

The effect of a course of capsaicin supplementation following an intense interval training session on oxidative and antioxidant indices in female athletes¹

Mohsen Akbarpour, Mehdi Fahimi*, Mojgan Soleimani, Fatemeh Rahimi, Ali Ramezanpour Mahlabani

Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Qom University, Qom, Iran

Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Qom University, Qom, Iran

Master of Science, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Qom University, Qom, Iran

Master of Science, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Qom University, Qom, Iran

Master of Science, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Qom University, Qom, Iran

Abstract

Introduction

The human body protects itself against free radicals through the antioxidant system and its related enzymes. In fact, this antioxidant system includes compounds called antioxidants that inhibit oxidation in body cells and prevent or delay the occurrence of some types of cell damage. Antioxidant enzymes are also the body's first line of defense against the attack of various types of reactive oxygen radicals. In this regard, the three main antioxidant enzymes that can be mentioned are superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GSH-PX) (4). Given the relationship between free radical production and exercise, as well as the importance and role of antioxidant compounds in exercise, strategies to combat free radical production and the associated metabolic risks have been considered. One of the issues that has attracted the attention of experts and athletes in this regard is the effects of exercise, diet, and herbal supplements that may lead to changes in antioxidant function in the body.

One of the phenolic compounds that can be mentioned is capsaicin (CAP), which is one of the main components found in red pepper and is the cause of its pungency. Capsaicin has attracted a lot of attention due to its extensive medicinal properties, including analgesic, anticancer, anti-

¹ **Received:** 2025/02/28; **Revised:** 2025/03/30; **Accepted:** 2025/05/08; **Published online:** 2025/07/11



inflammatory, and anti-obesity antioxidant activities (11). Capsaicin is also one of the important supplements and mediators in the response to muscle damage, and its compounds reduce heart and liver inflammation, liver fat, and cardiac collagen (11).

Therefore, given the importance of health and improving athletic performance of athletes, and given the small number of studies on the effect of capsaicin supplementation in athletes based on the type of activity, and given the existence of contradictory results and the lack of sufficient research on the effect of capsaicin supplementation on oxidative and non-oxidative indices, the question arises whether the use of capsaicin supplementation following an intense interval training session can lead to changes and improvements in oxidative and anti-oxidative indices in female athletes? Therefore, the researcher intends to study the effect of capsaicin supplementation following an intense interval training session on oxidative and anti-oxidative indices in female athletes in this study.

Materials and Methods

This study was conducted with a randomized, two-group, two-stage pre- and post-test measurement. The statistical population of this study included 97 female athletes with a training history of more than one year in the field of fusion fitness (at least one year of continuous training, three days a week, at least two hours of training per day) as the research sample, who were randomly divided into two groups of capsaicin supplement (10 people) and placebo (10 people).

Research protocol

The training protocol was performed alternately by performing two stages of the Rest Test (Rast), once in the pre-test phase and once in the post-test phase, each time over 6 distances of 35 meters with a 10-second recovery rest interval. In the first or pre-test phase, after warming up and performing the necessary exercises, the subjects performed the first stage of the intermittent training protocol of the Rest Test and with a 30-minute rest interval, blood was drawn from them. Then, the subjects in the supplement group consumed one capsaicin capsule daily for 10 days. It should be noted that the capsaicin supplement was in the form of a dietary supplement and capsule containing 500 mg of capsaicin extract under the brand name Cayenne, produced by Food Now, USA. Also, during this time period, the placebo group received the same amount of starch placebo. In the second or post-test phase, the subjects in both groups performed the second phase of the interval training protocol after warming up, the rest test, and blood samples were taken 30 minutes apart. In these blood samples, the enzymes malondialdehyde, superperoxidase, and glutathione peroxidase were examined after training. It should be noted that a food recall questionnaire was distributed to all participants in both groups, ensuring that dietary intake was the same between the research groups.

Results

Based on the findings of the independent t-test between groups, the results showed that there was a significant difference ($P = 0.05$) in the levels of superoxide dismutase ($P = 0.015$), glutathione peroxidase ($P = 0.04$), and malondialdehyde ($P = 0.77$) between the two research groups. While in the intragroup assessment, the level of superoxide dismutase increased by 10.78% from pre-test to post-test in the supplement group and decreased by 5.7% in the placebo group. These intragroup changes using the dependent t-test in the supplement group showed a significant increase from pre-test to post-test ($P = 0.014$), but in the placebo group, these changes were not significant from pre-test to post-test ($P = 0.857$). Also, the level of glutathione peroxidase, based on the results obtained in the supplement group, the average level of blood glutathione peroxidase increased significantly, while this level decreased in the placebo group, which is not significant according to the results ($P = 0.197$), which is the increase in blood glutathione peroxidase in the supplement group by 17.6% and its decrease in the placebo group by 16.37%. Also, the level of malondialdehyde in the supplement group decreased by 0.78% and in the placebo group by 5.17%, which was not significant in any of the groups. ($P > 0.05$).

