

The Effect of Rhythmic Aerobic Exercise and Curcumin Supplementation on Some Lipid Profile and Oxidative Stress Indicators in Inactive Overweight and Obese Women

Ramin Amirsasan^{1✉}, Elaheh Piralaiy², Fatemeh Lotfi³, Mostafa Armanfar⁴

1. Corresponding Author, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: amirsasan@tabrizu.ac.ir
2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: epiralaiy@tabrizu.ac.ir
3. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: lotfi@tabrizu.ac.ir
4. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: marmanfar@tabrizu.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research	Introduction: This study aimed to determine the effect of rhythmic aerobic exercise with and without curcumin supplementation on some lipid profiles and oxidative stress indicators in inactive overweight and obese women.
Article history: Received: 26 April 2023 Received in revised form: 25 June 2023 Accepted: 11 July 2023 Published online: 23 September 2023	Methods: The research participants were 30 inactive overweight and obese women (mean age: 28.9±5.65 years, weight: 79.3±8.99 kg, and BMI 32.6±3.01 kg/m ²). After homogeneous grouping based on fat percentage, participants were randomly assigned into two equal groups of 15 people (exercise without supplement group and exercise with supplement group). Both groups performed the rhythmic aerobic exercise protocol for four weeks, four sessions per week, and each session lasted 62-106 minutes with 50-80% of the HRmax intensity. The exercise with supplement group consumed 1000 mg of curcumin tablets (twice a day and 500 mg each time) for four weeks.
Keywords: <i>Curcumin Supplementation, Lipid Profile, Overweight Women, Oxidative Stress.</i>	Results: The results showed that the increase in HDL in the exercise with supplement group was significantly higher than in the exercise without supplement group, but blood cholesterol in the exercise with supplement group was considerably lower than in the exercise without supplement group (p<0.05). No difference was observed in the malondialdehyde variable between the study groups. Total Antioxidant Capacity (TAC) was significantly increased in both exercise groups with and without supplementation.
	Conclusion: Performing four weeks of rhythmic aerobic exercise along with curcumin supplementation decreases blood cholesterol and increases the HDL and TAC in overweight and obese women.

Cite this article: Amirsasan R., Piralaiy E., Lotfi F., & Armanfar A. The Effect of Rhythmic Aerobic Exercise and Curcumin Supplementation on Some Lipid Profile and Oxidative Stress Indicators in Inactive Overweight and Obese Women. *Journal of Sport Biosciences*. 2023; 15 (3): 37-49.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jsb.2023.356247.1580>



Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0.

| Web site: <https://jsb.ut.ac.ir/> | Email: jsb@ut.ac.ir.

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

A sedentary lifestyle and obesity are the risk factors for non-communicable diseases. A sedentary lifestyle is the most important risk factor for cardiovascular diseases, increased blood lipids, oxidative stress, and obesity. Also, Medicinal herbs are used as supplements along with various exercise methods for improving health. Curcumin is a yellow substance found in turmeric. In recent decades, beneficial reports have been published on the effects of curcumin, which is efficient and safe in the prevention and treatment of various diseases. Therefore, this study aimed to determine the effect of four weeks of rhythmic aerobic exercise with and without curcumin supplementation on some indicators of lipid profile, oxidative stress, antioxidant capacity, and blood cholesterol in inactive overweight, and obese women.

Methods

For this purpose, 30 inactive overweight and obese women in Tabriz City with a mean age of 28.9 ± 5.65 years, a mean weight of 79.3 ± 8.99 kg, and a body mass index of 32.6 ± 3.01 kg/m² were randomly selected. Participants were assigned into two equal groups of 15 people (exercise without supplement group and exercise with supplement group) based on weight and fat percentage. Rhythmic aerobic exercise protocol lasted for four weeks, four sessions per week, and each session lasted for 62-106 minutes. Each session included 15 minutes of warm-up with stretching exercises and soft rhythmic sports music, 36-81 minutes of continuous aerobic rhythmic exercise, and finally 10 minutes of cooling down with relaxation exercises and slow-tempo music. The exercise was performed in three sets with a rest interval of 3 minutes between each set. The intensity of the main program at four weeks was 80-50% of HRmax. The exercise with supplement group consumed 1000 mg of curcumin tablets (twice a day and 500 mg each time) for four weeks.

Results

Findings showed that there was a significant difference between four weeks of rhythmic aerobic exercise with and without curcumin supplementation on serum concentrations of lipid profile index and Total Antioxidant Capacity (TAC) index, so that the increase in HDL in the exercise with supplement group was significantly higher than the exercise without supplement group, but blood cholesterol in the exercise with supplement group was considerably lower than in

the exercise without supplement group ($p < 0.05$). TG showed a further decrease in the exercise without supplement group and no difference was observed in the Malondialdehyde (MDA) variable between the study groups. TAC was significantly increased in both exercise groups with and without supplementation.

Conclusion

Finally, it can be said that performing the weekly rhythmic aerobic exercise program along with curcumin supplementation reduces cholesterol and increases the TAC profile of overweight and obese women. Based on the results of the study, it is suggested to use rhythmic aerobic exercise and curcumin supplementation to improve the lipid profiles and oxidative stress in overweight and obese women.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This study followed the ethical standards and was approved by the Ethics Committee of the Sport Sciences and Research Institute with the ethical code: TABRIZU.14.2.78)

Funding: No funding was received for this study.

Authors' contribution: all authors contribute to the study design.

Lotfi collected the data. All authors revised the final version of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments: The authors thank all the participants who supported us in this research.



تأثیر تمرین هوازی موزون و مکمل سازی کورکومین بر شاخص های نیمرخ لیپیدی و استرس اکسایشی زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق

رامین امیرساسان^۱ , الهه پیرعلائی^۲ , فاطمه لطفی^۳ , مصطفی آرمان فر^۴ 

۱. نویسنده مسئول، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: amirsasan@tabrizu.ac.ir
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: epiralaiy@tabrizu.ac.ir
۳. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: lotfi@tabrizu.ac.ir
۴. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: marmamfar@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر تمرین هوازی موزون با و بدون مکمل سازی کورکومین بر برخی شاخص های نیمرخ لیپیدی و استرس اکسایشی زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۶	روش پژوهش: آزمودنی های تحقیق، ۳۰ نفر زن غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق (میانگین سنی ۲۸/۹ ± ۵/۶۵ سال؛ وزن ۷۹/۳ ± ۸/۹۹ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۳۲/۶ ± ۳/۰۱ کیلوگرم بر متر مربع) بودند. آزمودنی ها پس از همگن سازی بر اساس درصد چربی به صورت تصادفی به دو گروه همگن ۱۵ نفره (گروه تمرین بدون مکمل و گروه تمرین با مکمل) تقسیم شدند. هر دو گروه پروتکل تمرین هوازی موزون را به مدت چهار هفته، چهار جلسه در هفته و هر جلسه ۶۲-۱۰۶ دقیقه و با شدت ۸۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه اجرا کردند. گروه تمرین با مکمل، قرص کورکومین را به مقدار ۱۰۰۰ میلی گرم (دو نوبت در روز و هر نوبت ۵۰۰ میلی گرم) به مدت چهار هفته مصرف کردند.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۰۴	یافته ها: نتایج نشان داد که افزایش HDL در گروه تمرین با مکمل به طور معناداری بیشتر از گروه تمرین بدون مکمل بود، اما کلسترول در گروه تمرین با مکمل به طور معناداری کمتر از گروه تمرین بود ($P < 0.05$). در متغیر مالون دی آلدئید (MDA) بین گروه های مطالعاتی تفاوتی مشاهده نشد. ظرفیت آنتی اکسیدانی کل (TAC) در هر دو گروه تمرین با و بدون مکمل افزایش معناداری داشت.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰	نتیجه گیری: اجرای چهار هفته تمرین هوازی موزون همراه با مکمل سازی کورکومین موجب کاهش کلسترول خون و افزایش HDL و TAC زنان دارای اضافه وزن و چاق می شود.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱	
کلیدواژه ها: استرس اکسایشی، زنان دارای اضافه وزن، مکمل سازی کورکومین، نیمرخ لیپیدی.	

