

## تأثیر مکمل یاری سیاه‌دانه بر پاسخ ورزشی سوپراکسید دیسموتاز و مالون‌دی‌آلدئید سرمی در مردان والیبالیست

جواد وکیلی<sup>۱</sup>، رامین امیرساسان<sup>۲</sup>، سولماز هاشم‌پور<sup>۳</sup>، توحید خانواری<sup>۴\*</sup>

### چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین اثر مکمل‌یاری کوتاه‌مدت سیاه‌دانه بر مقادیر پایه و پاسخ ورزشی سوپراکسید دیسموتاز و مالون‌دی‌آلدئید سرمی در مردان ورزشکار می‌باشد. ۱۳ والیبالیست مرد با میانگین و انحراف استاندارد سن:  $22 \pm 2$  سال، وزن:  $79 \pm 3$  کیلوگرم و اکسیژن مصرفی بیشینه:  $45 \pm 7$  میلی‌لیتر / کیلوگرم / دقیقه به مدت ۳ هفته روزانه ۴۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن پودر سیاه‌دانه را در سه وعده غذایی دریافت کردند. قبل و بعد از دوره ۲۱ روزه مکمل-یاری، آزمودنی‌ها روی نوار گردان با شدت ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه به مدت ۳۰ دقیقه دویدند. نمونه‌های خونی قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری و در هر مرحله قبل و بعد از پروتکل ورزشی اخذ گردید. مکمل‌یاری کوتاه مدت سیاه‌دانه تأثیر معنی‌داری بر سطوح پایه مالون‌دی‌آلدئید و فشار اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی در مردان نداشت. اگرچه مکمل‌یاری در مقادیر پاسخ ورزشی مالون‌دی‌آلدئید قبل و بعد از مکمل‌یاری بی‌تأثیر بود، اما توانست سطوح پایه SOD و لاکتات را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: فشار اکسایشی، مکمل‌یاری، سیاه‌دانه، والیبال، فعالیت هوازی.

۱. استادیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲. دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۴. (نویسنده مسئول): دانشجوی دکتری متابولیسم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

**Effects of Nigella Sativa Supplementation on Superoxide dismutase and Malondialdehyde Responses in Male Volleyball Players**

**Javad Vakili<sup>1</sup>, Ramin Amirhasan<sup>2</sup>, Solmaz Hashempour<sup>3</sup>, Touhid Khanvari<sup>3,4</sup> (corresponding Author)**

**Abstract**

The aim of this study was to investigate the effects of a short-term nigella sativa supplementation on superoxide dismutase and malondialdehyde levels in response to a bout of aerobic exercise in male volleyball players. 13 male volleyball player (aged  $22\pm 2$  years, weight  $79\pm 3$  kg and  $VO_{2max}=45\pm 7$  ml/kg/min) participated in an aerobic exercise protocol with 75%  $VO_{2max}$  on the treadmill for 30 minutes and then received 43mg/kg/d nigella sativa powder for 21 days. After 21 days of supplementation period, the protocol was repeated. Blood samples were obtained before and after each protocol. Although short-term nigella sativa supplementation had no significant impact on the levels of malondialdehyde response in measured times before and after supplementation, it could reduce the levels of SOD and lactate.

**Keywords:** Oxidative Stress- Supplementation- Nigella sativa- Free Radicals- Reactive Oxygen Species

---

1. Assistant Professor, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran.  
2. Associated Professor, Faculty Physical Education and Sport Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran.  
3. MSc of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran.  
4. Exercise Metabolism PhD student, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran.

## طرح تحقیق، آزمودنی‌ها، مکمل‌یاری و قرارداد ورزشی

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی با اندازه‌گیری‌های مکرر (چهار مرحله‌ای) پس از تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز به شماره ۹۳۶۳ انجام شد. آزمودنی‌های این تحقیق شامل ۱۳ دانشجوی والیبالیست پسر عضو تیم دانشگاه علوم پزشکی تبریز (با میانگین و انحراف استاندارد سنی  $1/56 \pm 22/24$  سال، وزن  $9/92 \pm 79/34$  کیلوگرم، درصد چربی  $5/30 \pm$  و حداکثر اکسیژن مصرفی  $45/70 \pm 7/83$  میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) بودند که به طور هدفمند از میان والیبالیست‌های دانشگاه علوم پزشکی تبریز انتخاب شدند. این افراد حداقل یک سال سابقه فعالیت ورزشی با حضور مرتب در جلسات تمرینی هفتگی (سه روز در هفته) را داشته، ساکن خوابگاه بوده و صرفاً از غذای خوابگاه استفاده می‌کردند. هیچ‌یک از آزمودنی‌ها سیگاری نبوده و سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی، دیابت و یا دیگر بیماری‌های مزمن را نداشته و نیز در ۳ ماه گذشته از مکمل‌های ویتامینی A، E و C یا سایر مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی استفاده نکرده بودند. پس از حضور در جلسه توجیهی و تکمیل فرم رضایت‌نامه، یک هفته قبل از شروع مکمل‌یاری، آزمودنی‌ها در آزمایشگاه فیزیولوژی حاضر شده و پس از ۱۰ دقیقه استراحت، ضربان قلب استراحتی آنان با استفاده از پلار و ضربان‌سنج x-trainer plus ساخت چین در حالت درازکش سنجیده و ضربان قلب پیشینه آنان با استفاده از فرمول سن - ۲۲۰ اندازه‌گیری شد (اوجوی و همکاران ۲۰۱۲) و پس از اندازه‌گیری قد توسط دستگاه قدسنج سکا ساخت آلمان و وزن، درصد چربی آزمودنی‌ها با ضخامت سنج پوستی Saehan مدل SH5020 ساخت کره جنوبی با حساسیت ۰/۱ میلی‌متر و روش سه نقطه‌ای پولاک و جکسون از نواحی سینه، شکم و ران مطابق فرمول شماره ۱ اندازه‌گیری و ثبت شد. در اندازه‌گیری درصد چربی از هر ناحیه دوبرار آزمون درصد چربی گرفته شد و در صورت اختلاف بیش از ۵ درصد، آزمون برای بار سوم نیز تکرار گردید. سپس برای سنجش  $VO_{2max}$  از آزمون آزمایشگاهی بروس (آزمون ۷ مرحله‌ایست که در مرحله ۳ و ۴ با افزایش سرعت و شیب ادامه پیدا می‌کند) و با استفاده از ترمدیل تکنوجیم ساخت ایتالیا استفاده شد. فرمول شماره ۱:

