال، کان و همکاران (۲۰۰۷) اشاره داشتند که مصرف چهار هفته‌ای مکمل کوآنزیم Q10 (۳۰۰ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 در روز) بر مالون‌دی‌آلدئید موش‌ها بی‌تأثیر است (۱۷). پس احتمال این هست که تفاوت نوع قراردادهای ورزشی، مدل حیوانی و دستگاه‌های انرژی درگیر (۱۸)، روش‌ها و ابزار اندازه‌گیری (کیت‌ها، مواد و دستگاه‌ها آزمایشگاهی) (۲۲) موجب تناقضات شده باشد (۶).

در کل، با مقایسه‌ی نتایج تحقیق حاضر و یافته‌های قبلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 موجب کاهش شاخص‌های فشار اکسایشی و افزایش ظرفیت توان ضداکسایشی سرمی مردان غیرفعال پس از انجام فعالیت هوازی نیم ساعته با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشه می‌گردد. در نتیجه می‌توان پیشنهاد کرد که قبل از انجام فعالیت هوازی با مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 از افت ظرفیت ضداکسایشی و بروز فشار اکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های هوازی نسبتاً شدید می‌توانند تحت نظر متخصصین از مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 استفاده کنند. البته نباید از عوارض منفی افراط در مقادیر مصرفی بالای کوآنزیم Q10 چشم‌پوشی کرد. بنابراین، توصیه می‌گردد تا روشن شدن اثرات قطعی این مکمل بر سایر عوامل زیستی با در نظر گرفتن جوانب احتیاط و تحت نظارت افراد متخصص از این مکمل‌سازی استفاده شود.

### تقدیر و تشکر

این مقاله بر اساس پایاننامه‌ی علیرضا رستمی کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی از دانشکده‌ی تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز تهیه شده است. لذا از همکاری افرادی که در مطالعه‌ی حاضر شرکت داشتند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

مالون‌دی‌آلدئید بلافاصله پس از فعالیت هوازی با نتایج برخی از محققین از جمله ن گولد فرب (۲۰۰۷) (۱۵) و بلومر (۲۰۰۵) هم‌خوانی دارد (۲). به عنوان مثال، گروه تحقیقاتی گولد فرب در گزارش خود اشاره داشتند ۳۰ دقیقه دویدن (با ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) روی نوارگردان، باعث افزایش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید، می‌گردد (۱۵). همچنین، بلومر و همکاران (۲۰۰۵) اشاره داشتند که میزان مالون‌دی‌آلدئید پس از یک فعالیت وامانده-ساز (دویدن به مدت ۳۰ دقیقه با ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) در مردان غیرورزشکار به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۲). با این حال، یافته‌ی مطالعه‌ی حاضر با نتایج برخی از تحقیقات قبلی در تضاد است (۲). به عنوان مثال، گروه تحقیقاتی بلومر (۲۰۰۵) با مطالعه‌ی مردان ورزشکار نشان دادند که هیچ گونه تغییر معنی‌داری در غلظت مالون‌دی‌آلدئید متعاقب نیم ساعت رکاب زدن با شدت ۷۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه مشاهده نمی‌شود (۲). وجود این تناقضات ممکن است ناشی از عوامل اثرگذار و مداخله‌گری مانند وضعیت سلامتی، سن، جنس، تفاوت‌های فردی (۴)، آمادگی بدنی (۱)، پاسخ متفاوت بافت‌ها، ترکیب بدنی، شدت و نوع فعالیت بدنی (۶)، محیط و ضعف ظرفیت ضداکسایشی باشد (۳۱).

از طرفی، نتایج تحقیق حاضر حاکی است که مکمل‌سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) با سهم اثر ۸۶/۳۶ درصدی از بروز تغییرات نامطلوب مالون‌دی‌آلدئید به عنوان یکی از شاخص‌های فشار اکسایشی مردان غیرفعال پس از یک وهله فعالیت هوازی جلوگیری نماید. به عنوان مثال، نتایج فوناد و همکاران (۲۰۱۱) حاکی است که مصرف ۱۰ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 در هر کیلوگرم وزن بدن به مدت پنج روز باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۱۱). همچنین، دونروی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مکمل‌سازی ۱۲ روزه‌ی کوآنزیم Q10 و تمرینات مرتب شنا می‌تواند به طور معنی‌دار باعث کاهش دامنه‌ی تغییرات مالون‌دی‌آلدئید متعاقب فعالیت ورزشی شود (۸). به علاوه، کان و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیق ۲۰ روزه خود روی ورزشکاران رزمی‌کار (کندو) اعلام کردند که مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 طی شش هفته سبب کاهش میزان مالون‌دی‌آلدئید پس از فعالیت ورزشی می‌شود (۱۸). ساز و کارهای مختلفی از سوی

### References

- Bloomer RJ, Goldfarb AH, McKenzie MJ. Oxidative stress response to aerobic exercise: comparison of antioxidant supplements. *Med Sci Sports Exerc* 2006; **38**: 1098-1105.
- Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, McKenzie MJ, Consitt LA. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *J Strength Cond Res* 2005; **19**: 276-285.
- Carlsohn A, Rohn S, Mayer F, Schweigert FJ. Physical activity, antioxidant status, and protein modification in adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2010; **42**: 1131-1139.
- 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 Geriatr* 2010; **5**: 5-11.