استناد: امیرساسان، رامین؛ پیرعلائی، الهه؛ لطفی، فاطمه؛ و آرمان فر، مصطفی. تأثیر تمرین هوازی موزون و مکمل سازی کورکومین بر شاخص های نیمرخ لیپیدی و استرس اکسایشی زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق. نشریه علوم زیستی ورزشی. ۱۴۰۲؛ ۱۵ (۳): ۳۷-۴۹.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jsb.2023.356247.1580>

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کپی رایت (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است. | آدرس نشریه: <https://jsb.ut.ac.ir/> | ایمیل: jsb@ut.ac.ir



مقدمه

بی‌حرکی و نداشتن فعالیت بدنی از مهم‌ترین دلایل به‌وجود آمدن دیس لیپیدی یا اختلالات چربی است و می‌تواند با چاقی و اضافه وزن همراه باشد و خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را افزایش می‌دهد. بیش از دوسوم مرگ‌هایی که در جهان رخ می‌دهد، با بیماری‌های قلبی-عروقی ناشی از بالا بودن میزان شاخص توده بدنی که به‌عنوان شاخص چاقی محسوب می‌شود، در ارتباط است [۱]. طبق آمار، در شهر تهران میزان شیوع چاقی در زنان نسبت به مردان بیشتر است. این در حالی است که در استان آذربایجان شرقی و شهر تبریز ۴۷/۴۶ درصد افراد مورد بررسی، دارای نمایه بدنی بالاتر از ۲۴ هستند [۱]. افزایش چاقی شکمی با افزایش اختلال در هموستاز گلوکز و انسولین، همچنین تغییر در مقادیر لیپیدها و لیوپروتئین‌های خون به‌خصوص افزایش تری‌گلیسیرید، لیوپروتئین کم‌چگال (LDL) و کاهش لیوپروتئین پرچگال (HDL) همراه است. پراکسیداسیون چربی‌ها احتمالاً نقش مهمی در بروز بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت داشته باشد [۲]. در مقابل، تمرینات ورزشی به‌عنوان یک عامل محیطی مهم در ارتباط با تنظیم وزن بدن شناخته شده است و التهاب سیستمیک را کاهش می‌دهد [۳]. تحقیقات انجام‌گرفته ارتباط چاقی و افزایش استرس اکسیداتیو را نیز نشان می‌دهند. استرس اکسایشی در اصطلاح به افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن و برداشت ضعیف آنها از محیط‌های سلولی اطلاق می‌شود که ادامه این وضعیت با وارد شدن آسیب به ساختارهای سلولی و پروتئینی همراه است [۴]. MDA یک رادیکال آزاد است که شکل تغییر یافته پراکسید هیدروژن (H_2O_2) است و یکی از محصولات ثانویه پراکسیداسیون لیپید به‌شمار می‌رود. محصولات پراکسیداسیون لیپید در پلازما آزاد می‌شود و نتیجه‌ای از تخریب غشاست و MDA می‌تواند به‌عنوان شناساگر تخریب غشای سلول شناخته شود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام فعالیت کل آنتی‌اکسیدانی بدن را نشان می‌دهد و عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و خط دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن موجب ایجاد استرس اکسیداتیو و آسیب به سلول‌های بدن می‌شود و در طولانی‌مدت می‌تواند موجب ایجاد بیماری‌هایی مثل قلبی-عروقی، دیابت، فشارخون و غیره شود [۵]. از نظر بالینی ثابت شده است که فعالیت بدنی به‌عنوان مداخله اولیه، مقرون‌به‌صرفه است و در بسیاری از موارد موجب جلوگیری از هزینه‌های اضافی بهداشتی در ارتباط با بسیاری از بیماری‌های مزمن می‌شود [۶]. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد انجام فعالیت هوازی احتمالاً از طریق کاهش درصد چربی و بهبود ترکیب بدن، موجب کاهش پراکسیداسیون چربی و در نتیجه کاهش استرس اکسایشی می‌شود [۷]. روش‌های تمرینی زیادی از جمله دویدن، دوچرخه‌سواری و تمرین هوازی موزون وجود دارد که به‌منظور کاهش درصد چربی بدن استفاده می‌شود. علاوه بر اشکال سنتی ورزش، اشکال مختلفی نیز وجود دارد که در مقایسه با برخی از شکل‌های قبلی فعالیت‌های ورزشی جالب و جذاب‌تر است. حرکات موزون هوازی یکی از آن اشکال فعالیت‌های بدنی است که می‌تواند در رشد برخی از مؤلفه‌های آمادگی جسمانی و ترکیب بدن تأثیر مثبت داشته باشد [۸]. حرکات موزون هوازی طی یک دهه گذشته به یک نوع فعالیت ورزشی بسیار محبوب تبدیل شده است. ماهیت این فعالیت از جهات مختلفی تکامل یافته است. برای مثال اکنون تفاوتی بین «ایروبیک با فشار زیاد» که شامل پریدن‌های مکرر روی یک یا هر دو پا و «ایروبیک با فشار کم» است که در آن یک پا همیشه در زمین می‌ماند، وجود دارد [۹]. حرکات موزون به‌عنوان یکی از این نوع فعالیت‌های ورزشی می‌تواند اشکال مختلفی به خود بگیرد و در شرایط مختلف و بدون تجهیزات گران‌قیمت قابل اجرا باشد، این مسئله موجب می‌شود برای دامنه گسترده‌ای از افراد و سنین مورد قبول قرار گیرد. برای مثال تکنیک‌های موزون در بعضی از موزون‌کاران مانند رقص موزون شامل اسلایدها، پرش‌ها، هاپ، چرخش، پیووت‌ها و ضربات است و بنابراین می‌تواند به تغییرات در هماهنگی کمک کند. قدرت، سرعت و توانایی اجرای ساختارهای موزون از آنجا که سازه‌های موزون باید با موسیقی با سرعت مشخص انجام گیرند مهم است [۸]. این عناصر موزون همچنین باید به‌سرعت و با شدت خاصی انجام گیرد، مطابق با قوانین رقابت و با ماهیت موزون، که به تغییر در قدرت انفجاری پاها، بازوها و شانه‌ها منجر می‌شود [۱۰]. حرکات موزون هوازی یک تمرین گروهی و لذت‌بخش و غیررقابتی است. همچنین اجراکنندگان حرکات موزون، وزن و درصد چربی بدن کمتری دارند. بدیهی است که درصد کم چربی بدن در این ورزشکاران نتیجه سال‌ها تمرین است [۸]. تحقیقات نشان می‌دهد تمرین هوازی موزون موجب بهبود نیمرخ لیپیدی (کاهش مقادیر LDL، تری‌گلیسیرید، گلوکز خون، کاهش وزن بدن، درصد چربی بدن، افزایش HDL) در مردان و زنان غیرفعال و چاق می‌شود [۱۱، ۱۲]. کاهش چربی بدن در این افراد، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش استرس اکسایشی و کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی را به‌دنبال دارد [۱۳]. در کنار ورزش، استفاده از انواع رژیم‌های غذایی و مکمل‌ها در جهت کاهش استرس اکسایشی و شاخص‌های نیمرخ لیپیدی، شناخته شده است. تولیدکنندگان این مکمل‌ها مدعی بهبود عملکرد

