



Review Article

Investigation of the Role of Exercise and Garlic Supplementation on Malondialdehyde and Total Antioxidant Capacity: A Systematic Review and Meta-Analysis

Yazgaldi Nazari^{1*} , Araz Nazari²

1. Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran
2. Department of Physical Education, University of Saravan, Saravan, Iran

* **Corresponding author:** Yazgaldi Nazari, Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran. Email: Y.nazari53@gmail.com

DOI: [10.22034/cmja.15.3.170](https://doi.org/10.22034/cmja.15.3.170)

How to Cite this Article:

Nazari Y, Nazari A. Investigation of the Role of Exercise and Garlic Supplementation on Malondialdehyde and Total Antioxidant Capacity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Complement Med J*. 2025;15(3): 170-181
DOI: [10.22034/cmja.15.3.170](https://doi.org/10.22034/cmja.15.3.170)

Received: 17 June 2025

Accepted: 03 August 2025

Keywords:

Exercise
Garlic
Malondialdehyde
Total Antioxidant Capacity

© 2025 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: During exercise, the production of reactive oxygen species (ROS) increases, causing oxidative stress, which results from an imbalance between the production of ROS and the capacity of the body's antioxidant defense system. Garlic supplementation has been a topic of interest to researchers as a potential nutritional strategy for mitigating oxidative stress induced by exercise. Therefore, the present study aimed to investigate the role of exercise and garlic supplementation on malondialdehyde (MDA) and total antioxidant capacity through a systematic review and meta-analysis.

Methods: Articles published in Persian and English up to 2025 were searched in PubMed, ScienceDirect, Scopus, the Scientific Information Database (SID), and Magiran databases and entered into the meta-analysis. Fixed and random effects models were used to meta-analyze the average effect size (difference in mean with 95% confidence interval) in the research on MDA and total antioxidant capacity (TAC) using Comprehensive Meta-Analysis (Version 2) software.

Results: A total of 10 studies that examined the role of exercise and garlic supplementation on oxidative stress index and TAC were meta-analyzed. The results of the meta-analysis indicated that garlic supplementation and exercise did not have a significant effect on MDA levels ($ES=-0.50$, 95% $CI=-1.10$ to 0.08 , $p=0.09$) and TAC ($ES=-0.50$, 95% $CI=-1.03$ to 0.02 , $p=0.06$).

Conclusion: The results of the present meta-analysis demonstrated that the combination of regular exercise and garlic supplementation, despite the observed trends towards improving antioxidant status, did not have a statistically significant effect on MDA levels and TAC in the reviewed studies.

INTRODUCTION

Oxidative stress is a condition resulting from an imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the capacity of the body's antioxidant defense system to neutralize them. Exercise, especially high-intensity, can temporarily increase ROS production in skeletal muscle and other tissues (through sources such as mitochondrial respiration, xanthine oxidase activity, and phagocyte activity), leading to transient oxidative stress. This increase in ROS can contribute to exercise-induced muscle damage and fatigue. However, there is strong evidence that regular exercise training and the resulting adaptations lead to improvements and strengthening of the body's endogenous antioxidant defense system. Meanwhile, garlic is recognized as one of the oldest medicinal plants, with a long history in traditional medicine and numerous health-promoting properties, including cardiovascular, anticancer, and immune system-modulating benefits. The potential interaction between regular exercise (as a chronic modulator of the antioxidant system) and garlic supplementation (as an exogenous antioxidant agent) on the body's oxidant/antioxidant status is not fully understood and requires further investigation. Most studies have either examined the effect of garlic alone or the acute effect of exercise combined with short-term supplementation; however, the combined effect of regular exercise training and long-term garlic supplementation has received less attention. Despite this biochemical basis and preliminary evidence, findings from randomized clinical trials (RCTs) on the effect of garlic supplementation on oxidative stress markers, particularly MDA and TAC, have been inconsistent. Therefore, considering the clinical importance of oxidative stress, the dual role of exercise, the antioxidant potential of garlic, and the inconsistencies in initial studies, the present study aimed to conduct a systematic review and meta-analysis of existing RCTs to determine the combined effect of regular exercise and garlic supplementation on malondialdehyde (MDA) levels and total antioxidant capacity (TAC).

METHODS

The present study is a systematic review and meta-analysis based on the Cochrane and PRISMA comprehensive guidelines. To extract articles, an advanced search was conducted in the PubMed, ScienceDirect, the Scientific Information Database (SID), Magiran, and Scopus databases, without a time limit until April 15, 2025, using the

following keywords:

"Garlic," "Oxidative Stress," "Malondialdehyde," "Antioxidant Capacity," and "Exercise"

Statistical analysis of data was performed using Comprehensive Meta-Analysis (Version 2) software. In the present study, mean, standard deviation, and sample size were employed for statistical analysis. The I-square index was also used to determine the heterogeneity of the studies. The I^2 value is considered to be low heterogeneity (less than 25%), moderate heterogeneity (less than or equal to 50%), and high heterogeneity (more than 75%) based on the Cochrane test interpretation guidelines. In the present meta-analysis, the necessary criterion for heterogeneity was $I^2 > 50\%$ and $p < 0.05$; the mean difference and 95% confidence interval were also considered. Additionally, to quantitatively assess publication bias, funnel plots of effect size versus standard error were created, and funnel plot asymmetry was evaluated using the Egger test. The trim and fill method was also applied to eliminate publication bias.

RESULTS

In the initial search of articles identified in scientific databases, 1107 articles were extracted. Then, 589 articles were excluded after reviewing the title and abstract. After reviewing the full text of the articles, 91 articles were excluded due to a lack of experimental design, inadequate analysis, or the use of medication. A total of 10 studies that examined the role of exercise and garlic supplementation on oxidative stress index and TAC were meta-analyzed. The results of the meta-analysis demonstrated that garlic supplementation and exercise did not have a significant effect on MDA levels ($ES = -0.50$, 95% $CI = -1.10$ to 0.08 , $p = 0.09$) and TAC ($ES = -0.50$, 95% $CI = -1.03$ to 0.02 , $p = 0.06$).

CONCLUSION

The results of the present meta-analysis showed that the combination of regular exercise and garlic supplementation, despite the observed trends towards improving antioxidant status, did not have a statistically significant effect on MDA levels and TAC in the reviewed studies. This finding could be influenced by some factors, such as significant heterogeneity between studies in terms of garlic type and dose, exercise protocols, and study populations, the possible effect of improved antioxidant systems by exercise alone, and the relatively limited number of specific studies in this area. However, the results of some individual studies examining specific antioxidant enzymes are promising and indicate the need for further research with a more rigorous design, standardization of interventions (especially the type and dose of garlic product), and focus on more diverse markers to reach more definitive conclusions.

Ethical Considerations*Compliance with ethical guidelines*

In this systematic review and meta-analysis, all ethical principles were observed, and no primary data were collected. Therefore, ethical approval and informed consent were not required.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contributions

The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article.

All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

Acknowledgments

Not applicable.



بررسی نقش فعالیت ورزشی و مکمل یاری سیر بر مالون دی آلدهید و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام: مطالعه مروری نظام مند و فراتحلیل

یازگلدی نظری^{۱*}، عراز نظری^۲

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

۲. استادیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه سراوان، سراوان، ایران

* نویسنده مسئول: یازگلدی نظری، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران. ایمیل: y.nazari53@gmail.com

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۲

مقدمه: هنگام فعالیت ورزشی تولید گونه های واکنش پذیر اکسیژن افزایش می یابد و سبب ایجاد استرس اکسیداتیو می شود که ناشی از عدم تعادل بین تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) و ظرفیت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن است. مکمل یاری سیر به عنوان راهکار تغذیه ای برای تعدیل استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی مورد توجه محققان قرار گرفته است. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر بررسی نقش فعالیت ورزشی و مکمل یاری سیر بر مالون دی آلدهید و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام به صورت مطالعه مروری نظام مند و فراتحلیل است.