$$- (\text{مجموع سه قسمت}) \times (0/39287) = \text{درصد چربی}$$

$$0/00105 \times (\text{مجموع سه قسمت})^2 + [0/15772 \times (\text{سن})] - 5/18845$$

پس از یک هفته دوره بازگشت، آزمودنی‌ها دو ساعت بعد از صرف وعده غذایی مشابه در محل آزمون حاضر شده و مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از ورید پیش‌آرنجی آنان گرفته شد. سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، روی نوارگردان قرار گرفته و قرارداد تمرینی شامل دویدن با ۷۵ درصد توان هوایی پیشینه را به مدت ۳۰ دقیقه اجرا کنند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۰). شدت فعالیت هوایی معادل ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره کاروون برای تک تک آزمودنی‌ها محاسبه شد. در پایان فعالیت، آزمودنی بلافاصله نشسته و مرحله دوم خون‌گیری انجام شد (سان میلان<sup>۱۲</sup> و همکاران ۲۰۱۷). ۲۴ ساعت پس از خون‌گیری دوم، پروتکل مکمل‌یاری ۲۱ روزه آزمودنی‌ها آغاز شد. در این پروتکل آزمودنی‌ها ۴۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن پودر سیاه‌دانه را در ۳ نوبت با فاصله ۸ ساعته بین نوبت‌ها مصرف کردند. آزمودنی‌ها به طور میانگین ۳ گرم در روز و در کل ۶۳ گرم

با انجام فعالیت ورزشی شدید اکسیژن مصرفی در عضلات تا ۱۰۰ برابر افزایش می‌یابد و ۲ تا ۵ درصد این اکسیژن مصرفی در میتوکندری‌ها به رادیکال آزاد (ROS)<sup>۱</sup> تبدیل می‌شود (فوکای<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۲) و هرگاه تولید رادیکال‌های آزاد از ظرفیت دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن فراتر رود، فشار اکسایشی ایجاد می‌شود (وینسنت<sup>۳</sup> و همکاران ۲۰۰۶). فشار اکسایشی نیاز بدن به آنتی‌اکسیدان‌ها را افزایش می‌دهد و اگر با کمبود آنها مواجه شود مزایای ورزش به علت بروز آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد کاهش می‌یابد (بانرجی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۳). به همین علت برای محافظت از بافت‌های بدن در مقابل ROS استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی در ورزش ضرورت پیدا می‌کند (اسکارپانزکا<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از این مکمل‌ها سیاه‌دانه است.

سیاه‌دانه از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی طبیعی است که از دوران باستان به علت خواص درمانی شناخته شده‌اش برای درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌شد (کراک<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). تیموکوئینون<sup>۷</sup> (TQ) ماده فعال سیاه‌دانه به همراه مشتقاتش یعنی دی‌تیموکوئینون و تیمول از ارگان‌های بدن در مقابل آسیب اکسایشی ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند (نقی و همکاران، ۱۹۹۹). نشان داده شده است، تجویز TQ فعالیت SOD، GPx، CAT، GSH و مقادیر MDA مغز موش‌های در معرض فشار اکسایشی را در حد طبیعی حفظ می‌کند (شیخ<sup>۸</sup> و محمدین<sup>۹</sup>، ۲۰۱۰). نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داد سیاه‌دانه می‌تواند به عنوان یک ماده ضدالتهاب، ضد تومور و ضد اکسایش در نظر گرفته شود (ژائو<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). شریعت‌زاده و همکاران نقش دم کرده سیاه‌دانه را بر استرس اکسایشی افراد سالم بررسی کردند. در این پژوهش آزمودنی‌ها روزانه سه گرم سیاه‌دانه را به صورت دم کرده به مدت دو هفته مصرف کردند. این محققین کاهش معنی‌دار پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش معنی‌دار گروه‌های تام تیول را بعد از مصرف سیاه‌دانه گزارش کردند (شریعت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