1. Dyslipidemia

3. Rhythmic aerobic exercise

5. Slides

2. Total antioxidant capacity (TAC)

4. Dance

ورزشکاران و تسریع در روند بازیافت پس از فعالیت، با این مواد هستند [۱۴]. همچنین در طول ورزش و پس از آن، مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها به رفع خستگی عضلانی کمک می‌کند. از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی که به‌تازگی مورد توجه قرار گرفته، کورکومین است. کورکومین یک نوع پلی‌فنول است که از ریشه گیاه کورکوما گرفته شده و به‌وفور در زردچوبه یافت می‌شود. همچنین فعالیت ضدالتهابی قوی دارد و مانع مسیرهای التهاب می‌شود. کورکومین بیان ژن آنزیم‌های گلوکوتایون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز را افزایش و متابولیت‌ها را غیرفعال می‌سازد و موجب بالا رفتن ظرفیت سم‌زدایی بدن نیز می‌شود [۱۵]. علاوه بر اثری که کورکومین بر بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دارد، یک آنتی‌اکسیدان زیست‌عملکردی نیز محسوب می‌شود؛ چراکه قادر است به شکل مستقیم به ذرات واکنش‌گر (رادیکال‌های آزاد) واکنش نشان دهد و موجب تنظیم مثبت پروتئین‌های آنتی‌اکسیدان شود [۱]. مهم‌ترین علت تأثیر پلی‌فنول‌ها بر کوفتگی عضلانی تأخیری نیز مدیون عملکرد آن در پایداری غشا و کاهش پراکسیداسیون لیپیدهاست. کورکومین علاوه بر حذف مستقیم رادیکال‌های آزاد، می‌تواند فعالیت آنزیم‌های داخل سلولی مانند سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوکوتایون پراکسیداز را که نقش آنتی‌اکسیدانتی دارند، افزایش دهد [۱۶]. زردچوبه از طریق کاهش التهاب، تنظیم هموستاز کلسترول، کاهش میزان LDL، پراکسیداسیون چربی و افزایش میزان HDL بر نیمرخ لیپیدی تأثیرات مثبت می‌گذارد. همچنین از طریق فعال‌سازی فرایند گلیوکولیز و مهار گلیکوتوتوزن در هموستاز گلوکز نیز تأثیر دارد و با افزایش بتا‌اکسیداسیون و مهار فعالیت اسید چرب سنتتاز موجب کاهش ذخیره چربی در بدن و مانع جذب شدن شاخص LDL می‌شود [۱۷، ۱۸]. برخی تحقیقات حاکی از تأثیر مثبت مکمل‌های غذایی در جهت کاهش استرس اکسیداتیو است [۱]. بنایی‌فر و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند مصرف کورکومین به‌همراه تمرین استقامتی در حفظ یا افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیمی بافت کبد موش مؤثر بوده است. همچنین احتمالاً عصاره زردچوبه از طریق افزایش دفع متابولیت‌های سمی و قابلیت سریع و مؤثر در پاک‌کنندگی رادیکال‌های لیپید پراکسید پیش از اینکه این رادیکال‌ها به غشای لیپیدی حمله کنند، صدمات اکسایشی را کاهش می‌دهد [۳]. نخستین روحی و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی تأثیر مکمل‌سازی کورکومین را بر استرس اکسایشی ناشی از ورزش (۱۴ کیلومتر دویدن) در مردان سالم گزارش کردند که یک هفته مکمل‌سازی کورکومین از طریق بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام موجب کاهش استرس اکسایشی می‌شود [۲۰]. تحقیق تاکاهاشی و همکاران (۲۰۱۴) نیز نتایج مشابهی را نشان داد. مکمل‌سازی کورکومین موجب کاهش استرس اکسایشی ناشی از دویدن روی تردمیل (با ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی به مدت یک ساعت) در مردان سالم می‌شود [۲۱]. به‌نظر می‌رسد تمرینات ورزشی و مکمل دارویی می‌تواند بر وضعیت التهابی، استرس اکسایشی و عملکرد آنان تأثیر گذار باشد، اما هنوز مجموع مطالعات انجام‌گرفته اطلاعات جامعی از چگونگی شرایط تمرینی مؤثر و یا مؤثرتر ارائه نداده‌اند [۳۲]. از طرفی طبق نتایج مقالات و مطالعات علمی، کورکومین به‌سبب وجود مواد مؤثر در ترکیب خود، موجب کاهش آسیب اکسایشی، التهاب و اختلالات شناختی و بهبود نیمرخ لیپیدی می‌شود [۲۲]. با وجود این به‌نظر می‌رسد در مطالعات که تأثیر دریافت مکمل کورکومین بر نیمرخ لیپیدی و شاخص‌های استرس اکسایشی به‌همراه تمرینات ورزشی موزون را در زنان اضافه وزن و چاق بررسی نشده است [۷، ۱۲، ۲۳]. تنها در یک پژوهش، جمشیدی راد و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کرده‌اند که تمرین هوازی ایروبیک همراه با مکمل کورکومین موجب کاهش وزن بدن می‌شود [۲]. در این تحقیق تنها وزن بدن و BMI بررسی شده و تأثیر این دو مداخله بر استرس اکسایشی و نیمرخ لیپیدی بررسی نشده است. بنابراین در این تحقیق محقق به‌دنبال پاسخگویی به این پرسش است که آیا چهار هفته تمرین هوازی موزون با و بدون مکمل‌سازی کورکومین بر برخی شاخص‌های نیمرخ لیپیدی و استرس اکسایشی زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق تأثیر دارد؟

روش‌شناسی تمرین

طرح پژوهش

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون است و از لحاظ هدف تحقیق، از نوع تحقیقات کاربردی است.

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری تحقیق، زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق شهر تبریز با میانگین سنی $28/9 \pm 5/65$ سال، وزن $79/3 \pm 8/99$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $32/6 \pm 3/01$ کیلوگرم بر متر مربع بودند. پس از اطلاع‌رسانی از طریق فضای مجازی (اینستاگرام) و باشگاه ورزشی که قبلاً فعالیت داشتند، از میان زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق شهر تبریز، ۳۰ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب و با آگاهی کامل از اهداف پژوهش و با کسب رضایت‌نامه، به‌صورت

داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و پس از تعیین مشخصات ذکر شده به صورت تخصیص تصادفی در دو گروه تمرین با مکمل و گروه تمرین بدون مکمل تقسیم شدند. پیش از اجرای تحقیق اصلی، ابتدا اطلاعات و آگاهی‌های لازم دربارهٔ چگونگی انجام پژوهش و مراحل آن به آزمودنی‌ها داده شد. سپس به وسیلهٔ پرسشنامه اطلاعاتی در خصوص سابقهٔ بیماری، میزان فعالیت روزانه، عدم منع پزشکی برای انجام فعالیت‌های ورزشی و میزان سلامتی آزمودنی‌ها کسب شد. طی جلسه‌ای شرایط ورود به پژوهش (همچون نداشتن سابقهٔ بیماری، آسیب‌دیدگی‌های قلبی، نداشتن حساسیت به مکمل کورکومین، عدم فشارخون بالا و عدم ابتلا به انواع بیماری‌های قلبی عروقی و عدم استفاده از داروهای آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی و انواع مختلفی از مکمل طی شش ماه گذشته) به همراه شرایط خروج از تحقیق (ابتلا به بیماری کووید-۱۹، ایجاد آلرژی در آزمودنی در صورت استفاده از مکمل، غیبت بیش از دو جلسه در پروتکل تمرینی یا عدم مصرف یک وعده مکمل در روز، استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی، شرکت در تمرینات ورزشی دیگر که با پروتکل تمرینی این مطالعه در تضاد باشد و در نهایت بی‌انضباطی در پروتکل تمرینی) به تمامی آزمودنی‌های حاضر در پژوهش توضیح داده شد. تمامی موارد اخلاقی مربوط به کار با نمونه‌های انسانی این مطالعه مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه تبریز که کد اخلاق (TABRIZU.14.2.78) آن اخذ شده است، صورت گرفته است. پیش از شروع تحقیق تمامی مراحل پژوهش، به طور دقیق و کامل توسط محقق در جلسه‌ای توجیهی برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و سپس برگهٔ رضایت آگاهانه در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. سپس آزمودنی‌هایی که معیارهای ورود به تحقیق را داشتند، از میان افراد داوطلب انتخاب شدند. پیش از اجرای پروتکل اصلی، مشخصات فردی و شاخص‌های آنترپومتریکی (سن، قد، وزن و شاخص تودهٔ بدنی) ثبت شد. سپس آزمودنی‌ها بر اساس درصد چربی به دو گروه همگن ۱۵ نفره، گروه تمرین با مکمل قرص کورکومین، گروه تمرین بدون مکمل با روش تخصیص تصادفی تقسیم شدند. همچنین از آزمودنی‌ها درخواست شد که برنامهٔ غذایی و فعالیت جسمانی روزانهٔ خود را تغییر ندهند و طبق روال قلبی و عادی پیش ببرند و رژیم غذایی آنها از پرسشنامه‌های ثبت یادآمد غذایی کنترل شد.

پروتکل تمرینی

یک هفته پیش از شروع برنامهٔ تمرینی، یک جلسه به منظور آشنایی آزمودنی‌ها با پروتکل تمرینی برگزار و نحوهٔ انجام تمرینات و مصرف مکمل به شرکت‌کنندگان توضیح داده شد.

جدول ۱. پروتکل تمرین

هفته	تعداد جلسات در هفته	گرم کردن		نوع و تعداد حرکات		زمان رقص دقیقه	تعداد ست	شدت (HR_{max})	استراحت بین ست دقیقه	سرد کردن	زمان هر جلسه
		عمومی	اختصاصی	تعداد	حرکت						
۱	۴	۱۰	۵	۶	زومبا	۱۰	۳	۵۰-۶۰	۳	۱۰	۶۲
۲	۴	۱۰	۵	۶	زومبا	۱۵	۳	۶۰-۷۰	۳	۱۰	۷۶
۳	۴	۱۰	۵	۶	زومبا	۲۰	۳	۷۰-۸۰	۳	۱۰	۹۱
۴	۴	۱۰	۵	۶	زومبا	۲۵	۳	۷۰-۸۰	۳	۱۰	۱۰۶

پروتکل محقق ساختهٔ تمرین هوازی موزون به مدت چهار هفته، چهار جلسه در هفته و هر جلسه ۶۲-۱۰۶ دقیقه به طول انجامید. هر جلسه شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن با حرکات کششی و موسیقی ورزشی با ریتم نرم، ۳۶-۸۱ دقیقه تمرین موزون مداوم هوازی و در نهایت ۱۰ دقیقه سرد کردن شامل تمرینات آرامش با موسیقی ریتم کند بود. تمرین در سه ست و با فاصلهٔ استراحت سه دقیقه بین هر ست انجام گرفت. شدت برنامهٔ اصلی در چهار هفته ۵۰-۸۰ درصد HR_{max} بود (جدول ۱). حرکات زومبا شامل دویدن، ضربات پا، زانو زدن، پرواز پا به جلو، پرش با جک و لانچ بود.

مکمل سازی

پیش از شروع مکمل سازی به منظور یکسان سازی رژیم غذایی مختص ادویه جات حاوی کورکومین را (زردچوبه، زنجبیل و ادویهٔ کاری و فلفل سیاه) که هر کدام حاوی مقدار کورکومین هستند، با استفاده از الگوی آموزشی به آزمودنی‌ها برای کنترل مقدار مصرف کورکومین در

رژیم غذایی آنها کنترل شد که نسبت به شرایط عادی در طی مدت تحقیق اضافه نشود (در جلسه آموزشی اولیه تأکید شده مصرف روزانه زردچوبه، زنجبیل، ادویه کاری و فلفل سیاه در وعده‌های غذایی مثل گذشته باشد و به هیچ عنوان اضافه نشود). پروتکل مکمل‌سازی کورکومین (شرکت کارن) برای گروه تمرین با مکمل به صورت روزانه (هفت روز هفته) ۱۰۰۰ میلی‌گرم (دو قرص ۵۰۰ میلی‌گرمی) در دو نوبت صبح و شب پس از غذا بود (۲۳).

نمونه‌گیری و روش سنجش متغیرها

نمونه‌های خونی به منظور ارزیابی متغیرهای نیمرخ لیپیدی و استرس اکسایشی به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون، ساعت ۸ صبح در حالت ناشتا، پیش از شروع دوره مکمل‌سازی و پس از چهار هفته مکمل‌سازی از ۴۸ ساعت پس از آخرین تمرین، از ورید بازویی قدامی دست چپ آزمودنی‌ها، توسط تکنیسین خون‌گیری، اندازه‌گیری شد. همچنین سطوح شاخص LDL (حساسیت دو میلی‌لیتر در دسی لیتر، ضریب تغییرات ۰/۶۳ درصد) با روش آنزیماتیک و سطوح کلسترول تام (حساسیت سه میلی‌لیتر در دسی لیتر، ضریب تغییرات ۱/۴ درصد)، HDL (حساسیت یک میلی‌لیتر در دسی لیتر، ضریب تغییرات ۱/۵ درصد) و TG (حساسیت یک میلی‌لیتر در دسی لیتر، ضریب تغییرات ۱/۶ درصد) با روش فتومتریک آنزیماتیک با استفاده از کیت‌های شرکت پارس‌آزمون ساخت ایران اندازه‌گیری شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری

از روش آماری آزمون تحلیل واریانس، تی مستقل، تی وابسته در سطح معناداری $P < 0/05$ استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS25 تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی آزمودنی‌های تحقیق برای متغیرهای جمعیت‌شناختی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. خلاصه وضعیت توصیفی آزمودنی‌ها

تمرین هوازی موزون با مکمل‌سازی کورکومین (N=15)		تمرین هوازی موزون بدون مکمل‌سازی کورکومین (N=15)		ویژگی / گروه‌ها
میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	
۳۰/۱	۵/۱۴	۲۷/۷	۶/۳۱	سن (سال)
۱۵۵/۲	۱/۷۸	۱۵۸/۲	۱/۲۷	قد (سانتی‌متر)
۷۸/۴	۸/۸۳	۸۰/۳	۹/۴۰	وزن (کیلوگرم)
۳۳/۱	۳/۰۰	۳۲/۲	۳/۱۲	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)

میزان HDL در گروه تمرین هوازی موزون با مصرف مکمل ($P=0/011$) نسبت به گروه تمرین هوازی موزون بدون مصرف مکمل ($P=0/026$) بیشتر بود ($P < 0/05$). همچنین میزان HDL در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در هر دو گروه مطالعاتی افزایش معناداری داشت (شکل ۱). از این رو بین دو گروه مطالعاتی تمرین هوازی با و بدون مصرف کورکومین تفاوت وجود داشت. همچنین گروه تمرین هوازی موزون با مکمل‌سازی کورکومین، اندازه اثر و درصد تغییرات بیشتری، نسبت به گروه تمرین هوازی موزون بدون مکمل‌سازی کورکومین داشت.