واژگان کلیدی:

فعالیت ورزشی

سیر

مالون دی آلدهید

ظرفیت آنتی اکسیدانی تام

روش ها: مقالات منتشر شده به زبان فارسی و انگلیسی تا سال ۲۰۲۵ از پایگاه های اطلاعاتی Science Direct، PubMed، SID، Scopus و Magiran جست و جو و وارد فراتحلیل شدند. مدل های اثرات ثابت و تصادفی برای فراتحلیل اندازه اثر متوسط (تفاوت در میانگین با فاصله اطمینان ۹۵٪) در پژوهش مربوط به مالون دی آلدهید (Malondialdehyde/MDA) و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (Total Antioxidant Capacity/TAC) با نرم افزار CMA2 انجام شد.

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

یافته ها: در مجموع، ۱۰ مطالعه که به بررسی نقش فعالیت ورزشی و مکمل یاری سیر بر شاخص اکسایشی و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام پرداخته بودند فراتحلیل شدند. نتایج فراتحلیل نشان داد مکمل یاری سیر و فعالیت ورزشی تأثیر معنی داری در سطوح MDA ($ES=-0.50$ ، $95\%CI=-1.10$ تا 0.08 ، $p=0.09$) و TAC ($ES=0.50$ ، $95\%CI=0.03$ تا 0.97 ، $p=0.002$) دارند. همچنین، $p=0.06$ ایجاد نمی کند.

نتیجه گیری: در مجموع، نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد ترکیب فعالیت ورزشی منظم و مکمل یاری سیر، باوجود روندهای مشاهده شده در جهت بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی، تأثیر آماری معنی داری بر سطوح مالون دی آلدهید و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام در مطالعات بررسی شده ندارد.

در عصاره سیر کهنه (AGE)، دی آلیل سولفید (DAS)، دی آلیل دی سولفید (DADS)، آجوتن، و همچنین، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی مانند آلیکسین (۱۲). این ترکیبات فعال زیستی اثرات آنتی اکسیدانی خود را از طریق مکانیسم‌های مختلفی اعمال می‌کنند؛ مکانیسم‌هایی مانند (الف) حذف مستقیم رادیکال‌های آزاد، (ب) افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی درون‌زاد (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوکاتایون پراکسیداز)، (ج) افزایش سطح گلوکاتایون سلولی (GSH)، (د) مهار پراکسیداسیون لیپیدی، (ه) مهار اکسیداسیون LDL، و (و) تعدیل مسیرهای سیگنالینگ مرتبط با پاسخ آنتی اکسیدانی (۱۳). SAC و SAMC به‌عنوان ترکیبات اصلی محلول در آب در عصاره سیر کهنه (AGE)، به دلیل فراهمی زیستی بالا و پایداری، نقش مهمی در این خواص دارند (۹).

باوجود این مبانی بیوشیمیایی و شواهد اولیه، یافته‌های کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده (RCTs) درباره تأثیر مکمل‌یاری سیر بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو، به‌ویژه MDA و TAC، متناقض بوده است. برخی مطالعات افزایش معنادار TAC و کاهش MDA را پس از مصرف سیر در گروه‌های مختلفی مانند زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان (۱۴)، بیماران مبتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی (۱۵)، یا بیماری کبد چرب غیرالکلی (۱۶) گزارش کرده‌اند، درحالی‌که مطالعات دیگر اثرات قابل توجهی را در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ (۱۷) یا بازیکنان فوتبال (۱۸) یا بزرگسالان چاق (۱۹) مشاهده نکرده‌اند. این تناقضات ممکن است ناشی از تفاوت در دوز مصرفی (مثلاً از ۸۰ تا ۴۰۰۰ میلی گرم در روز در مطالعات بررسی‌شده)، نوع فرآورده سیر (مثلاً سیر خام، پودر سیر، عصاره سیر کهنه (AGE)، آلیسین، جمعیت مورد مطالعه (سالم، ورزشکار، بیماران مختلف با وضعیت‌های متفاوت پایه استرس اکسیداتیو)، طول دوره مداخله (از ۲ تا ۲۴ هفته) و همچنین، تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری باشد (۱۳). علاوه بر این، تعامل بالقوه میان فعالیت ورزشی منظم (به‌عنوان یک عامل تعدیل‌کننده مزمن سیستم آنتی اکسیدانی) و مکمل‌یاری سیر (به‌عنوان یک عامل آنتی اکسیدان بیرونی) بر وضعیت اکسیدان/آنتی اکسیدان بدن به‌طور کامل شناخته نشده است و نیاز به بررسی دقیق‌تر دارد. بیشتر مطالعات یا به‌تنهایی اثر سیر را بررسی کرده‌اند یا اثر حاد ورزش را همراه با مکمل‌سنجی کوتاه‌مدت، اما اثر ترکیبی تمرین ورزشی منظم و مکمل‌یاری طولانی‌مدت سیر کمتر بررسی شده است.

با توجه به اهمیت بالینی استرس اکسیداتیو، نقش دوگانه فعالیت ورزشی (حاد و مزمن)، پتانسیل آنتی اکسیدانی سیر، تناقضات موجود در مطالعات اولیه، محدودیت‌های مرورهای پیشین، و به‌ویژه شکاف تحقیقاتی در زمینه بررسی اثر ترکیبی فعالیت ورزشی منظم و مکمل‌یاری سیر، لازم است یک مطالعه مروری نظام‌مند و فراتحلیل جامع و به‌روز انجام شود. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، بررسی نظام‌مند و ارزیابی کمی (فراتحلیل) کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده موجود به‌منظور تعیین تأثیر توأم فعالیت ورزشی منظم و مکمل‌یاری سیر بر سطوح مالون دی‌آلدهید (MDA) و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) در انسان است.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعات مرور نظام‌مند و فراتحلیل است که براساس راهنمای جامع کاکرین (Cochrane) و پریزما (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) نوشته شده است. در مطالعات مرور نظام‌مند و فراتحلیل، پژوهش‌های انجام‌شده درباره یک موضوع خاص را به‌صورت مختصر و مفید ارائه می‌دهند و می‌توانند درک درستی از پیشینه یک موضوع را با بررسی مطالعات

استرس اکسیداتیو، وضعیتی ناشی از عدم تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و ظرفیت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن برای خنثی‌سازی آنها است (۱). این پدیده نقش محوری در پاتوفیزیولوژی طیف گسترده‌ای از بیماری‌های مزمن و شرایط مرتبط با افزایش سن، از جمله بیماری‌های قلبی - عروقی، بیماری‌های التهابی مفاصل، اختلالات نورودژنراتیو مانند آلزایمر و پارکینسون، سرطان و همچنین، فرایند پیری، دارد (۲،۳). گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن (RNS) که از منابع درون‌زاد (میتوکندری، فاگوسیت‌ها، پراکسی‌زوم‌ها) و برون‌زاد (آلودگی هوا، دود سیگار، تابش اشعه فرابنفش، استرس مزمن، فعالیت ورزشی شدید، و عفونت‌ها) نشئت می‌گیرند، می‌توانند به مولکول‌های زیستی حیاتی مانند DNA، پروتئین‌ها، و لیپیدها آسیب برسانند و عملکرد سلولی را مختل کنند (۴،۵). مالون دی‌آلدهید (MDA)، به‌عنوان یکی از محصولات نهایی پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از ROS، یک شاخص متداول برای ارزیابی آسیب اکسیداتیو به لیپیدها محسوب می‌شود و در نمونه‌های مختلف بیولوژیکی مانند خون، ادرار، و بزاق اندازه‌گیری می‌شود (۶). ازسوی دیگر، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) به‌عنوان معیاری کلی از توانایی سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی بدن، شامل سیستم‌های آنزیمی (مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، و گلوکاتایون پراکسیداز) و غیر آنزیمی (مانند گلوکاتایون (GSH))، در مقابله با رادیکال‌های آزاد در نظر گرفته می‌شود (۷). بنابراین، شناسایی راهکارهایی برای کاهش رادیکال‌های آزاد و تقویت دفاع آنتی اکسیدانی برای پیشگیری از بیماری‌های مرتبط اهمیت بسزایی دارد.