از سوی دیگر تمرینات والیبالی شامل انواع تمرینات قدرتی به منظور افزایش یا جلوگیری از کاهش حجم عضلات، حفظ قدرت، توان و استقامت عضلانی می‌باشد و تحقیقات متعددی بروز فشار اکسایشی را در اثر انجام تمرینات قدرتی گزارش کرده‌اند (موریالز<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). از آنجا که در پاسخ به یک وهله فعالیت ورزشی هوایی، مطالعات کمی درباره اثر آنتی-اکسیدانی مکمل‌یاری کوتاه مدت سیاه‌دانه در ورزشکاران والیبالیست مطالعه-ای انجام شده‌است، و از آنجا که انتظار می‌رود، مکمل‌یاری سیاه‌دانه بتواند در سطوح بالاتر تمرینی، اثرات بالقوه‌ای را بر عملکرد والیبالیست‌ها ایجاد کند این پژوهش بر آن است تا با بررسی تأثیر مکمل‌یاری کوتاه‌مدت سیاه‌دانه بر پاسخ ورزشی سوپراکسید دیسموتاز و مالون‌دی‌آلدئید سرمی در مردان والیبالیست بتواند با ارائه راهکارهای مناسب از بروز آسیب‌های اکسایشی در این ورزشکاران ممانعت به عمل بیاورد.

1. free radicals
2. Fukai
3. Vincent
4. Banerjee
5. Skarpańska
6. Kruk
7. thymohydroquinone
8. Sheikh
9. Mohamadin
10. Zhao
11. Morillas

## تأثیر مکمل یاری سیاه‌دانه بر پاسخ ورزشی سوپراکسید دیسموتاز و مالون‌دی‌آلدئید سرمی در مردان والیبالیست □ ۴۳

جدول ۱. میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد شاخص‌های اندازه‌گیری شده طی ۴ مرحله خون‌گیری

شاخص‌های مورد مطالعه	قبل از مکمل دهی			
	مرحله ۱ (قبل فعالیت)	مرحله ۲ (بعد فعالیت)	مرحله ۳ (قبل فعالیت)	مرحله ۴ (بعد فعالیت)
مالون دی‌آلدئید (nmol/ml)	۴/۹۲ $\pm$ ۲/۷۱	۴/۹۰ $\pm$ ۲/۷۵	۴/۱۵ $\pm$ ۲/۴۳	۵/۱۵ $\pm$ ۲/۴۹
سوپراکسید دیسموتاز (IU/gHb)	۲۲۸/۶۰ $\pm$ ۱۷۰۴/۸۱	۲۱۹/۵۴ $\pm$ ۱۸۰۸/۵۵	۲۲۲/۱۸ $\pm$ ۱۵۸۱/۶۹	۱۸۷/۵۴ $\pm$ ۱۹۰۳/۳۹
لاکتات (mmol/l)	۱/۲۱ $\pm$ ۰/۳۵	۳/۰۴ $\pm$ ۱/۱۹	۱/۰۶ $\pm$ ۰/۳۵	۲/۹۷ $\pm$ ۱/۰۵

\* تفاوت معنی‌دار پاسخ به فعالیت ورزشی، # تفاوت معنی‌دار مراحل ۲ و ۴، ¥ تفاوت معنی‌دار مراحل ۱ و ۳

نتایج تحقیق نشان داد که در مقادیر MDA بین هیچ یک از مراحل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0.05$ )، یعنی مقادیر آن با انجام فعالیت ورزشی تغییر نیافت و همچنین دوره مکمل‌یاری بر مقادیر آن چه در حالت پایه و چه در پاسخ به فعالیت ورزشی تأثیر نداشت ( $P > 0.05$ ). بین مقادیر SOD در مراحل مختلف اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری وجود داشت ( $F = 11.957, p = 0.01$ ) و مقدار اندازه اثر یا ضریب اتا برابر با ۰/۷۸ می‌باشد. بررسی تأثیر فعالیت ورزشی بر مقادیر SOD نشان داد که قبل از مکمل‌یاری ( $p = 0.007$ ) و نیز بعد از مکمل‌یاری ( $p = 0.000$ ) کاهش معنی‌داری در مقادیر SOD وجود داشت و اثر فعالیت ورزشی معنی‌دار بود. مقادیر SOD در حالت استراحتی بعد از مکمل‌یاری نسبت به قبل کاهش معنی‌داری داشت ( $p = 0.034$ )، ولی تفاوت در مقادیر پاسخ ورزشی آن قبل و بعد از مکمل‌یاری معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ )، یعنی دوره مکمل‌یاری فقط موجب کاهش مقادیر SOD در حالت پایه شد و بر مقادیر پاسخ ورزشی این تأثیر بی‌تأثیر بود و بالاخره بین مقادیر لاکتات در مراحل مختلف اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری وجود داشت ( $F = 15.740, p = 0.000$ ) و مقدار اندازه اثر یا ضریب اتا برابر با ۰/۸۳ می‌باشد. بررسی تأثیر فعالیت ورزشی بر مقادیر لاکتات نشان داد که قبل از مکمل‌یاری ( $p = 0.000$ ) و نیز بعد از مکمل‌یاری ( $p = 0.000$ ) تفاوت معنی‌دار وجود داشت و اثر فعالیت ورزشی معنی‌دار بود. بین مقادیر استراحتی قبل و بعد از مکمل‌یاری و نیز مقادیر پاسخ ورزشی آن قبل و بعد از مکمل‌یاری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0.05$ )، یعنی مکمل‌یاری چه در حالت پایه و چه در پاسخ به فعالیت ورزشی تأثیر معنی‌داری بر سطوح لاکتات ندارد و تفاوت دیده شده در سایر مراحل مربوط به فعالیت ورزشی است.