میزان LDL در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در هر دو گروه مطالعاتی کاهش معناداری یافته است (شکل ۱) که این کاهش در گروه تمرین هوازی موزون با مصرف مکمل ($P=0/000$) نسبت به گروه تمرین هوازی موزون بدون مصرف مکمل ($P=0/004$) بیشتر بود ($P < 0/05$). از این رو بین دو گروه مطالعاتی تمرین هوازی موزون با و بدون مصرف کورکومین تفاوت معناداری وجود داشت. همچنین گروه

تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین، اندازه اثر و درصد تغییرات بیشتری، نسبت با گروه تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین داشت.

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین شاخص های مورد مطالعه در دو گروه (پیش و پس از پروتکل تحقیق)

شاخص	گروه ها	اختلافات			Df	t	معدناداری	اندازه اثر	درصد تغییرات
		اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	خطای معیار میانگین					
LDL	تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین	۴/۴۸	۱۰/۴۹۶	۲/۷۱۰	۱۴	۵/۳۹۶	۰/۰۰۴ *	۰/۴۲۷	-۹/۳۶
	تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین	۶/۴۷	۱۱/۱۳۸	۲/۸۷۵	۱۴	۱۴/۲۸۸	۰/۰۰۰ *	۰/۵۳۸	-۱۳/۷۶
HDL	تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین	-۱/۸۰	۲/۶۲۴	۰/۶۷۷	۱۴	۲/۳۵۷	۰/۰۲۶ *	۰/۶۲۲	۱۷/۷
	تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین	-۱/۸۳	۲/۴۱۰	۰/۶۲۲	۱۴	۲/۸۷۸	۰/۰۱۱ *	۰/۶۸۶	۱۸/۴
TG	تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین	۲۳/۹۳	۴۰/۳۷۳	۱۰/۴۲۴	۱۴	۳۴/۱۹۲	۰/۰۰۰ *	۰/۷۲۲	-۲۱/۹
	تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین	۲۳/۸۰	۳۵/۲۷۷	۹/۱۰۸	۱۴	۲۲/۷۹۳	۰/۰۰۲ *	۰/۸۳۳	-۲۲/۶
کلسترول	تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین	۲۴/۰۶	۳۱/۵۱۹	۸/۱۳۸	۱۴	۵/۳۹۶	۰/۰۰۲ *	۱/۰۳	-۱۴/۰۸
	تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین	۲۹/۲۰	۳۰/۲۰۰	۷/۷۹۷	۱۴	۱۴/۲۸۸	۰/۰۰۰ *	۱/۳۸	-۱۶/۹
MDA	تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین	-۰/۰۸	۰/۴۴۱	۰/۱۱۳	۱۴	-۰/۵۶۹	۰/۳۶۵	۰/۰۹۷	۳/۹
	تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین	۰/۰۳	۰/۳۵۳	۰/۰۹۱	۱۴	۰/۳۶۳	۰/۴۲۹	۰/۰۴۵	-۱/۵۸
TAC	تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین	-۰/۱۷	۰/۲۳۸	۰/۰۶۱	۱۴	-۲/۶۲۱	۰/۰۱۱ *	۰/۱۷	۱۱/۴۱
	تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین	-۰/۲۳	۰/۲۹۷	۰/۰۷۶	۱۴	-۳/۷۳۶	۰/۰۰۵ *	۰/۲۳	۱۱/۸۸

میزان TG در پس آزمون نسبت به پیش آزمون در هر دو گروه مطالعاتی کاهش معناداری داشت (شکل ۲) که این کاهش در گروه تمرین هوازی موزون بدون مصرف مکمل ($P=۰/۰۰۰$) نسبت به گروه تمرین هوازی با مصرف مکمل ($P=۰/۰۰۲$) بیشتر بود ($P<۰/۰۰۵$). همچنین گروه تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین، اندازه اثر و درصد تغییرات بیشتری، نسبت با گروه تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین داشت. میزان کلسترول خون در پس آزمون نسبت به پیش آزمون در هر دو گروه مطالعاتی کاهش معناداری داشت (شکل ۲) که این کاهش در گروه تمرین هوازی موزون با مصرف مکمل ($P=۰/۰۰۰$) نسبت به گروه تمرین هوازی بدون مصرف مکمل ($P=۰/۰۰۲$) بیشتر بود ($P<۰/۰۰۵$). همچنین گروه تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین، اندازه اثر و درصد تغییرات بیشتری، نسبت با گروه تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین داشت.

میزان MDA در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری نیافته است (شکل ۳). با مقایسه میانگین گروه ها در پیش آزمون و پس آزمون (جدول ۳)، مشخص می شود که تغییرات معناداری در گروه ها به وجود نیامده است ($P>۰/۰۰۵$). چهار هفته تمرین هوازی موزون با و بدون مکمل سازی کورکومین، نتوانسته است تغییرات معناداری بر میزان شاخص استرس اکسایشی MDA زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق ایجاد کند ($P>۰/۰۰۵$). همچنین گروه تمرین هوازی موزون با مکمل سازی کورکومین، اندازه اثر و درصد تغییرات کمتری، نسبت با گروه تمرین هوازی موزون بدون مکمل سازی کورکومین داشت. میزان TAC در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری یافته است (شکل ۳) که این افزایش در