فعالیت ورزشی، به‌ویژه تمرینات با شدت بالا یا ناآشنا، می‌تواند به‌طور موقت تولید ROS را در عضلات اسکلتی و سایر بافت‌ها (از طریق منابعی همچون تنفس میتوکندریایی، فعالیت گزانتین اکسیداز، و فعالیت فاگوسیت‌ها) افزایش دهد و منجر به استرس اکسیداتیو گذرا شود (۸). افزایش ROS می‌تواند آسیب عضلانی ناشی از ورزش و خستگی را تشدید کند. بااین‌حال، شواهد محکمی وجود دارد که نشان می‌دهد تمرینات ورزشی منظم و سازگاری ناشی از آن، باعث بهبود و تقویت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی درون‌زاد بدن می‌شود. این پاسخ تطبیقی شامل افزایش بیان و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کلیدی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، و گلوکاتایون پراکسیداز است. باوجود این سازگاری‌های مثبت، علاقه فزاینده‌ای به راهکارهای تغذیه‌ای و مکمل‌یاری برای تعدیل استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش، بهبود عملکرد ورزشی، و تسریع ریکاوری وجود دارد (۹).

در این میان، سیر (*Allium sativum*) از خانواده Alliaceae، به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی با سابقه طولانی در طب سنتی و با خواص سلامت‌بخش متعدد، از جمله اثرات قلبی - عروقی، ضدسرطانی و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی، شناخته شده است (۱۰). شواهد بسیاری نشان می‌دهد سیر و فرآورده‌های آن می‌توانند در پیشگیری و کمک به درمان بیماری‌های مختلف از جمله بیماری‌های قلبی - عروقی، چاقی، دیابت، و سرطان مفید باشند (۱۱، ۱۰). این اثرها عمدتاً به ترکیبات آنتی اکسیدانی قوی موجود در سیر نسبت داده می‌شود؛ به‌ویژه ترکیبات ارگانوسولفور مانند آلیسین (موجود در سیر تازه و ناپایدار)، S-آلیل سیستئین (SAC)، و S-آلیل مرکاپتوسیستئین (SAMC) (ترکیبات اصلی پایدار و محلول در آب

داشتن داده‌های میانگین و انحراف استاندارد برای متغیرهای مذکور در پیش‌آزمون و پس‌آزمون؛ ۷- انتشار مقالات به صورت متن کامل به زبان فارسی یا انگلیسی در نشریات معتبر و بالابودن کیفیت مقالات (امتیاز PEDRO بیش از ۴). معیارهای خروج مقالات از تحقیق حاضر نیز شامل موارد زیر بودند: ۱- مطالعات انجام شده بدون گروه کنترل؛ ۲- مطالعات مورد شاهدی؛ ۳- مطالعات هم‌گروهی؛ ۴- مقالات ارائه شده در همایش‌ها و پایان‌نامه‌ها؛ ۵- مطالعات مروری و مطالعات فراتحلیل؛ و ۶- استفاده از مکمل‌های تغذیه‌ای به جز سیر.

استخراج داده‌ها

مطالعه حاضر در چند مرحله به تعیین دقیق مسئله مورد مطالعه، جمع‌آوری، تحلیل و تفسیر یافته‌ها براساس سیستم گزارش‌دهی مطالعات مروری سیستماتیک و متاآنالیز پرداخت. استخراج داده‌های تحقیقات توسط دو پژوهشگر به صورت مستقل انجام شد و اطلاعات در برگه‌های ویژه به صورت جداگانه ثبت شد. برگه‌های مذکور حاوی بخش‌های مختلفی از قبیل مشخصات مقاله، نویسنده اول، نوع پژوهش، ویژگی‌های آزمودنی‌ها، ویژگی‌های تمرین ورزشی، و متغیرهای مختلف بررسی شده در پژوهش بودند. در صورت نبود داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل، از طریق ایمیل و مکاتبه با نویسنده مسئول مقاله داده‌های مورد نیاز مقاله دریافت شد. در صورت پاسخ‌ندادن نویسنده مسئول مقاله، استخراج داده‌ها از نمودار مقالات با نرم‌افزار Get Data یا تخمین انحراف استاندارد (SD) از خطای استاندارد میانگین (SEM) انجام شد. تمامی مقالات شناسایی شده توسط دو محقق به صورت مستقل بررسی شدند و در صورت توافق نداشتن، موضوع بین دو داور به بحث گذاشته شد و نظر نهایی اعمال شد. اطلاعات مربوط به آزمودنی‌ها و پروتکل ورزشی در جدول شماره ۱ آمده است.

انجام شده فراهم آوردند. مطالعه حاضر به منظور بررسی نقش فعالیت ورزشی و مکمل‌یاری سیر بر مالون دی‌آلدهید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام به صورت مروری نظام‌مند و فراتحلیل انجام شد.

منابع داده‌ها و روش جست‌وجو

برای استخراج مقالات، جست‌وجوی پیشرفته در پایگاه‌های داده Science Direct, Pubmed, و Scopus بدون محدودیت زمانی تا ۱۵ آوریل سال ۲۰۲۵، شامل مطالعات انجام شده به زبان انگلیسی با چند واژه کلیدی انجام شد: "Garlic"، "Oxidative Stress"، "Malondialdehyde"، "Antioxidant Capacity"، و "Exercise". همچنین، معادل فارسی همین عناوین «سیر»، «استرس اکسایشی»، «مالون دی‌آلدهید»، «ظرفیت آنتی‌اکسیدانی»، و «ورزش» تا ۲۶ فروردین ۱۴۰۴ در پایگاه‌های اطلاعاتی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی و مگ ایران را جست‌وجو کردیم. برخی مقالات استنادکننده به آنها نیز به روش دستی در گوگل اسکولار بررسی شد. شایان ذکر است جست‌وجوی پایگاه‌های اطلاعاتی به صورت مستقل توسط دو محقق انجام شد.

شاخص‌های ورود و خروج

برای انجام پژوهش فراتحلیل حاضر، مقالات با مشخصات زیر وارد مطالعه شدند: ۱- مطالعات کارآزمایی کنترل‌شده تصادفی و غیرتصادفی منتشرشده؛ ۲- مطالعات انجام شده روی آزمودنی‌های انسانی و حیوانی؛ ۳- مطالعات بررسی‌کننده نقش فعالیت ورزشی در برابر گروه کنترل؛ ۴- مطالعات اندازه‌گیری‌کننده ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و مالون دی‌آلدهید؛ ۵- استفاده از مکمل سیر؛ ۶-

جدول ۱. ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل ورزشی

مطالعه-سال	نوع مطالعه-کشور	نمونه (جنسیت)	ویژگی آزمودنی‌ها	متغیرها	سن	مدت مصرف مکمل	تمرین	شدت تمرین (درصد)
جهانگرد و همکاران ۲۰۱۳	Iran-RCT	مرد ۳۰	ورزشکار فوتبالیست	TAC MDA	۲۰/۸ سال	۲ هفته	هوازی (آزمون شاتل ران)	۸/۵ کیلومتر/ساعت
صادقی و همکاران ۲۰۱۸	Iran-RCT	مرد ۲۰	سالم	TAC MDA	۲۰/۳ سال	۴ هفته	هوازی (فعالیت برون‌نگرا)	۸۰٪ اکسیژن مصرفی
جامدی و همکاران ۲۰۲۳	Iran-RCT	۴۰ رت ماده	سالم	MDA	۸ هفته	۸ هفته	هوازی	۵۰ تا ۶۰٪ حداکثر سرعت
اسماعیل زاده و همکاران ۲۰۲۱	Iran-RCT	زن ۲۰	سالم	MDA	۲۰/۱ سال	۲ هفته	هوازی (رژه نظامی)	گزارش نشده
غلامی و همکاران ۲۰۲۰	Iran-RCT	مرد ۱۰	سالم غیرفعال	TAC MDA	۲۲/۹ سال	یک نوبت	هوازی	۷۵ تا ۸۰٪ حداکثر ضربان قلب
تسانو و همکاران ۲۰۲۳	RCT-تایوان	مرد ۱۱	سالم	TAC MDA	۲۲ سال	۴ هفته	هوازی (دوچرخه سواری)	۵۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی
خدابخشی و همکاران ۲۰۱۹	Iran-RCT	مرد ۴۶	غیرورزشکار	TAC MDA	۱۱ تا ۲۵ سال	۸ هفته	تمرین ترکیبی (استقامتی و مقاومتی)	۶۰ تا ۸۰٪ حداکثر ضربان ۴۰ تا ۸۵٪ یک تکرار بیشینه
حسین زاده ۲۰۲۳	Iran-RCT	۴۰ موش نر	پارکینسون	MDA	۱۸/۲ ماه	۸ هفته	هوازی	۱۰ تا ۲۴ متر/دقیقه
ژانگ و همکاران ۲۰۰۰	RCT-انگلستان	مرد ۲۷	ورزشکار	TAC	۲۸/۸ سال	۱۶ هفته	هوازی	گزارش نشده
غیائی و همکاران ۲۰۱۹	Iran-RCT	۲۸ رت نر	سالم	TAC MDA	گزارش نشده	۶ هفته	هوازی	دویدن اختیاری بر روی نوارگردان