### بحث

یافته‌های این پژوهش نشان داد که مقادیر SOD و LA پس از اجرای یک وهله فعالیت هوازی به مدت ۳۰ دقیقه و با شدت ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری افزایش معنی‌داری یافت، در حالی که مقادیر MDA تغییر نیافت. افزایش مقادیر LA در پاسخ به فعالیت ورزشی نشان‌دهنده شدت مناسب فعالیت ورزشی برای ایجاد فشار اکسایشی می‌باشد. افزایش SOD در پاسخ به فعالیت ورزشی مشاهده شده در پژوهش حاضر، با برخی از پژوهش‌ها مانند مطالعه برزوسا<sup>۳</sup> همسوست. برزوسا در پژوهش خود با انجام سه نوع فعالیت ورزشی یک وهله‌ای شامل تست پیش‌رونده متناوب، تست وامانده‌ساز روی ارگومتر و رکاب‌زنی با ۷۰ درصد بار

سیاه‌دانه توسط مصرف کردند. مقدار مصرف سیاه‌دانه برگرفته از پژوهش شریعت‌زاده و همکارانش می‌باشد (شریعت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). پس از ۲۱ روز مکمل‌یاری، مراحل دوگانه خون‌گیری و قرارداد تمرینی تکرار شد. در ضمن از آزمودنی‌ها خواسته شد ضمن اینکه تمرینات عادی خود را به صورت سه جلسه‌ای (یک و نیم ساعته در هفته) انجام دهند، سه روز قبل از قرارداد تمرینی، تمرینات خود را متوقف کنند. وعده‌های غذایی آزمودنی‌ها نیز یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی با پرسش‌نامه یادآمد تغذیه‌ای کنترل شد.

### روش تهیه نمونه‌های خونی

در هر نوبت ۵ میلی‌لیتر خون گرفته شد که ۲ میلی‌لیتر از آن برای اندازه‌گیری لاکتات و SOD در لوله آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد ریخته شد، باقی‌مانده خون برای بررسی MDA استفاده شد. همه مراحل خون‌گیری در دمای ۲۲ الی ۲۴ درجه سانتی‌گراد و بین ساعات ۱ تا ۳ بعد از ظهر انجام شد.

### روش‌های آزمایشگاهی

نمونه‌های خونی گرفته شده قبل و بعد از اجرای پروتکل ورزشی، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌های خون به مدت ۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. بعد از جداسازی پلاسما برای تست لاکتات، گلبول‌های قرمز باقی‌مانده برای تست SOD سه بار توسط سرم فیزیولوژی شستشو داده شد. در نهایت اندازه‌گیری SOD و لاکتات توسط کیت‌های خریداری شده از شرکت رندوکس<sup>۱</sup> و با استفاده از روش میلر<sup>۲</sup> انجام گردید (با حساسیت حداقل ۱ میلی‌گرم در دسی لیتر، دامنه: ۴.۵ الی ۱۴.۴ میلی‌گرم در دسی لیتر). میزان لاکتات سرم با کمک دستگاه اتوآنالایزر مدل آلیسون ۳۰۰ ساخت شرکت ابوت آمریکا اندازه‌گیری شد. مالون‌دی‌آلدئید سرمی بر پایه واکنش با تیوباربیتوریک اسید (TBRA) استخراج و پس از جدا کردن فاز آلی (محللول رویی) و اندازه‌گیری جذب نوری در طول موج ۵۳۲ نانومتر، غلظت آن تعیین شد.

### روش‌های آماری

در ابتدا طبیعی بودن داده‌ها در شاخص‌های اشاره شده، هم در آزمون کلموگروف اسمیرنوف و هم آزمون شاپیروویلیک بررسی شد. سپس فرضیه‌های تحقیق با روش‌های استنباطی در سطح معنی‌داری  $P \leq 0.05$  با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی LSD بررسی شد. کلیه بررسی‌های آماری و رسم جداول و نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۰ و آفیس نسخه ۲۰۱۰ انجام گرفت.

### یافته‌ها

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمامی داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردار بودند. در جدول زیر مقادیر MDA، SOD و LA در طی ۴ مرحله‌ی خون‌گیری ارائه شده است.

برخی پژوهش‌ها مشاهده شده است، با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد به روش‌های شیمیایی در بدن، سطوح آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی نظیر SOD نیز بالا می‌رود (دال پیزول<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). مرادی و همکاران (۱۳۹۱) نیز با بررسی تأثیر مصرف زعفران بر مقادیر SOD در دختران سالم کاهش مقادیر SOD بعد از مکمل‌یاری را گزارش کردند. دلیل این کاهش معنی‌دار، ارتقاء عملکرد سیستم آنتی‌اکسیدانی و کاهش تولید اکسیدان‌ها با مصرف زعفران ذکر شده است. در پژوهش دیگری نیز همین نتیجه با مصرف چای سبز گزارش شد که حاکی از کاهش تولید رادیکال‌های سوپراکسید در اثر مصرف مکمل می‌باشد (جاوکو<sup>۱۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۳).