5. Cooke M, Iosia M, Buford T, Shelmadine B, Hudson G. Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both trained and untrained individuals. *J Int Soc Sports Nutr* 2008; **5**: 8.
6. Cooney RV, Dai Q, Gao YT, Chow WH, Franke AA, Shu XO. Low Plasma Coenzyme Q10 Levels and Breast Cancer Risk in Chinese Women. *Cancer Epidemiol Biomarkers* 2011; **35**: 10-18.
7. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974; **37**: 247-248.
8. Donrawee A. Physical Performance in Young Swimmers: A Pilot Study. *The Open Sports Medicine Journal* 2010; **4**: 8.
9. Donrawee L, Sawattikanon N. Coenzyme Q10 Supplementation Decreases Oxidative Stress and Improves. *Eur J Pharmacol* 2007; **600**: 91-98.
10. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dyn Med* 2009; **8**: 1.
11. Fouad AA, Al-Sultan AI, Yacoubi MT. Coenzyme Q10 counteracts testicular injury induced by sodium arsenite in rats. *Eur J Pharmacol* 2011; **655**: 91-98.
12. Fu X, Ji R, Dam J. Antifatigue effect of coenzyme Q10 in mice. *J Med Food* 2010; **13**: 211-215.
13. Gokbel H, Gergerlioglu HS, Okudan N, Gul I, Buyukbas S, Belviranlı M. Effects of coenzyme Q10 supplementation on plasma adiponectin, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha levels in men. *J Med Food* 2010; **13**: 216-218.
14. Gokbel H, Gul I, Belviranlı M, Okudan N. The effects of coenzyme Q10 supplementation on performance during repeated bouts of supramaximal exercise in sedentary men. *J Strength Cond Res* 2010; **24**: 97-102.
15. Goldfarb AH, McKenzie MJ, Bloomer RJ. Gender comparisons of exercise-induced oxidative stress: influence of antioxidant supplementation. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007; **32**: 1124-1131.
16. Gutierrez-Mariscal FM, Perez-Martinez P, Delgado-Lista J, Yubero-Serrano EM, Camargo A, Delgado-Casado N. Mediterranean diet supplemented with coenzyme Q10 induces postprandial changes in p53 in response to oxidative DNA damage in elderly subjects. *Age (Dordr)* 2011; **35**: 13-19.
17. Kon M, Kimura F, Akimoto T, Tanabe K, Murase Y, Ikemune S. Effect of Coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced muscular injury of rats. *Exerc Immunol Rev* 2007; **13**: 76-88.
18. Kon M, Tanabe K, Akimoto T, Kimura F, Tanimura Y, Shimizu K. Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. *Br J Nutr* 2008; **100**: 903-909.
19. Laaksonen R, Fogelholm M, Himberg JJ, Laakso J. Ubiquinone supplementation and exercise capacity in trained young and older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995; **72**: 95-100.
20. Merrells KJ, Friel JK, Knaus M, Suh M. Following 2 diet-restricted male outdoor rock climbers: impact on oxidative stress and improvements in markers of cardiovascular risk. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008; **33**: 1250-1256.
21. Mizuno K, Tanaka M, Nozaki S, Mizuma H, Ataka S, Tahara T. Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. *Nutrition* 2008; **24**: 293-299.
22. Nakhostin-Roohi B, Babaei P, Rahmani-Nia F, Bohlooli S. 2008. Effect of vitamin C supplementation on lipid peroxidation, muscle damage and inflammation after 30-min exercise at 75% VO<sub>2</sub>max. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; **48(2)**: 217-224.
23. Rotig A. News in ubiquinone biosynthesis. *Chem Biol* 2010; **17**: 415-416.
24. Sacheck JM, Milbury PE, Cannon JG, Roubenoff R, and Blumberg JB. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. *Free Radic Biol Med* 2003; **34**: 1575-1588.
25. Seifi-Skishahr F, Siahkohian M, Nakhostin-Roohi B. Influence of aerobic exercise at high and moderate intensities on lipid peroxidation in untrained men. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; **48**: 515-521.
26. Sena CM, Nunes E, Gomes A, Santos MS, Proenca T, Martins MI. Supplementation of coenzyme Q10 and alpha-tocopherol lowers glycated hemoglobin level and lipid peroxidation in pancreas of diabetic rats. *Nutr Res* 2008; **28**: 113-121.
27. Sohal RS, Kamzalov S, Sumien N, Ferguson M, Rebrin I, Heinrich KR. Effect of coenzyme Q10 intake on endogenous coenzyme Q content, mitochondrial electron transport chain, antioxidative defenses, and life span of mice. *Free Radic Biol Med* 2006; **40**: 480-487.
28. Tiano L, Belardinelli R, Carnevali P, Principi F, Seddaiu G. Effect of coenzyme Q10 administration on endothelial function and extracellular superoxide dismutase in patients with ischaemic heart disease: a double-blind, randomized controlled study. *Eur Heart J* 2007; **28**: 2249-2255.