روش آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار متاآنالیز جامع (Comprehensive Meta-Analysis/CMA) نسخه ۲ انجام شد. در

این مطالعه برای تجزیه و تحلیل آماری از میانگین، انحراف استاندارد، و حجم نمونه استفاده کردیم. همچنین، برای تعیین عدم تجانس (ناهمگونی) مطالعات از شاخص I-square استفاده شد که مقدار I^۲ براساس دستورالعمل

تشابه ویژگی‌های پیش‌آزمون، ۵- ارزیابی یک‌سوکور برای متغیرهای اصلی، ۶- خروج کمتر از ۱۵٪ شرکت‌کنندگان از پژوهش، ۷- تحلیل تمایل به درمان، ۸- مقایسه‌های آماری بین‌گروهی برای متغیر اصلی پژوهش، و ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف‌معیار و میزان معناداری (p value) بررسی شد. تمامی سؤالات سیاهه ذکرشده، دوگزینه‌ای (بله: ۱، و خیر: ۰) بودند. امتیاز نیز حداقل ۰ و حداکثر ۹ بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش بود (جدول شماره ۲). شایان ذکر است که اعتبار و پایایی این مقیاس در مطالعات گذشته به اثبات رسیده است (۲۰).

در جست‌وجوی اولیه مقالات شناسایی شده در پایگاه‌های علمی تعداد ۱۱۰۷ مقاله استخراج شد. سپس، ۵۸۹ مقاله بعد از مرور عنوان و چکیده حذف شدند. پس از بررسی متن کامل مقالات نیز تعداد ۹۱ مقاله به‌دلیل نداشتن طرح آزمایشی، عدم تحلیل مناسب، استفاده از دارو، و ... حذف شدند و درنهایت ۱۰ مقاله که معیارهای مناسب برای ورود به تحقیق را داشتند در پژوهش حاضر قرار گرفتند (شکل ۱).

آزمون کوکران تفسیر ناهمگونی شامل ناهمگونی پایین (کم) = کمتر از ۲۵٪، ناهمگونی متوسط کمتر یا مساوی ۵۰٪، و ناهمگونی بالا بیشتر از ۷۵٪ در نظر گرفته می‌شود. در فراتحلیل حاضر ملاک لازم برای ناهمگونی $P < 0.05$ و $I^2 > 50\%$ در نظر گرفته شد و تفاوت میانگین و فاصله اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شد. همچنین، برای ارزیابی کمی سوگیری انتشار، فونل پلات‌های مربوط به اندازه اثر در برابر خطای استاندارد رسم شد و با آزمون Egger عدم تقارن فونل پلات ارزیابی شد. علاوه‌براین، از روش چینش و تکمیل برای حذف سوگیری انتشار استفاده کردیم.

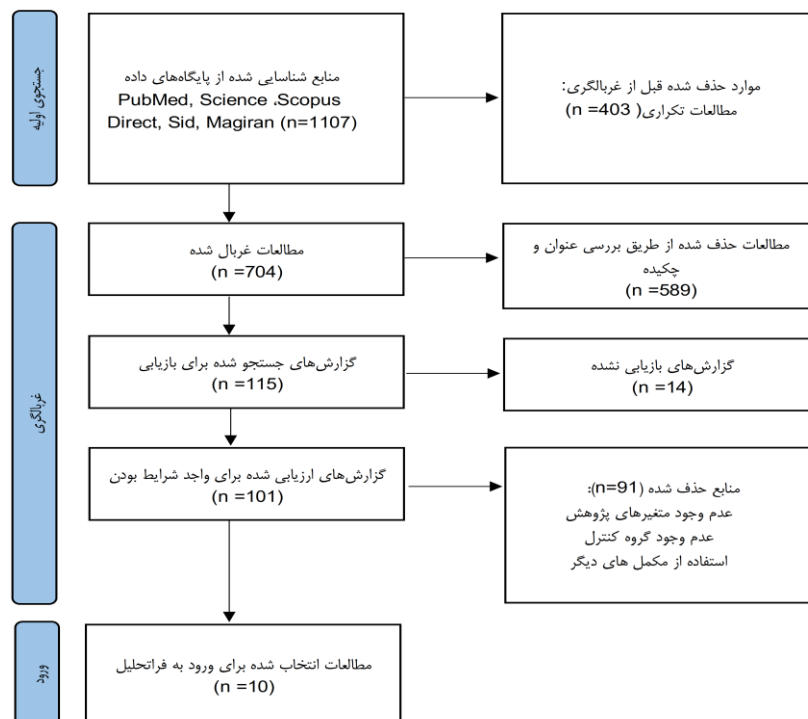
یافته‌ها

بررسی کیفیت مطالعات

در تحقیق حاضر، کیفیت مطالعات با استفاده از سیاهه ۹ سؤال PEDro (شامل: ۱- جمع‌آوری داده‌ها براساس شاخص منتخب، ۲- تقسیم شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی در گروه‌های مختلف، ۳- تقسیم نامشخص آزمودنی‌ها توسط فرد غیرمرتبط به پژوهش، ۴-

جدول ۲. بررسی کیفیت مقالات براساس امتیاز PEDro

مطالعه - سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	امتیاز
جهانگرد و همکاران (۲۰۱۳) (۱۸)	✓	×	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۶
صادقی و همکاران (۲۰۱۸) (۲۱)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
جمادی و همکاران (۲۰۲۳) (۲۲)	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	۶
اسماعیل زاده و همکاران (۲۰۲۱) (۲۳)	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	×	۶
غلامی و همکاران (۲۰۲۰) (۲۴)	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	۷
تسانو و همکاران (۲۰۲۳) (۲۵)	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	۶
خوبخواهی و همکاران (۲۰۱۹) (۲۶)	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	۶
حسین زاده (۲۰۲۳) (۲۷)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
ژانگ و همکاران (۲۰۰۰) (۲۸)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۸
غیائی و همکاران (۲۰۱۹) (۲۹)	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	۶



شکل ۱. فلوچارت انتخاب مقالات

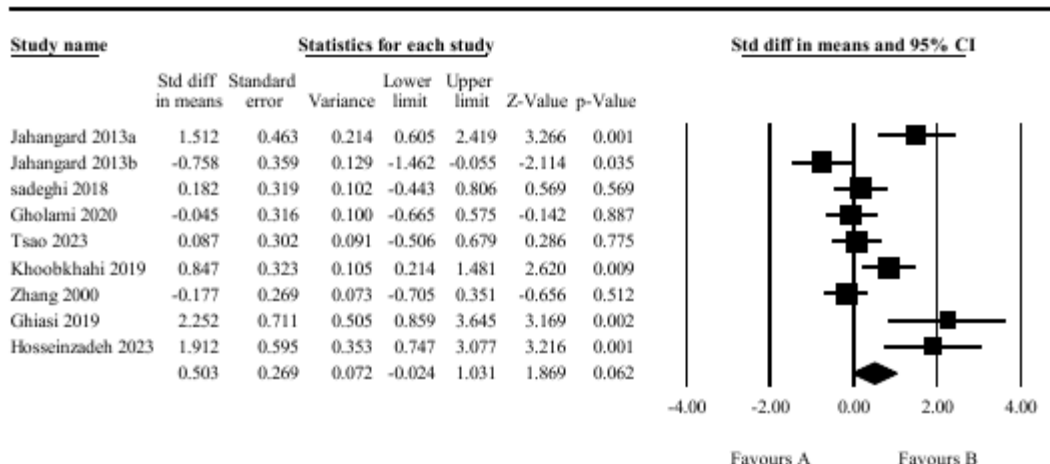
آنتی‌اکسیدانی تام تعداد ۹ پژوهش به نرم‌افزار CMA وارد و تحلیل شد. میزان I^2 بیشتر از ۵۰٪ بود ($I^2=79/05$). بنابراین، از مدل اندازه اثر تصادفی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام

در بررسی تأثیر فعالیت ورزشی و مکمل‌یاری سیر بر ظرفیت

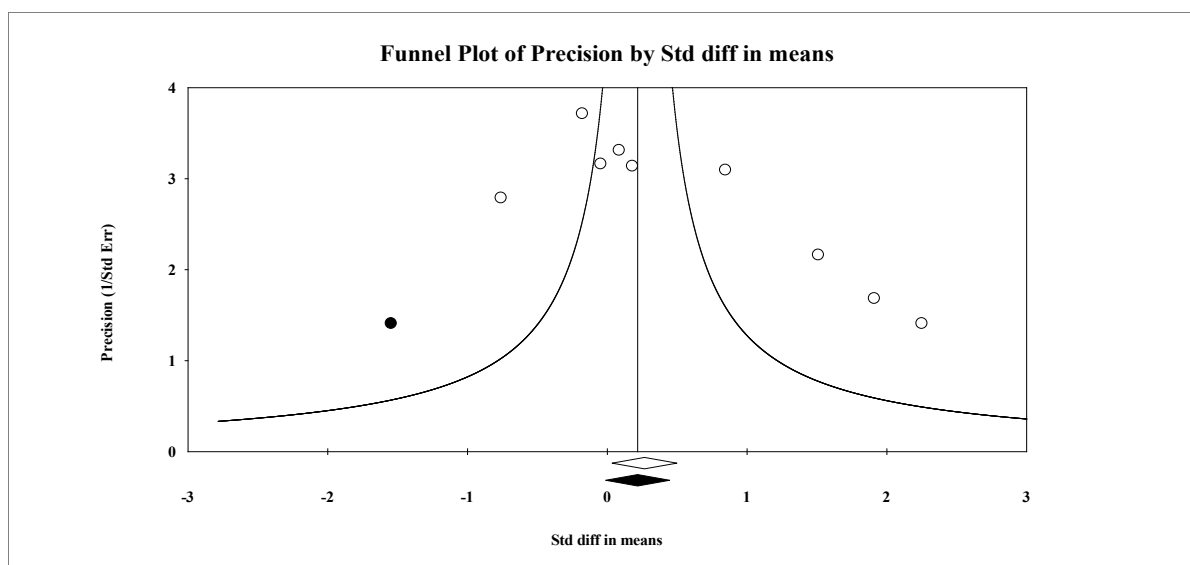
نرم افزار به سمت چپ نمودار کیفی (نمودار ۲) اضافه شد و اندازه اثر اصلاح شده از ۰/۵۰ (نمودار ۱) به ۰/۳۶ (با فاصله اطمینان ۹۵٪ بین ۰/۱۶ - و ۰/۹۰) رسید. همچنین، بررسی مطالعات به صورت منفرد نشان داد نتایج ۶ مورد از پژوهش ها معنی دار نیست ($P > 0.05$).

برای تحلیل داده ها استفاده شد ($P = 0.001$). نتایج نشان دهنده عدم تغییر معنی دار ظرفیت آنتی اکسیدانی تام است ($ES = 0.50$ ، $ES = 0.3$ تا 0.2 ، $95\% CI = -0.06$ ، $P = 0.06$) (نمودار ۱). باین حال، در بررسی سوگیری انتشار، عدم تقارن مشاهده شد ($P = 0.01$) Egger's regression $P = 0.01$ (value=). پس از استفاده از روش چینش و تکمیل، یک پژوهش توسط



Meta Analysis

نمودار ۱. نمودار انباشت (forest plot). تأثیر فعالیت ورزشی و مکمل یاری سیر بر ظرفیت آنتی اکسیدانی تام

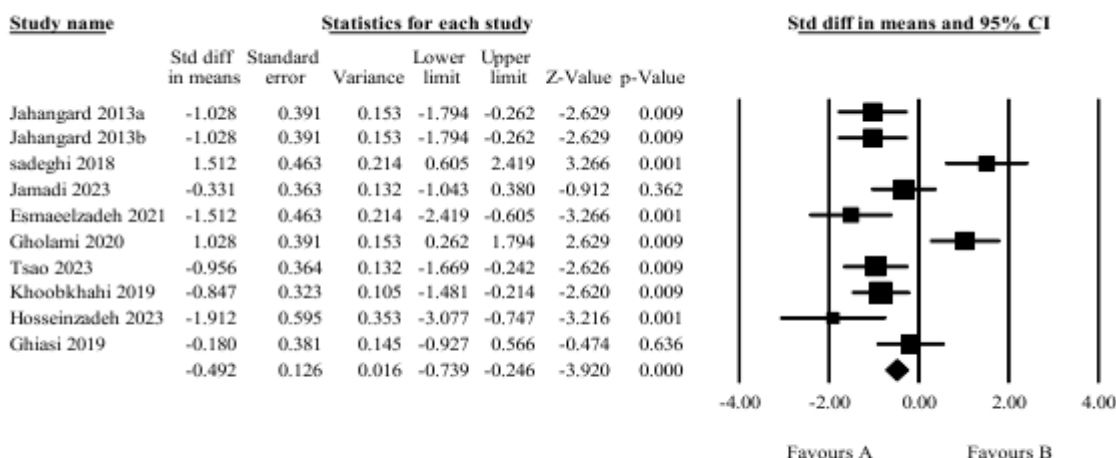


نمودار ۲. نمودار کیفی (funnel plot). تأثیر فعالیت ورزشی و مکمل یاری سیر بر ظرفیت آنتی اکسیدانی تام

انتشار، عدم تقارن مشاهده شد ($Egger's regression P value = 0.85$). پس از استفاده از روش چینش و تکمیل، یک پژوهش با نرم افزار به سمت راست نمودار کیفی (نمودار ۴) اضافه کردیم و اندازه اثر اصلاح شده از ۰/۵۰ (نمودار ۳) به ۰/۳۸ - (با فاصله اطمینان ۹۵٪ بین ۰/۲۱ و ۰/۹۷) رسید. همچنین، بررسی مطالعات به صورت منفرد نشان داد نتایج ۲ مورد از پژوهش ها معنی دار نیست ($P > 0.05$).