با این حال ژائو (۲۰۱۳) گزارش کرد که مکمل‌یاری سیاه‌دانه، مقادیر SOD را در کبد موش‌هایی که دی‌گالاکتوز دریافت کرده بودند افزایش داده و از افزایش MDA جلوگیری کرده است. البته او در پژوهش خود از ساپونین استخراج شده از این گیاه که از مواد مؤثر آن می‌باشد، استفاده کرد. آلنزی<sup>۱۴</sup> و همکاران (۲۰۱۳) نیز با توجه به خواص آنتی‌اکسیدانی روغن سیاه‌دانه و TQ، به توانایی این ترکیبات در جلوگیری از تولید ROS و افزایش مقادیر SOD و GPX اشاره کرده است. خواص آنتی‌اکسیدانی قوی مولکول TQ احتمالاً به علت ساختار کوئینون آن می‌باشد که بدون محدودیت از سد‌های مورفولوژیک عبور کرده و با دسترسی به نواحی زیر سلولی، رادیکال‌های آزاد را می‌زداید. از دلایل احتمالی متناقض بودن نتایج می‌توان به استفاده از مواد مؤثر سیاه‌دانه مانند ساپونین و TQ اشاره کرد.

در ارتباط با تأثیر مکمل‌یاری سیاه‌دانه بر مقادیر پاسخ ورزشی MDA پژوهشی یافت نشد، ولی یکی از عواملی که ممکن است در عدم تأثیرگذاری مکمل‌یاری سیاه‌دانه بر پاسخ ورزشی MDA نقش داشته باشد، می‌تواند آمادگی بدنی بالای آزمودنی‌ها باشد. بلومر و همکاران (۲۰۱۲) با مکمل‌یاری کوآنزیم Q10 در مردان و زنان تمرین کرده، به مدت چهار هفته و پس از انجام آزمون نوارگردان، تغییری در مقادیر MDA گزارش نکرد. علت عدم تأثیرگذاری مکمل‌یاری، پایین بودن شدت و مدت فعالیت و نیز آمادگی بدنی نسبتاً بالای آزمودنی‌ها ذکر شد. از طرفی چون وجود مقادیر متوسط ROS برای عملکرد فیزیولوژیک طبیعی سلول ضروری می‌باشد، همواره مقادیر حداقل MDA در بدن وجود خواهد داشت (پاورز<sup>۱۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۹).

در مغایرت با نتایج پژوهش حاضر، سلطان<sup>۱۶</sup> و همکاران (۲۰۱۴) با مکمل‌یاری روغن سیاه‌دانه در موش‌های دیابتی، کاهش مقادیر MDA را گزارش کرد. این حیوانات به علت بیماری دچار افزایش مقادیر MDA بودند و مکمل‌یاری به خوبی توانست از فشار اکسایشی ناشی از بیماری بکاهد. سلطان اشاره می‌کند که کاهش مقادیر MDA با مکمل‌یاری سیاه‌دانه به علت خواص آنتی‌اکسیدانی تأیید شده‌ی آن می‌باشد و نسبت عکس با محتوای آنتی‌اکسیدانی تام و گلوکاتیون دارد. شریعت زاده و همکاران (۱۳۸۹) نیز با تجویز روزانه دم‌کرده سیاه‌دانه (سه گرم) به مدت دو هفته در آزمودنی‌های مرد و زن سالم (با دامنه سنی ۱۵ تا ۶۶ سال) کاهش مقادیر MDA را گزارش کردند. یعنی از علل متفاوت بودن نتایج این تحقیقات با یافته‌های پژوهش حاضر در مقادیر پایه عوامل اکسیدانی نهفته است. در پژوهش شریعت زاده و همکاران نیز مقادیر MDA قبل از دوره مکمل‌یاری بسیار بیشتر از پژوهش حاضر بود.

کار بیشینه، افزایش مقادیر SOD را در مردان سالم تمرین نکرده مشاهده کردند (برزوسا و همکاران، ۲۰۱۱). از طرفی کورکو (۲۰۱۱)، سزار<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲)، ساریتاس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) و لیلیون گریوب<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۵) عدم تغییر و یا حتی کاهش مقادیر SOD در پاسخ به یک وهله فعالیت ورزشی را گزارش کردند.

پوزیکا<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۳) شاهد کاهش سطوح SOD بعد از دویدن تا سرحد واماندگی روی تردمیل در اعضاء تیم ملی جوانان هندبال زنان صربستان بودند و این کاهش را مربوط به ظرفیت هوازی بالای این بازیکنان می‌داند و اینکه VO2max با میزان تولید پراکسید هیدروژن رابطه مثبت و در نتیجه با مقادیر SOD رابطه منفی دارد.