گروه تمرین هوازی موزون با مصرف مکمل ($P=0/005$) نسبت به گروه تمرین هوازی موزون بدون مصرف مکمل بیشتر بود ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که چهار هفته تمرین هوازی موزون با و بدون مکمل‌سازی کورکومین بر نیمرخ لیپیدی (HDL, LDL, TG و کلسترول) زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاقی تأثیر معناداری داشت ($P<0/05$). با توجه به یافته‌های پژوهش مشخص شد که این تأثیر بین چهار هفته تمرین هوازی موزون با و بدون مکمل‌سازی کورکومین متفاوت بود. HDL در گروه تمرین با مکمل نسبت به گروه تمرین بدون مکمل افزایش بیشتری یافته است ($P<0/05$). همچنین LDL و کلسترول خون در گروه تمرین با مکمل نسبت به گروه تمرین بدون مکمل کاهش یافته، ولی TG در گروه تمرین بدون مکمل کاهش بیشتری نسبت به گروه تمرین با مکمل داشته است ($P<0/05$). در این زمینه می‌توان گفت که LDL مسئول رسوب کلسترول در دیواره سرخرگ است و HDL به‌عنوان پاک‌کننده کلسترول از دیواره سرخرگ، کلسترول را از دیواره سرخرگ کنده و آن را برای متابولیسم شدن به کبد منتقل می‌کند. به‌علت این نقش‌های کاملاً متفاوت، شناخت مقادیر هر کدام از این لیپوپروتئین‌ها برای تعیین سطح خطر چاقی و اضافه وزنی ضروری است. از نظر سازوکارهای درگیر در روند کاهش میزان LDL می‌توان گفت اجرای فعالیت‌های ورزشی موجب افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز و کاتابولیسیم لیپوپروتئین‌های غنی از تری‌گلیسیرید می‌شود. همه اعمال متابولیک آنها توسط عوامل هورمون‌های تیروئیدی، جنسی و عصبی کنترل می‌شود و تنها یک علت را نمی‌توان برای افزایش و یا کاهش یک متغیر ذکر کرد. یکی از علل مهم افزایش لیپولیز، تحریک گیرنده‌های بتا‌آدرنژیک است که در تمرین هوازی کاهش می‌یابد و در نهایت به افزایش لیپولیز منجر می‌شود که سبب می‌شود مقدار کلسترول غیراستریفیه ذرات LDL-C افزوده شود و از مقدار پروتئین این ذرات کاسته شود. شناخت کامل سازوکارهای درگیر در کاهش روند اکسیداسیون LDL و پس از انجام فعالیت‌های هوازی هنوز در پرده ابهام باقی مانده است. با این حال گفته شده است که با افزایش فعالیت بدنی افراد، اکسیژن مصرفی عضلانی برای سوخت‌وساز و اکسیداسیون افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه برداشت و اکسیداسیون LDL پلاسمایی وابسته به میزان است (راه غیراختصاصی اکسیداسیون LDL)، بنابراین افزایش برداشت LDL برای اکسیداسیون از طریق افزایش اکسیژن مصرفی عضلانی و گیرنده‌های اختصاصی، اکسیداسیون LDL به‌صورت غیراختصاصی کاهش می‌یابد، از این طریق سبب کاهش حالت آتروژنی LDL می‌شود. به‌طور کلی، نگاهی اجمالی به نتایج تحقیقات در زمینه اثر تمرین (هوازی) بر نیمرخ لیپیدی نشان می‌دهد اولاً تمرینات طولانی‌تر مؤثرتر است، چراکه بیشتر تحقیقاتی که اثرگذاری تمرین را گزارش کرده‌اند از برنامه‌های تمرینی با مدت بیش از هشت هفته استفاده کرده‌اند، ثانیاً درحالی که برخی پژوهشگران معتقدند که تمرینات ورزشی اگر با کاهش رژیم غذایی یا کاهش وزن همراه باشند، به‌ندرت بر مقادیر چربی‌ها به‌ویژه LDL و TC می‌تواند اثرگذار باشد، اما تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی مستقلاً و صرف‌نظر از اثر روی وزن می‌تواند بر نیمرخ لیپیدی خون تأثیر مطلوب بگذرد. برخی محققان هم معتقدند کاهش وزن (کاهش درصد چربی) برای اثرگذاری تمرین بر چربی‌های خون مهم است، ولی کاهش وزن لازمه تغییرات در لیپوپروتئین‌های پلازما نیست؛ ثالثاً، تمرینات هوازی و قدرتی بر نیم رخ لیپیدی (به‌ویژه HDL) در افرادی که مقدار طبیعی و نرمال از TG دارند تأثیر زیادی نخواهد داشت. به‌عبارتی، تمرین بیشتر نیمرخ لیپیدی افرادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که از مقدار پایه LDL, TG بالاتر یا HDL پایین‌تری برخوردار باشند [۲۵].

مقایسه نتایج بررسی‌ها پژوهش حاضر نشان داد که همراه کردن تمرین با مصرف مکمل کورکومین در کاهش تری‌گلیسیرید بیشتر است ولی اعمال تمرین به‌تنهایی بیشترین نقش در کاهش تری‌گلیسیرید دارد. از عوامل احتمالی تأثیرگذار در کاهش تری‌گلیسیرید در اثر فعالیت بدنی، بالا بودن نسبی مقدار اولیه آن در آزمودنی‌های پژوهش حاضر بوده است. علاوه بر آن گفته می‌شود که مقادیر پایه تری‌گلیسیرید احتمالاً شاخص خوبی برای اثر معنادار فعالیت بدنی در تنظیم غلظت تری‌گلیسیرید پلازما باشد. افرادی که دارای مقادیر پایین HDL همراه با مقدار تری‌گلیسیرید بالا هستند نشان داده شده که تأثیر فعالیت بدنی بر چربی‌های پلازما در آنها بیشتر بوده است. بنابراین تغییرات تری‌گلیسیرید و کلسترول احتمالاً ناشی از بهبود سازوکار برداشت و مصرف آنها در بافت عضله در اثر تمرین است [۲۶]. جذب دهانی پایین کورکومین، انحلال‌پذیری پایین آن در شرایط اسیدی و خنثی، حذف سریع آن از سیستم گردش خون و پایین آمدن زیست دسترس‌پذیری آن، از فوایدی بوده است که سازمان WHO و FAO توصیه می‌کند که باید از طریق رژیم غذایی روزانه به بدن برسد [۳۹]. تحقیقات انجام‌گرفته در خصوص اثر کورکومین روی غلظت پروتئین‌های لیپیدی در رژیم هیپرکلسترولمیک، کاهش در میزان کلسترول، تری‌گلیسیرید و LDL مشاهده شده و بدین ترتیب کورکومین را در

ردیف یک عامل آنتی هیپرلیپیدمیک خوب معرفی می‌کند. کاهش کلسترول، LDL و تری گلیسیرید را می‌توان ناشی از فیبر موجود در کورکومین یا تأثیر اسیدهای چرب غیراشباع دانست. فیبر موجود در کورکومین احتمالاً با اتصال به کلسترول موجود در رژیم غذایی از جذب کلسترول از گوارش جلوگیری کرده و از این طریق موجب کاهش کلسترول و LDL شده است [۴۰].

آل موسلجی^۱ و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق انجام‌گرفته روی زردچوبه در موش‌های صحرایی دریافت‌کننده رژیم پرچرب، کاهش در میزان کلسترول، تری گلیسیرید، LDL، همراه با افزایش در HDL و افزایش ملایمی در مقادیر T3 و T4 را مشاهده کردند [۲۷]. محققان معتقدند که مقادیر طبیعی لیپیدی پیش از تمرین سبب می‌شود تا تغییرات ایجادشده بر اثر ورزش چشمگیر نباشد و بیشترین بهبود ایجادشده در پروفایل لیپیدی در افرادی مشاهده می‌شود که مقادیر لیپیدی بالایی داشته باشند [۴۲]. فعالیت بدنی هوازی به‌همراه مصرف مکمل کورکومین اکسیداسیون چربی کل بدن را در بافت چربی و عضلانی افزایش می‌دهد که به کاهش تری گلیسیرید منجر می‌شود. در این خصوص دولتی و همکاران (۲۰۲۳) با بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات هوازی به‌همراه مکمل‌سازی کورکومین (۵۰۰ میلی‌گرم در روز) در زنان سالم دارای اضافه وزن و چاق کم‌تحرک گزارش کردند که کاهش وزن، سطح قند خون ناشتا و افزایش سطوح در گردش HDL روی داده است [۲۸].