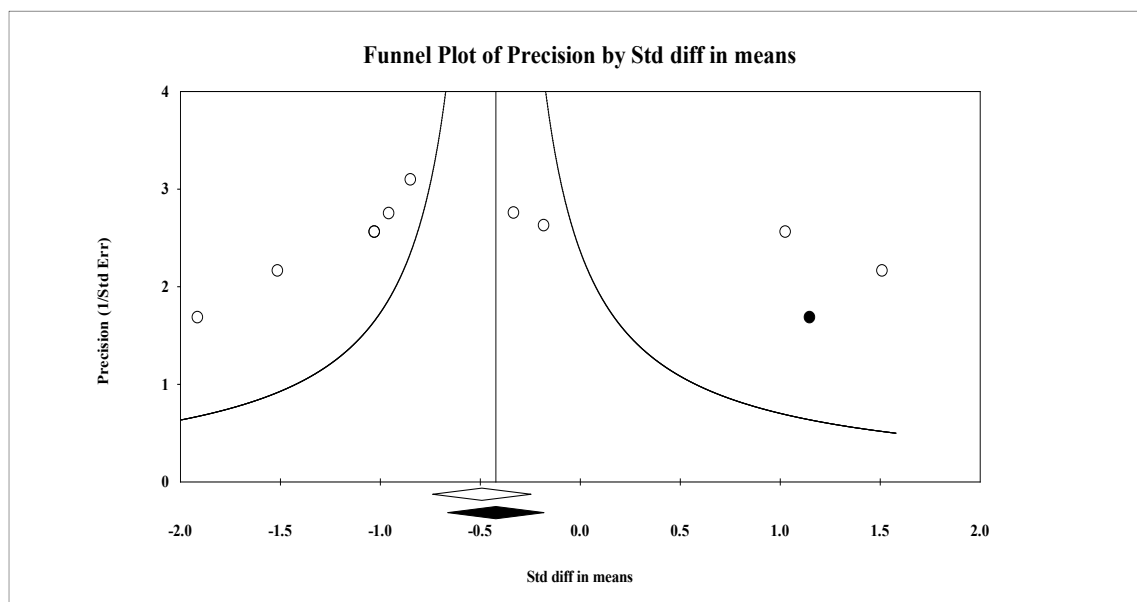
مالون دی آلهید

در بررسی تأثیر فعالیت ورزشی و مکمل یاری سیر بر مالون دی آلهید، ۱۰ پژوهش به نرم افزار CMA وارد و تحلیل شد. میزان I^2 به دست آمده بیشتر از ۵۰٪ بود ($I^2 = 82.64$). بنابراین، از مدل اندازه اثر تصادفی برای تحلیل داده ها استفاده شد ($P = 0.001$). نتایج نشان دهنده عدم تغییر مالون دی آلهید است ($ES = 0.50$ ، $ES = -0.10$ تا 0.8 ، $95\% CI = 0.09$ ، $p = 0.03$). باین حال، در بررسی سوگیری



Meta Analysis

نمودار ۳. نمودار انباشت (forest plot). تأثیر فعالیت ورزشی و مکمل‌یاری سیر بر مالون دی‌آلدهید



نمودار ۴. نمودار کیفی (funnel plot). تأثیر فعالیت ورزشی و مکمل‌یاری سیر بر مالون دی‌آلدهید

بحث

شرکت‌کننده نشان دادند مکمل‌یاری سیر به‌طور معنی‌داری باعث افزایش TAC و کاهش سطوح MDA در مقایسه با گروه کنترل می‌شود (۹). همچنین، عسکری و همکاران نیز افزایش TAC و کاهش MDA را در پی مصرف سیر گزارش کردند (۱۳). این اثرات مثبت به طیف وسیعی از ترکیبات ارگانوسولفور فعال بیولوژیکی موجود در سیر، از جمله آلیسین، S-آلیل سیستئین، S-آلیل مرکاپتوسیستئین، و همچنین، دی‌آلیل سولفیدها نسبت داده شده است (۱۰). این ترکیبات از طریق مکانیسم‌هایی همچون حذف مستقیم گونه‌های فعال اکسیژن، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی درون‌زاد (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، GPx)، افزایش سطوح گلوتاتیون (GSH)، مهار پراکسیداسیون لیپیدی، و تنظیم مسیر Nrf2-ARE عمل می‌کنند (۹-۱۱).

تفاوت اساسی مطالعه حاضر با پژوهش‌های مذکور، تمرکز بر اثر ترکیبی و توأم فعالیت ورزشی منظم و مکمل‌یاری سیر است. درحالی‌که فعالیت ورزشی حاد و شدید می‌تواند تولید ROS را موقتاً افزایش دهد، فعالیت ورزشی منظم باعث سازگاری‌های فیزیولوژیک مثبتی از جمله تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی درون‌زاد می‌شود (۸). این امکان وجود دارد که در

مطالعه مروری نظام‌مند و فراتحلیل حاضر با هدف بررسی تأثیر توأم فعالیت ورزشی منظم و مکمل‌یاری سیر بر سطوح MDA به‌عنوان شاخصی از پراکسیداسیون لیپیدی و TAC به‌عنوان معیاری از توانایی کلی دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن در انسان انجام شد. یافته‌های اصلی این فراتحلیل نشان داد ترکیب فعالیت ورزشی و مکمل‌یاری سیر، باوجود مشاهده روندهای کاهشی در MDA و افزایشی در TAC، تغییرات آماری معنی‌داری در این دو شاخص کلیدی استرس اکسیداتیو ایجاد نکرد (به ترتیب $p=0.06$ و $p=0.09$). این عدم معنی‌داری حتی پس از تعدیل برای سوگیری انتشار با استفاده از روش چینش و تکمیل نیز پابرجا ماند.

یافته‌های مطالعه حاضر در تضاد با نتایج چندین فراتحلیل پیشین قرار دارد که اثرات مکمل‌یاری سیر را بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو بررسی کرده‌اند. به‌عنوان مثال، موسویان و همکاران در فراتحلیل خود روی ۷ کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده (RCTs) با ۳۱۷

علاوه بر دلایل ذکر شده، می‌تواند با یافته‌های برخی مطالعات منفرد در تضاد باشد که اثر سیر به‌تنهایی را بررسی کرده‌اند. به‌عنوان مثال، کوسه‌اوغلو و همکاران افزایش TAC سرم را پس از مکمل‌یاری کوتاه‌مدت و بلندمدت با سیر گزارش کردند (۳۲). مطالعه دمیچی و همکاران نیز با نشان دادن افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در بزاق پس از ترکیب ورزش و سیر، به‌طور غیرمستقیم از پتانسیل این ترکیب در بهبود دفاع آنتی‌اکسیدانی حمایت می‌کند. ممکن است TAC به‌عنوان یک معیار کلی، تغییرات ظرفیت در آنزیم‌های خاص را به‌طور کامل منعکس نکند، یا همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، اثر سقف ورزش و ناهمگونی بالا، مانع از مشاهده اثر معنی‌دار در فراتحلیل ما شده باشد. همچنین، سوگیری انتشار مشاهده‌شده برای TAC، لزوم احتیاط در تفسیر را بیشتر می‌کند.

برای سطوح MDA نیز نتایج ما حاکی از عدم تغییر معنی‌دار بود که همسو با یافته‌های غیائی و همکاران است (۲۹). این درحالی است که مطالعاتی مانند آنچه توسط داوان و جین انجام شده، نشان داده‌اند مکمل سیر می‌تواند آسیب اکسیداتیو DNA را در بیماران پرفشاری خون کاهش دهد، که به‌طور غیرمستقیم نشان‌دهنده کاهش استرس اکسیداتیو کلی و پراکسیداسیون لیپیدی است (۳۳). خوبخواهی و همکاران نیز در تحقیق خود به تأثیر تمرین ترکیبی (استقامتی - مقاومتی) و مکمل سیر در افراد تمرین‌نکرده پرداختند و گزارش کردند که سطوح MDA کاهش می‌یابد (۲۶). تسائو و همکاران نیز تأثیر ۴ هفته مکمل سیر را بر ۱۱ مرد سالم طی ۴۰ کیلومتر دوچرخه‌سواری بررسی کردند. آنها بیان کردند TAC افزایش و MDA کاهش می‌یابد (۲۵). ترکیبات ارگانوسولفور موجود در سیر قادر به مهار پراکسیداسیون لیپیدی هستند (۱۰). باین‌حال، در فراتحلیل ما، ترکیب ورزش و سیر اثر معنی‌داری بر MDA نداشت. عواملی نظیر شدت و نوع ورزش (که خود می‌تواند تولید MDA را موقتاً افزایش یا در درازمدت کاهش دهد)، وضعیت آنتی‌اکسیدانی پایه شرکت‌کنندگان، و مهم‌تر از همه، تنوع در نوع و دوز فرآورده سیر مصرفی و پایداری ترکیبات فعال آن، ممکن است در معنی‌دارنبودن داده‌ها نقش داشته باشند. شایان ذکر است در مطالعه حاضر، در بررسی مطالعات به‌صورت منفرد، نتایج ۸ مطالعه از ۱۰ مطالعه وارد شده برای MDA، به نفع کاهش این شاخص بود (هرچند در سطح فراتحلیل معنی‌دار نشد)، که نشان می‌دهد روند کلی به‌سمت کاهش پراکسیداسیون لیپیدی بوده است.