نشان داده شده است، پراکسیداسیون لیپیدی در پاسخ به فعالیت ورزشی در افراد تمرین کرده (شاداب<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۴) و نیز تمرین نکرده (متین<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۳) افزایش می‌یابد. با این تفاوت که مقادیر آن در کسانی که به‌طور مرتب فعالیت بدنی دارند کمتر از دیگران افزایش می‌یابد. در تائید این موضوع متین و همکاران (۲۰۰۳) پاسخ MDA فوتبالیست‌های جوان را به یک وهله فعالیت ورزشی (آزمون بروس) با دانشجویان غیرفعال که در هیچ فعالیت ورزشی منظمی شرکت نداشتند، مقایسه کرده و شاهد افزایش جزئی مقادیر MDA در فوتبالیست‌ها در مقایسه با گروه کنترل بودند. بلومر<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۵) نیز با انجام فعالیت ورزشی رکابزنی و اسکیت با ۷۳ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی تغییر معنی‌داری در مقادیر MDA گزارش نکردند. در این مطالعه علت عدم اثرگذاری پایین بودن شدت فعالیت ذکر شده است. زیرا در اغلب پژوهش‌هایی که با شدت‌های بالاتر از ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی انجام گرفته است، مقادیر MDA افزایش یافته است. در پژوهش‌های دیگری نیز به تأثیر مدت (پاسیکا<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۳ و راداک<sup>۹</sup> راداک<sup>۱۰</sup> و همکاران ۲۰۰۷) و شدت (لثاف<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۷) فعالیت ورزشی بر مقادیر MDA اشاره شده است. در پژوهش حاضر نیز احتمالاً به علت آمادگی هوازی بالای آزمودنی‌ها و کم بودن شدت فعالیت پاسخ افزایشی MDA معنی‌دار نبود.

تاکنون چندین تحقیق در مورد تأثیر و فواید روغن‌های ثابت و فرار و مواد فعال سیاه‌دانه در کاهش فشار اکسایشی ناشی از انواع بیماری‌ها انجام شده، ولی پژوهشی که خواص ضد اکسایشی سیاه‌دانه را در تعامل با فعالیت ورزشی بررسی کرده باشد، یافت نشده است. در پژوهش حاضر مکمل‌یاری سیاه‌دانه فقط موجب کاهش مقادیر SOD در حالت استراحتی شد و بر سایر شاخص‌های مورد نظر تأثیری نداشت. چنین کاهشی در پژوهش دیگری نیز مشاهده شد. در پژوهش منصور<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۰۲) سطوح SOD در موش‌هایی که به مدت ۵ روز دوزهای متفاوت TQ را دریافت کرده بودند، پایین‌تر از گروه کنترل بود. محقق دلیل احتمالی کاهش SOD و سایر آنزیم‌های ضد اکسایشی را کمبود مواد اولیه مورد نیاز برای فعالیت این آنزیم‌ها، یعنی رادیکال سوپراکسید و سایر رادیکال‌های آزاد گزارش کرد. در واقع خواص ضد رادیکالی TQ در این پژوهش، موجب کاهش فشار اکسایشی شده و در نتیجه به افزایش SOD نیازی نبوده است. در تائید این موضوع در

1. Cesur
2. Saritas
3. Leelarugrayub
4. Pusica
5. Shadab
6. Metin
7. Bloomer
8. Pusica
9. Radak
10. Leaf
11. Mansour

12. Dal-Pizzol
13. Jówko
14. Alenzi
15. Powers
16. Sultan

از دیگر دلایل احتمالی عدم اثرگذاری مکمل یاری ۲۱ روزه پودر سیاه‌دانه بر پاسخ ورزشی در شاخص‌های مورد مطالعه، نوع مکمل مصرفی می‌باشد. ساریچیچک<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) با مقایسه پودر سیاه‌دانه، روغن سیاه‌دانه و TQ، خواص ضد اکسایشی بیشتر روغن آن را به علت وجود سایر مواد آنتی‌اکسیدانی نظیر کارواکرول<sup>۲</sup>، تی-آنتول<sup>۳</sup> و ۴-تریپتول<sup>۴</sup> گزارش کردند، کردند، در حالی که در پژوهش حاضر از پودر دانه کامل سیاه‌دانه استفاده شد. علاوه بر این، دوز مصرفی سیاه‌دانه و طول دوره‌ی مکمل یاری نیز بر نتایج به‌دست آمده مؤثر است. پورقاسم گرگری<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش خود روی خرگوش‌های هایپرلیپیدمیک با تجویز ۷/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت دو ماه شاهد کاهش مقادیر MDA بود، در حالی- که دوز مصرفی در پژوهش حاضر ۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۲۱ روز بود.

تمرینات ورزشی طولانی مدت می‌تواند مقادیر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر SOD و GPX را در عضله افزایش می‌دهد (میازاکی<sup>۶</sup> و همکاران ۲۰۰۱). یکی از مهم‌ترین علل مغایرت نتایج پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌ها شرایط جسمانی آزمودنی‌هاست. در اغلب پژوهش‌ها آزمودنی‌ها به بیماری خاصی مبتلا بوده و تحت فشار اکسایشی بودند و طبیعی است که در این شرایط مکمل یاری مواد ضد اکسایشی می‌تواند تأثیر بیشتری بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون لیپیدی داشته باشد (میازاکی و همکاران ۲۰۰۱). در پژوهش حاضر احتمالاً سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن آزمودنی‌ها در اثر تمرینات منظم سازگاری‌های لازم را پیدا کرده و به خوبی با فشار اکسایشی مقابله کرده است.

### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد در مورد تأثیر مکمل یاری سیاه‌دانه بر پاسخ ورزشی اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها هنوز ابهاماتی وجود دارد. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر اثر مکمل یاری سیاه‌دانه بر پاسخ ورزشی مالون‌دی‌آلدئید و سوپراکسید دیسموتاز متفاوت بود، باید در مورد مقدار مصرف، طول دوره مکمل یاری و نوع مکمل مورد استفاده بر شاخص‌های بررسی شده و سایر شاخص‌های اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی تحقیقات بیشتری انجام شود تا بتوان به نتیجه کلی دست یافت. با این وجود مطالعه حاضر نشان داد مکمل یاری سیاه‌دانه می‌تواند با کاهش مقادیر لاکتات و همچنین افزایش مقادیر سوپراکسید دیسموتاز بعد از فعالیت ورزشی، به بهبود عملکرد فعالیت ورزشی منجر شود. ضمن اینکه در این مطالعه مقادیر مالون‌دی‌آلدئید تغییر معنی‌داری نداشت.

### تقدیر و تشکر

در پایان از تمامی آزمودنی‌های این تحقیق و همچنین همه کسانی که چه در آزمایشگاه و چه در مراحل مختلف پژوهش ما را همراهی و یاری فرمودند تقدیر و تشکر می‌نمایم.

### منابع

- جعفری افشار، ذکری رسول، دهقان غلامرضا و ملکی‌راد علی‌اکبر. (۱۳۹۰). تأثیر مکمل سازی کوتاه مدت عصاره‌ی سیر بر مارکرهای استرس اکسیداتیو و التهاب متعاقب یک جلسه فعالیت هوایی در مردان غیر ورزشکار. مجله علمی پژوهشی سلول و بافت. شماره ۲. صفحات ۲۵-۳۳.
- شریعت‌زاده محمد علی، ملکی‌راد علی اکبر، هویدا ریحانه، راهزنی کبری، آقاچوهری مهرداد و فضلی داوود. (۱۳۸۹). بررسی تأثیر سیاه‌دانه بر گروه‌های تام تیول و پراکسیداسیون لیپیدی سرم. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد. شماره ۴. صفحات ۲۱-۲۶.
- مرادی، زهرا. شمشکی، افسانه و باسامی، مینو. (۱۳۹۱). تأثیر مصرف مکمل زعفران بر تغییرات سطوح آنزیمی سوپراکسیددسموتاز و کاتالاز طی یک جلسه فعالیت شدید بی‌هوایی در زنان جوان. فیزیولوژی ورزشی. شماره ۱۴. صفحات ۱۱۹-۱۳۰.
- Alenzi, F. Q., Alsakran Altamimi, M. A., Kujan, O., Tarakji, B., Tamimi, W., Bagader, O., ... & Alenizi, D. (2013). Antioxidant properties of Nigella sativa. *J Mol Genet Med*, 7(77), 1747-1862.
- Banerjee A, Mandal A, Chanda D, and Chakraborti S. (2003). Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 253: pp. 307-312.
- Berzosa, C., Cebrian, I., Fuentes-Broto, L., Gomez-Trullen, E., Piedrafita, E., Martinez-Ballarín, E., ... & Garcia, J. J. (2011). Acute exercise increases plasma total antioxidant status and antioxidant enzyme activities in untrained men. *BioMed Research International*, 2011.
- Bloomer, R. J., Goldfarb, A. H., Wideman, L., McKenzie, M. J., & Consitt, L. A. (2005). Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 276-285.
- Bloomer, R. J., Canale, R. E., McCarthy, C. G., & Farney, T. M. (2012). Impact of oral ubiquinol on blood oxidative stress and exercise performance. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2012.
- Cesur, G., Atay, E., Ogut, S., Polat, M., & Ongel, K. (2012). Effect of indoor climbing exercise on plasma oxidative stress, hematologic parameters and heart rate responses in sedentary individuals. *Biomed Res-India*, 23(4), 566-70.
- Dal-Pizzol, F., Klamt, F., Benfato, M. S., Bernard, E. A., & Moreira, J. C. F. (2001). Retinol supplementation induces oxidative stress and modulates antioxidant enzyme activities in rat Sertoli cells. *Free radical research*, 34(4), 395-404.
- Fukai, T., Folz, R. J., Landmesser, U., & Harrison, D. G. (2002). Extracellular superoxide dismutase and cardiovascular disease. *Cardiovascular research*, 55(2), 239-249.
- Jówko, E., Długolecka, B., Makaruk, B., & Cieśliński, I. (2015). The effect of green tea extract supplementation on exercise-induced oxidative stress parameters in male sprinters. *European journal of nutrition*, 54(5), 783-791.
- Kruk, I., Michalska, T., Lichszeld, K., Kładna, A., & Aboul-Enein, H. Y. (2000). The effect of thymol and its