نتایج یافته‌ی بعدی پژوهش حاضر نشان داد که بین چهار هفته تمرین هوازی موزون با و بدون مکمل‌سازی کورکومین بر غلظت سرمی شاخص استرس اکسایشی MDA تفاوت معناداری وجود ندارد، ولی بر غلظت سرمی شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام TAC تفاوت معناداری وجود دارد. به این صورت که مقدار TAC در گروه تمرین هوازی با مکمل نسبت به تمرین هوازی بدون مکمل کاهش بیشتری داشته است. بنابراین می‌توان گفت که چهار هفته تمرین هوازی موزون با و بدون مکمل‌سازی کورکومین، نتوانسته است تغییرات معناداری بر میزان شاخص استرس اکسایشی MDA زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق ایجاد کند. اگرچه هنوز اطلاعات دقیقی از سازوکار اثر ورزش بر استرس‌های اکسیداتیو وجود ندارد، اما برخی محققان معتقدند ورزش منظم و طولانی‌مدت با کاهش بیماری‌های وابسته به استرس اکسیداتیو همراه است و متوسط طول عمر را افزایش می‌دهد و دلیل این مزیت را می‌توان سازگاری ورزش با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در حین ورزش دانست [۴۵].

طبق پژوهش‌های گزارش‌شده به‌نظر می‌رسد شدت فعالیت‌های ورزشی عامل مهم و اثرگذاری بر تغییرات آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است، به‌طوری‌که در اغلب مطالعاتی که یافته‌های آنها حاکی از تأثیرات ضد اکسایشی تمرینات ورزشی است، شدت تمرینات به کار بالا بوده است؛ با وجود این باید این نکته را مورد توجه قرار داد که پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی به فعالیت‌های ورزشی حاد و شدید متفاوت از فعالیت‌های ورزشی بلندمدت است، به‌طوری‌که فعالیت‌های ورزشی حاد و شدید به افزایش استرس اکسیداتیو منجر می‌شود، اما فعالیت‌های ورزشی منظم و بلندمدت از طریق افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی به کاهش استرس اکسیداتیو منجر خواهد شد [۴۷] همچنین باید در نظر گرفت که هنگام فعالیت‌های ورزشی شدید مصرف اکسیژن در بدن حدود ۱۰-۸ برابر افزایش می‌یابد. به همین دلیل با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد به‌علت افزایش مصرف اکسیژن ممکن است ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن تضعیف شود، در خصوص سازوکار تأثیرات ضد اکسایشی فعالیت‌های ورزشی بیان شده است که فعالیت‌های ورزشی با چندین سازوکار از جمله نشت اکسیژن از زنجیره انتقال الکترونی، سوخت‌وساز پروستاگلندین، فعالیت گزانتین اکسیدازها و ماکروفازها و افزایش فعالیت کاتکولامین‌ها ممکن است بر فرایندهای بروز فشار اکسایشی تأثیر بگذارد [۳۳]. در زمینه پاسخ آنزیم‌های ضد اکسایشی نسبت به فعالیت‌های ورزشی باید گفت احتمالاً همراه با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد، سازگاری‌هایی در میزان تولید و فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی سلول‌ها رخ می‌دهد که آثار نامطلوب آن را خنثی می‌کند. همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسایشی سازگاری شناخته‌شده‌ای نسبت به تمرینات استقامتی است که موجب استفاده بیشتر گلوکوتایون پراکسیداز در سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی بدن می‌شود، ولی سازوکارهای این دو روش هنوز مشخص نشده‌اند، اما این سازگاری‌های به‌ظاهر متناقض، تغییراتی هستند که با فعالیت‌های ورزشی رخ می‌دهند [۴۸]. همچنین نتایج این تحقیق حاضر نشان داد مصرف کورکومین اثر معناداری بر کاهش MDA نان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق نداشت. تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که فاکتورهای غذایی نقش مهمی را در بالا بردن توانایی بدن برای سم‌زدایی مواد شیمیایی و داروها ایفا می‌کنند. در تحقیقات متعددی تأثیرات آنتی‌اکسیدانی، ضدسمیت و ضدالتهاب کورکومین گزارش شده

¹. El-Moselhy

است و همچنین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی توانایی جمع‌آوری و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد نظیر گونه‌های اکسیژن فعال را داراست. کورکومین از طریق جمع‌آوری و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و مهار آنزیم‌های اکسیداتیو مانند سیتوکروم P450 دارای اهمیت است [۵۰]. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد کورکومین بیان گلوکوتایون داخل سلولی را افزایش می‌دهد و از طریق اتصال به آهن می‌تواند اثر آنتی-اکسیدانی خود را القا کند. همچنین با القای آنزیم همواکسیژناز (HOMX) نقش محافظتی در برابر استرس‌های اکسیدان دارد [۵۱]. کورکومین به دلیل دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی از طریق جمع‌آوری، خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و از دسترس خارج کردن آنها برای واکنش‌های اکسیداتیو، مهار آنزیم‌های اکسیداتیو مانند سیتوکروم P450 تعامل با آبشارهای اکسیداتیو و ممانعت از به نتیجه رسیدن این واکنش‌ها، شلاته کردن یون‌های فلزی مانند آهن و ممانعت از بروز خواص اکسیداتیو آنها عمل می‌کند [۲۹]. همچنین گزارش شده است خواص آنتی‌اکسیدانی کورکومین توسط ناحیهٔ بتا دی کتون‌ی آن و تشکیل رادیکال‌های نسبتاً پایدار به‌دلیل ساختاری بندهای دوگانه مزدوج آن انجام می‌گیرد [۳۰].

همچنین بررسی پژوهش‌ها گزارش شده نشان می‌دهد فعالیت‌های ورزشی، فعالیت آنزیمی آنتی‌اکسیدانی بافت‌ها را با توجه به نوع پروتکل ورزشی، حجم تمرین، وجود دوره‌های استراحت بین برنامه‌های تمرینی تغییر می‌دهد. گزارش شده است که تمرینات شدید همراه با استراحت ناکافی به تحریک نوتروفیل‌ها منجر می‌شود، نوتروفیل‌ها می‌توانند موجب تولید گونه‌های آزاد اکسیژن و در نهایت ایجاد یا افزایش فشار اکسایشی شوند [۵۷، ۵۸]. از این رو بر طبق نظریهٔ هورمسیس می‌توان گفت که اگرچه در پژوهش حاضر تمرین هوازی با و بدون مصرف کورکومین در زنان غیرفعال چاق اثرات ضداکسایشی نداشته است که احتمالاً دلیل ناهم‌سویی یافتهٔ حاضر با بیشتر پژوهش‌های ذکر شده نوع پروتکل ورزشی، حجم تمرین و میزان دوز مصرف کورکومین بوده است. با وجود تأکید به آزمودنی‌ها در جلسهٔ هماهنگی مبنی بر عدم دستکاری رژیم غذایی قبلی و فعالیت جسمانی روزمره کنترل دقیقی بر این موضوعات نبوده و همین‌طور عدم استفاده از دارونما از محدودیت‌های تحقیق حاضر بود. تمرینات هوازی به‌همراه مصرف کورکومین که در این تحقیق پیشنهاد و اجرا شده، تغییرات مطلوبی را در برخی شاخص‌های نیمرخ لیپیدی (TG, LDL, HDL) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (TAC) و کلسترول خون زنان غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق ایجاد کرده که احتمالاً می‌تواند برای پیشگیری و درمان بیماری‌های قلبی-عروقی و همچنین بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی زنان چاق غیرفعال مفید باشد، هرچند نیاز به تحقیقات بیشتری است. اما می‌توان چنین پروتکلی را با احتیاط و با رعایت جوانب تمرینی و پزشکی به زنان دارای اضافه وزن و چاق زیر نظر مربی با تحصیلات رشتهٔ فیزیولوژی ورزشی و پزشک ناظر تجویز کرد.