نتیجه‌گیری

درمجموع، نتایج این فراتحلیل نشان داد ترکیب فعالیت ورزشی منظم و مکمل‌یاری سیر، باوجود روندهای مشاهده‌شده در جهت بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی، تأثیر آماری معنی‌داری بر سطوح مالون دی‌آلدهید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در مطالعات بررسی‌شده ندارد. این یافته می‌تواند تحت تأثیر عواملی همچون ناهمگونی قابل توجه بین مطالعات از نظر نوع و دوز سیر، پروتکل‌های ورزشی و جمعیت مورد مطالعه، تأثیر احتمالی ناشی از بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی توسط فعالیت ورزشی به‌تنهایی، و تعداد نسبتاً محدود مطالعات خاص در این حوزه باشد. باین‌حال، نتایج برخی مطالعات منفرد که به بررسی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خاص پرداخته‌اند، امیدوارکننده بوده و نشان‌دهنده نیاز به پژوهش‌های بیشتر با طراحی دقیق‌تر، استانداردسازی مداخلات (به‌ویژه نوع و دوز فرآورده سیر) و تمرکز بر نشانگرهای متنوع‌تر است تا بتوان به نتیجه‌گیری قطعی‌تری دست یافت.

مطالعات وارد شده به فراتحلیل حاضر، اثرات تطبیقی ناشی از فعالیت ورزشی منظم به‌اندازه‌ای بوده که اثر اضافی و مستقل مکمل سیر بر شاخص‌های عمومی مانند MDA و TAC کمتر برجسته شده یا حتی تحت‌الشعاع قرار گرفته باشد. به‌عبارت دیگر، هنگامی که سیستم آنتی‌اکسیدانی از طریق فعالیت ورزشی به سطح بهینه‌ای از عملکرد رسیده باشد، فضای کمتری برای تأثیرگذاری بیشتر یک آنتی‌اکسیدان بیرونی مانند سیر وجود دارد.

باین‌حال، در مطالعه دمیچی و همکاران که تأثیر ترکیب ۱۴ روز تمرین هوازی تا سر حد خستگی را با مکمل عصاره سیر (۷۰۰ میلی‌گرم در روز) بر آنتی‌اکسیدان‌های بزاقی ورزشکاران مرد بررسی کرد، نتایج متفاوت بود. آنها افزایش معنی‌داری را در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بزاقی شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، و پراکسیداز در گروه دریافت‌کننده مکمل سیر در مقایسه با گروه پلاسبو گزارش کردند (۳۰). این یافته مثبت در مطالعه آنها در مقایسه با نتایج غیرمعنی‌دار فراتحلیل حاضر برای MDA و TAC می‌تواند به چند دلیل باشد:

نوع نشانگرهای ارزیابی‌شده: مطالعه دمیچی و همکاران به‌طور خاص بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی متمرکز بود، درحالی‌که مطالعه حاضر شاخص‌های عمومی‌تر پراکسیداسیون لیپیدی (MDA) و ظرفیت کلی آنتی‌اکسیدانی (TAC) را بررسی کرد. ممکن است پاسخ آنزیم‌های خاص به این ترکیب درمانی، بارزتر از تغییرات در شاخص‌های کلی‌تر باشد. همچنین، نوع نمونه استفاده‌شده در اندازه‌گیری فاکتورها تأثیرگذار است. دمیچی و همکاران از بزاق به‌عنوان نمونه بیولوژیکی استفاده کردند که جمع‌آوری آن غیرتهاجمی است. هرچند گزارش‌هایی مبنی بر هم‌بستگی میان تغییرات آنتی‌اکسیدانی پلاسما و بزاق در پاسخ به فعالیت بدنی وجود دارد، اما غلظت و دینامیک آنتی‌اکسیدان‌ها می‌تواند بین خون و بزاق متفاوت باشد. به‌علاوه، همگونی مداخله در مطالعه منفرد در مقابل ناهمگونی در فراتحلیل می‌تواند اثرگذار باشد. مطالعه دمیچی و همکاران یک RCT منفرد با پروتکل مداخله مشخص بود. درمقابل، فراتحلیل حاضر مجموعه‌ای از مطالعات با تنوع قابل توجه در نوع و دوز فرآورده سیر، نوع، شدت، و مدت برنامه ورزشی و ویژگی‌های شرکت‌کنندگان را جمع‌بندی کرده است که می‌تواند در نتایج کلی تحقیق تأثیرگذار باشد.

ناهمگونی و تفاوت در موارد ذکر شده در قسمت بالا می‌تواند از عوامل تأثیرگذار بر نتایج فراتحلیل باشد. همان‌طور که موسیان و همکاران نیز در فراتحلیل خود روی اثر سیر به‌تنهایی اشاره کردند، عواملی چون تعداد شرکت‌کنندگان، تفاوت در جمعیت مورد مطالعه و قومیت، وضعیت سلامتی افراد، دوز و نوع فرآورده سیر و فاکتورهای تعدیل‌شده می‌توانند باعث ناهمگونی شوند (۹). در مطالعه ما، علاوه بر این موارد، تنوع گسترده در پروتکل‌های فعالیت ورزشی (نوع تمرین: هوازی، مقاومتی، ترکیبی؛ شدت: کم، متوسط، زیاد؛ مدت هر جلسه و کل دوره تمرین) نیز به این ناهمگونی دامن زده است. نوع فرآورده سیر مصرفی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همان‌طور که اشاره شده، فرآورده‌های مختلف سیر (مانند عصاره سیر کهنه AGE) غنی از SAC در مقابل عصاره آبکی سیر خام حاوی آلکسین ناپایدار) می‌توانند پروفایل‌های شیمیایی و حتی پتانسیل آنتی‌اکسیدانی یا پرو-اکسیدانی متفاوتی داشته باشند (۳۱).

درباره TAC، مشاهده‌نشدن اثر معنی‌دار در مطالعه حاضر،

تشکر و قدردانی

از نویسندگانی که داده های مطالعات خود را در اختیار ما قرار دادند، تشکر می نمایم.

حامی مالی

این این مقاله از طرف هیچ گونه نهاد یا موسسه ای حمایت مالی نشده و تمام منابع مالی آن از طرف نویسندگان تامین شده است.

ملاحظات اخلاقی

در این مطالعه سیستماتیک و فراتحلیل، تمام اصول اخلاقی رعایت شده و هیچ داده اولیه ای جمع آوری نشده است. بنابراین، تأیید اخلاقی و رضایت آگاهانه لازم نبوده است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

سهم نویسندگان

نویسندگان به طور مساوی در مفهوم سازی و نگارش مقاله مشارکت داشتند. همه نویسندگان محتوای مقاله را تأیید کردند و درباره همه جنبه های کار به توافق رسیدند.