1 Saricicek  
3. carvakrol  
4. tanethole  
5. 4-terpineol  
5 Pourghassem-Gargari  
6 Miyazaki

25. Pusica, I., Valdevit, Z., Djordjevic, D., Jakovljevic, V., Todorovic, S., Cubrilo, D., ... & Barudzic, N. (2014). The redox state of young female handball players following acute exercise and a one-month precompetitive training period. *Serbian Journal of Experimental and Clinical Research*, 14(4), 161-168.
26. Radak, Z., Chung, H. Y., Koltai, E., Taylor, A. W., & Goto, S. (2008). Exercise, oxidative stress and hormesis. *Ageing research reviews*, 7(1), 34-42.
27. San-Millán, I., & Brooks, G. A. (2017). Assessment of Metabolic Flexibility by Means of Measuring Blood Lactate, Fat, and Carbohydrate Oxidation Responses to Exercise in Professional Endurance Athletes and Less-Fit Individuals. *Sports Medicine*, 1-13.
28. Saricicek, E., Tarakcioglu, M., Saricicek, V., Gulsen, M. T., Karakok, M., Baltaci, Y., & Taysi, S. (2014). Effect of Nigella sativa on experimental liver fibrosis. *Biomedical Research*, 25(1), 32-38.
29. Saritaş, N., Uyanik, F., & Hamurcu, Z. (2011). Effects of acute twelve minute run test on oxidative stress and antioxidant enzyme activities. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(9), 1218-1222.
30. Shadab, M., Islam, N., Khan, Z., Khan, F., & Mobarak, M. (2014). Oxidative Stress in Sports Persons after a bout of Intense Exercise: A Cross Sectional Study. *Biomedical Research*, 25(3), 387-390.
31. Sheikh, B. Y., & Mohamadin, A. M. (2012). Thymoquinone a potential therapy for cerebral oxidative stress. *Asian Journal of Natural and Applied Sciences*, 1(2), 76-92.
32. Skarpańska-Stejnborn, A., Basta, P., Pilaczyńska-Szcześniak, Ł., & Horoszkiewicz-Hassan, M. (2010). Black grape extract supplementation attenuates blood oxidative stress in response to acute exercise. *Biol Sport*, 27(1), 41-46.
33. Sultan, M. T., Butt, M. S., Karim, R., Zia-Ul-Haq, M., Batool, R., Ahmad, S., ... & De Feo, V. (2014). Nigella sativa fixed and essential oil supplementation modulates hyperglycemia and allied complications in streptozotocin-induced diabetes mellitus. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.
34. Vincent, H. K., Bourguignon, C. M., Vincent, K. R., Weltman, A. L., Bryant, M., & Taylor, A. G. (2006). Antioxidant supplementation lowers exercise-induced oxidative stress in young overweight adults. *Obesity*, 14(12), 2224-2235.
35. Zhao, J., Xu, F., Huang, H., Gu, Z., Wang, L., Tan, W., ... & Li, C. (2013). Evaluation on anti-inflammatory, analgesic, antitumor, and antioxidant potential of total saponins from Nigella glandulifera seeds. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013.
- derivatives on reactions generating reactive oxygen species. *Chemosphere*, 41(7), 1059-1064..
14. Kurkcu, R. (2010). The effects of short-term exercise on the parameters of oxidant and antioxidant system in handball players. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 4(7), 448-452.
15. Leaf, D. A., Kleinman, M. T., Hamilton, M., & Barstow, T. J. (1997). The effect of exercise intensity on lipid peroxidation. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(8), 1036-1039.
16. Leelarugrayub, N., Sutabhaha, T., Pothongsunun, P., & Chanarat, N. (2005). Exhaustive exercise test and oxidative stress response in athletic and sedentary subjects. *CMU J*, 4, 183-90.
17. Mansour, M. A., Nagi, M. N., El-Khatib, A. S., & Al-Bekairi, A. M. (2002). Effects of thymoquinone on antioxidant enzyme activities, lipid peroxidation and DT-diaphorase in different tissues of mice: a possible mechanism of action. *Cell biochemistry and function*, 20(2), 143-151.
18. Metin, G., Gumustas, M. K., Uslu, E., Belce, A., & Kayserilioglu, A. (2003). Effect of regular training on plasma thiols, malondialdehyde and carnitine concentrations in young soccer players. *Chinese Journal of Physiology*, 46(1), 35-39.
19. Miyazaki, H., Oh-ishi, S., Ookawara, T., Kizaki, T., Toshinai, K., Ha, S., ... & Ohno, H. (2001). Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. *European journal of applied physiology*, 84(1-2), 1-6.
20. Morillas-Ruiz, J. M., García, J. V., López, F. J., Vidal-Guevara, M. L., & Zafrilla, P. (2006). Effects of polyphenolic antioxidants on exercise-induced oxidative stress. *Clinical Nutrition*, 25(3), 444-453.
21. Nagi, M. N., Alam, K., Badary, O. A., Al-Shabanah, O. A., Al-Sawaf, H. A., & Al-Bekairi, A. M. (1999). Thymoquinone protects against carbon tetrachloride hepatotoxicity in mice via an antioxidant mechanism. *IUBMB Life*, 47(1), 153-159.
22. Choy, O., Raine, A., Venables, P. H., & Farrington, D. P. (2017). Explaining the gender gap in crime: The role of heart rate. *Criminology*, 55(2), 465-487.
23. Pourghassem-Gargari, B., Ebrahimzadeh-Attary, V., Rafrat, M., & Gorbani, A. (2009). Effect of dietary supplementation with Nigella sativa L. on serum lipid profile, lipid peroxidation and antioxidant defense system in hyperlipidemic rabbits. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(10), 815-821.
24. Powers, S. K., Ji, L. L., & Leeuwenburgh, C. H. R. I. S. T. I. A. A. N. (1999). Exercise training-induced alterations in skeletal muscle antioxidant capacity: a brief review. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(7), 987-997.