تقدیر و تشکر

از تمامی افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، سپاسگزاریم.

References

- [1] Sadeghi F, Miri N, Barikani A, Hossein Rashidi B, Ghasemi Nejad A, Hojaji E, et al. Comparison of Food intake, physical activity and weight in infertile and healthy women aged 25-40 years. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2015;18(173):32-40.
- [2] Bonyadi M, Abedi B. The effect of aerobic training and pomegranate supplementation on lipid peroxidation and some adhesion molecules in obese women. *Health and Development Journal*. 2020;8(4):371-83.
- [3] Banaei A, Soheili SH, Eslami R, Izadi M. Effects of six week of aerobics training on level of IL-10 and lipid profile in obese women. 2014; 6 (1): 14-19. [In Persain]
- [4] Ammar A, Trabelsi K, Boukhris O, Glenn JM, Bott N, Masmoudi L, Hakim A, Chtourou H, Driss T, Hoekelmann A, El Abed K. Effects of aerobic-, anaerobic-and combined-based exercises on plasma oxidative stress biomarkers in healthy untrained young adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020 Apr;17(7):2601.
- [5] Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Pažanin S, Šarolić A, Domijan A-M, Flajs D, et al. Assessment of cytogenetic damage and oxidative stress in personnel occupationally exposed to the pulsed microwave radiation of marine radar

- equipment. *International Journal of hygiene and environmental health*. 2011;214(1):59-65. doi: 10.1016/j.ijheh.2010.08.003.
- [6] Shepherd SO, Wilson OJ, Taylor AS, Thøgersen-Ntoumani C, Adlan AM, Wagenmakers AJ, et al. Low-volume high-intensity interval training in a gym setting improves cardio-metabolic and psychological health. *PloS one*. 2015;10(9):e0139056. doi: 10.1371/journal.pone.0139056.
- [7] Youssef H, Groussard C, Lemoine-Morel S, Jacob C, Moussa E, Fazah A, et al. Aerobic training suppresses exercise-induced lipid peroxidation and inflammation in overweight/obese adolescent girls. *Pediatric exercise science*. 2015;27(1):67-76. doi: 10.1123/pes.2014-0008.
- [8] Stošić D, Uzunović S, Veličković S, Živković M, Petrović V, Marković J. Effects of dance aerobic on body composition. *Book of Proceedings" Fis Communications*. 2015:218-26.
- [9] Jose R. Effect Of Aerobic Dance Training On Selected Physiological Variables Of College Men. 2022:218-26.
- [10] Uzunovic S, Kostic R, Zivkovic D. Effects of two different programs of modern sports dancing on motor coordination, strength, and speed. *Medical problems of performing artists*. 2010;25(3):102-9.
- [11] Ativie R, Aigbiremolen A, Ohwin P, Okemuo A, Odigie O, Agono J, et al. Modulations of 8-Week Aerobic Dance Exercise on Selected Anthropometric Indicators in Overweight and Obese Females. *Journal of Applied Life Sciences International*. 2018:1-8.
- [12] Tladi D, Onyewadume I, Hubona O. Effects of a 12-week worksite aerobic dance programme on blood glucose and lipids in public service employees. *African Journal for Physical Activity and Health Sciences (AJPHE)*. 2019;25(4):533-46.
- [13] Okdan B, Nalcakan GR, Onur E, Oran A, Nalcakan M. effect of folk dance training on blood oxidative stress level, lipids, and lipoproteins. *Polish Journal of Sport and Tourism*. 2016;23(3):133-9. doi.10.1136/bjsports-2016-097120.40
- [14] Porasgari Z, Sakri H, Arshadi S. The effect of eight weeks of Pilates with curcumin supplementation on liver enzymes and lipid profile in overweight and obese women. *Obesity Medicine*. 2022;36:100448. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2022.100448>
- [15] nameni f, nuranipilehrud m. Comparing the Effects of Curcumin Supplementation and that of L-Carnitine Supplementation on Superoxide Dismutase, Glutathione Peroxidase, Catalase and Glutathione Reductase after Acute Exercise. *complementary Medicine Journal*. 2019;8(4):3517-30.
- [16] Gorzi A, Tofighi A, Amiri B. The effects of curcumin supplementation on oxidative stress induced during strenuous endurance training on the kidney and lung tissues. *SJKU* 2018; 23 (5) :1-11. [In Persain]
- [17] Kapakos G, Youreva V, Srivastava AK. Cardiovascular protection by curcumin: molecular aspects. 2012.
- [18] Hossini S. Effects of aerobic exercise and curcumin on apoptosis: A review. *Pars Journal of Medical Sciences*. 2022;16(2):58-66.
- [19] Gorzi A, Kazemzadeh Y, Ahmadi P. The effect of length of curcumin supplementation on antioxidant capacity of adolescent taekwondo players. *Sport Physiology*. 2016;8(29):131-44.
- [20] Nakhostin Roohi B, Nasirvand Moradlou A, Bolboli L. Influence of curcumin supplementation on exercise-induced oxidative stress. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2017;8(1):12-17.
- [21] Takahashi M, Suzuki K, Kim H, Otsuka Y, Imaizumi A, Miyashita M, et al. Effects of curcumin supplementation on exercise-induced oxidative stress in humans. *International journal of sports medicine*. 2014;35(06):469-75. doi: 10.1055/s-0033-1357185.
- [22] Salimi Avansar M. The effects of eight weeks interval training and curcumin consumption on TNF- α and BDNF levels in men with metabolic syndrome. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*. 2017;17(3):299-310.
- [23] Goodarzi F, Abednazari H, Ebrahim K. The Effect Of Eight Weeks Of A Selected Aerobic Exercise On The Lipid Profile And The Ratio Of Triglycerides To Hdl-Cholesterol In Obese Adolescent Girls. 2015.
- [24] Jamshidi Rad F, Nikoofar M, Naye bifar S. Effectiveness of Eight Weeks Aerobic Training and Nano Curcumin Supplementation on Serum Amyloid A Protein Content and Body Composition in Overweight and Obese Women. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*. 2020;12(2):1-8.
- [25] Hasani-Ranjbar S, Jouyandeh Z, Abdollahi M. A systematic review of anti-obesity medicinal plants-an update. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2013;12:1-10.
- [26] Kulie T, Slattengren A, Redmer J, Counts H, Eglash A, Schrager S. Obesity and women's health: an evidence-based review. *The Journal of the American Board of Family Medicine*. 2011;24(1):75-85.

- [27] El-Moselhy MA, Taye A, Sharkawi SS, El-Sisi SF, Ahmed AF. The antihyperglycemic effect of curcumin in high fat diet fed rats. Role of TNF- α and free fatty acids. *Food and Chemical Toxicology*. 2011;49(5):1129-40.
- [28] Dolati S, Namiranian K, Amerian R, Mansouri S, Arshadi S, Azarbayjani MA. The effect of curcumin supplementation and aerobic training on anthropometric indices, serum lipid profiles, C-reactive protein and insulin resistance in overweight women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of obesity & metabolic syndrome*. 2020;29(1):47.
- [29] Lawler PR, Akinkuolie AO, Harada P, Glynn RJ, Chasman DI, Ridker PM, et al. Residual risk of atherosclerotic cardiovascular events in relation to reductions in very-low-density lipoproteins. *Journal of the American Heart Association*. 2017;6(12):e007402.
- [30] Rad LS, Gholami M. Impact of exercise training and/or diet on the lipoprotein–lipid profiles in young overweight women. *British Journal of Sports Medicine*. 2010;44(14):i20-i.