References

- Chaitanya KV, Pathan AAK, Mazumdar SS, Chakravarthi GP, Parine N, Bobbarala V. Role of oxidative stress in human health: An overview. *J Pharm Res.* 2010;3(6):1330–3. [Link](#)
- Reddy VP. Oxidative stress in health and disease. *Biomed.* 2023;11(11):2925. [doi: 10.3390/biomedicines11112925](#). [pmid](#)
- Kusano C, Ferrari B. Total antioxidant capacity: a biomarker in biomedical and nutritional studies. *J Cell Mol Biol.* 2008;7(1):1-15. [Link](#)
- Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V, et al. Oxidative stress: harms and benefits for human health. *Oxid Med Cell Longev.* 2017;2017(1):8416763. [doi: 10.1155/2017/8416763](#) [pmid](#)
- Jakubczyk K, Dec K, Kalduńska J, Kawczuga D, Kochman J, Janda K. Reactive oxygen species-sources, functions, oxidative damage. *Pol Merkur Lekarski.* 2020;48(284):124–7. [pmid](#)
- Marrocco I, Altieri F, Peluso I. Measurement and clinical significance of biomarkers of oxidative stress in humans. *Oxid Med Cell Longev.* 2017;2017(1):6501046. [doi: 10.1155/2017/6501046](#) [pmid](#)
- Silvestrini A, Meucci E, Ricerca BM, Mancini A. Total antioxidant capacity: biochemical aspects and clinical significance. *Int J Mol Sci.* 2023;24(13):10978. [doi: 10.3390/ijms241310978](#) [pmid](#)
- Zar A, Zandvakili A, Sadeghi Pour H. A review of the role of anti-inflammatory and antioxidant medicinal plants in exercise and recovery. *Res Exercise Nutr.* 2023;1(4):41-60. [Persian] [doi: 10.22034/ren.2023.140169.1032](#)
- Moosavian SP, Arab A, Paknahad Z, Moradi S. The effects of garlic supplementation on oxidative stress markers: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complement Ther Med.* 2020;50:102385. [doi: 10.1016/j.ctim.2020.102385](#) [pmid](#)
- Tsai CW, Chen HW, Sheen LY, Lii CK. Garlic: health benefits and actions. *Biomed.* 2012;2(1):17–29. [doi: 10.1016/j.biomed.2011.12.002](#)
- Soleimani D, Paknahad Z, Askari G, Iraj B, Feizi A. Effect of garlic powder consumption on body composition in patients with nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Adv Biomed Res.* 2016;5(1):2. [doi: 10.4103/2277-9175.174962](#)
- Rana SV, Patel R, Vaiphei K, Sharma SK, Ola RP. Garlic in health and disease. *Nutr Res Rev.* 2011;24(1):60–71. [doi: 10.1017/S0954422410000338](#). [pmid](#)
- Askari M, Mozaffari H, Darooghegi Mofrad M, Jafari A, Surkan PJ, Amini MR, et al. Effects of garlic supplementation on oxidative stress and antioxidative capacity biomarkers: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phyther Res.* 2021;35(6):3032–45. [doi: 10.1002/ptr.7021](#). [pmid](#)
- Ahmadian F, Mozaffari-Khosravi H, Azaracini MH, Faraji R, Zavar-Reza J. The effect of consumption of garlic tablet on proteins oxidation biomarkers in postmenopausal osteoporotic women: A randomized clinical trial. *Electron Physician.* 2017;9(11):5670-5. [doi: 10.19082/5670](#). [pmid](#)
- Liu J, Zhang G, Cong X, Wen C. Black garlic improves heart function in patients with coronary heart disease by improving circulating antioxidant levels. *Front Physiol.* 2018;9:1435. [doi: 10.3389/fphys.2018.01435](#) [pmid](#)
- Sangouni AA, Azar MRMH, Alizadeh M. Effects of garlic powder supplementation on insulin resistance, oxidative stress, and body composition in patients with non-alcoholic fatty liver disease: A randomized controlled clinical trial. *Complement Ther Med.* 2020;51:102428. [doi: 10.1016/j.ctim.2020.102428](#). [pmid](#)
- Atkin M, Laight D, Cummings MH. The effects of garlic extract upon endothelial function, vascular inflammation, oxidative stress and insulin resistance in adults with type 2 diabetes at high cardiovascular risk. A pilot double blind randomized placebo controlled trial. *J Diabetes Complications.* 2016;30(4):723–7. [doi: 10.1016/j.jdiacomp.2016.01.003](#). [pmid](#)
- Jahangard A, Hamedinia M, Kakhk AH, Jafari A, Salehzadeh K. Effect of short-term garlic extract supplementation on oxidative stress indices during rest and induced-exercise exhaustion in male soccer players. *J Endo Met.* 2013;15(1):78-85. [Link](#)
- Szulińska M, Kręgielska-Narożna M, Świątek J, Styś P, Kuźnar-Kamińska B, Jakubowski H, et al. Garlic extract favorably modifies markers of endothelial function in obese patients—randomized double blind placebo-controlled nutritional intervention. *Biomed Pharmacother.* 2018;102:792–7. [doi: 10.1016/j.biopha.2018.03.131](#). [pmid](#)
- Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 2003;83(8):713–21. [pmid](#)
- Sadeghi A, Gholami M. The impact of short-term garlic supplements on serum total antioxidant capacity and malondialdehyde in active men after eccentric exercise. *J Food Technol Nutr.* 2018;15(1):57-64. [Persian] [Link](#)
- Jamadi M, Darkhor F, Seyyed A, Ghasemian SO, Gholami-Ahangaran M. Effects of aerobic exercise along with garlic supplementation on oxidative stress and sex hormones in the ovarian tissue of rats under Wi-Fi electromagnetic radiation. *Asian J Sports Med.* 2023;14(3):134055. [doi: 10.5812/asjms-134055](#)
- Esmacelzadeh R, Azizbeigi K, Atashak S, Dehghan F, Feizolahi F, Azarbayjani MA, et al. Short-term influence of garlic supplementation therapy on oxidative stress markers following military physical activity: A preliminary study. *J Mil Veterans Heal.* 2021;29(1):6–14. [Link](#)
- Gholami F, Naderi A. The acute garlic supplementation ameliorates exercise-induced lipid peroxidation in sedentary individuals. *SJMS.* 2020;6(1). [doi: 10.22100/ijhs.v6i1.704](#)
- Tsao JP, Bernard JR, Tu TH, Hsu HC, Chang CC, Liao SF, et al. Garlic supplementation attenuates cycling exercise-induced oxidative inflammation but fails to improve time trial performance in healthy adults. *J Int Soc Sports Nutr.* 2023;20(1):2206809. [doi: 10.1080/15502783.2023.2206809](#). [pmid](#)
- Khoobkhahi N, Delavar R, Nayeibifar SH. The combinatory effects of combined training (endurance–resistance) and garlic supplementation on oxidative stress and antioxidant adaptations in untrained boys. *Sci Sports.* 2019;34(6):410-7. [doi: 10.1016/j.scispo.2019.05.007](#)
- Hosseinzadeh M, Abbasi Dalooi A, Hoseini SA, Abdi A. The effects of aerobic training and garlic supplementation on superoxide dismutase, glutathione peroxidase and malondialdehyde of brain tissue in aged rats with parkinson's disease. *J Mazandaran Univ Med Sci.* 2023;33(1):25–35. [link](#)
- Zhang XH, Lowe D, Giles P, Board AR, Baughan JA, et al. A randomized trial of the effects of garlic oil upon coronary heart disease risk factors in trained male runners. *Blood Coagul Fibrinolysis.* 2001;12(1):67–74. [doi: 10.1097/00001721-200101000-00010](#). [pmid](#)
- Ghyasi R, Mohaddes G, Naderi R. Combination effect of voluntary exercise and garlic (*Allium sativum*) on oxidative stress, cholesterol level and histopathology of heart tissue in type 1 diabetic rats. *J*

- Cardiovasc Thorac Res. 2019;11(1):61-7. [doi: 10.15171/jcvtr.2019.10](#). [pmid](#)
30. Damirchi A, Zareei AS, Sarini R. Salivary antioxidants of male athletes after aerobic exercise and garlic supplementation on: A randomized, double blind, placebo-controlled study. J Oral Biol Craniofacial Res. 2015;5(3):146-52. [doi: 10.1016/j.jobcr.2015.08.001](#). [pmid](#)
31. Borek C. Antioxidant health effects of aged garlic extract. J Nutr. 2001;131(3):1010-15S. [doi: 10.1093/jn/131.3.1010S](#). [pmid](#)
32. Koseoglu M, Isleten F, Atay A, Kaplan YC. Effects of acute and subacute garlic supplement administration on serum total antioxidant capacity and lipid parameters in healthy volunteers. Phyther Res. 2010;24(3):374-8. [doi: 10.1002/ptr.2953](#). [pmid](#)
33. Dhawan V, Jain S. Effect of garlic supplementation on oxidized low density lipoproteins and lipid peroxidation in patients of essential hypertension. Mol Cell Biochem. 2004;266:(1-2)109-15. [doi: 10.1023/b:mcbi.0000049146.89059.53](#). [pmid](#)