Discussion

This study was conducted with the general aim of determining the effect of capsaicin consumption following an intense interval training session on some oxidative and antioxidant indices of female athletes. The results of this study

This study showed that taking capsaicin supplements after a period of interval training led to an increase in the levels of superoxide dismutase and glutathione peroxidase and a decrease in the levels of malondialdehyde in blood plasma. In other words, after a period of ten days of taking capsaicin supplements, the results indicate that an increasing effect has occurred in the amount of SOD in plasma. The results of this study are consistent with the research of Azizbeigi et al. (2019) (14). Therefore, regular resistance training balances the oxidant system and strengthens the antioxidant system in the body and plays a significant role in preventing serious damage caused by oxidative stress. Since acute and long-term performance of high-intensity strength and interval training causes oxidative stress in most peripheral tissues of the body, the antioxidant properties of capsaicin and combating free radicals increase antioxidant enzymes and reduce malondialdehyde levels as an indicator of oxidative stress. Since capsaicin is from the family of amidated polyphenolic compounds and phenolic compounds are an important group of secondary metabolites that are produced by plants in the process of plant growth under biotic and abiotic stress conditions and are strong antioxidants, they can protect various biochemical components of the human body against oxidative stress conditions and inhibit them and inhibit oxidative chain reactions of reactive mobile free radicals. Also, in this study, an increase in the average amount of SOD enzyme was observed in the supplement group and in the post-test phase. Considering the antioxidant effects and properties of capsaicin supplement in reducing oxidative stress and increasing antioxidant capacity that inhibits the

synthesis of free radicals and inactivates them, it can be justified. As a result, capsaicin supplement increased the activity of the antioxidant enzyme SOD and therefore can reduce part of the oxidative damage caused by exercise.

In addition, in this study, a significant difference was observed in the post-test phase between the two supplement and placebo groups in terms of GPX values ($P=0.004$). While this difference was not significant in the pre-test phase, and this level did not show a significant change in the placebo group either. Research conducted in this regard has reported that the content of the glutathione peroxidase enzyme increases as a result of exercise. Increased muscle enzyme activity has also been reported as a good indicator indicating muscle damage related to oxidative stress. Antioxidant supplementation can improve physical exercise performance and reduce long-term exercise-related injuries (15). In this study, considering the antioxidant effects and properties of capsaicin supplementation in reducing oxidative stress and increasing antioxidant capacity, the increase in the mean amount of GPX enzyme in the supplement group and in the post-test phase is justified.

Conclusion

The results of this study showed that the use of capsaicin supplementation after a period of intense interval training leads to an increase in SOD and GPX levels and a decrease in MDA levels in blood plasma. Since acute and long-term implementation of high-intensity strength and interval training causes oxidative stress in most peripheral tissues of the body, the antioxidant properties of capsaicin and the fight against free radicals lead to an increase in antioxidant enzymes and a decrease in MDA levels as an indicator of oxidative stress. Therefore, according to the results of this study, it can be recommended to athletes and trainers to consume capsaicin supplements in order to reduce oxidative stress and improve antioxidant indices.

تاثیر مصرف یک دوره مکمل کپسایسین متعاقب یک جلسه تمرین تناوبی شدید بر شاخص‌های اکسایشی و ضد اکسایشی در زنان ورزشکار^۱

محسن اکبرپور، مهدی فهیمی*، مژگان سلیمانی، فاطمه رحیمی، علی رمضان پور مهربانی

دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران
استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران
کارشناس ارشد گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران
کارشناس ارشد گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران
کارشناسی ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران

چکیده

رژیم غذایی حاوی ترکیبات پلی فنولی بالا می‌تواند شرایط آنتی اکسیدانی بدن را بهبود داده و آسیب اکسیداتیو ناشی از ورزش و ترشح سیتوکین‌های پیش التهابی را کاهش دهد. با توجه به این موضوع هدف از تحقیق حاضر مقایسه تاثیر مصرف یک دوره مکمل کپسایسین متعاقب یک جلسه تمرین تناوبی شدید بر شاخص‌های اکسایشی و ضد اکسایشی در زنان ورزشکار است. بدین منظور ۲۰ زن ورزشکار با میانگین سنی ۵/۱۴ ± ۳۲/۸۰ سال، قد ۱/۶۲ ± ۰/۰۰۴ متر، وزن ۶۴ ± ۶/۵۳ کیلوگرم و شاخص توده بدن ۲۲/۹۹ ± ۲/۹۶ کیلوگرم بر مترمربع که داوطلب شرکت در پژوهش بودند به صورت تصادفی انتخاب و در دو گروه مکمل کپسایسین و دارونما تقسیم شدند. مکمل کپسایسین به صورت مکمل غذایی و کپسول حاوی ۵۰۰ میلی گرم عصاره کپسایسین با نام تجاری Cayenne محصول شرکت Food Now آمریکا بود که بوسیله گروه مکمل، روزانه یک عدد کپسول کپسایسین به مدت ۱۰ روز مصرف شد. عمل خونگیری، ۳۰ دقیقه پس از پایان پروتکل تمرینی و تست‌های آزمایشی، در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون از ورزشکاران گرفته شد و سطوح فاکتورهای سوپر پراکسیداز، گلوکاتایون پراکسیداز

^۱ تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۴/۰۱/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۸؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۲۰



و مالون دی آلدئید مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مصرف مکمل کپسایسین پس از یک دوره تمرینات تناوبی، منجر به افزایش معنی دار میزان SOD ($P=0.014$) و GPX ($P=0.011$) و کاهش مقادیر MDA ($P=0.92$) در پلاسما خون گردید. از آنجایی که اجرای حاد و طولانی مدت تمرینات تناوبی با شدت بالا موجب بروز فشار اکسایشی در اغلب بافت‌های محیطی بدن میشود، لذا خواص آنتی اکسیدانی کپسایسین و مقابله با رادیکالهای آزاد موجب افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و کاهش سطوح MDA به عنوان شاخص استرس اکسیداتیو می گردد. از آنجایی که مکمل کپسایسین از خانواده پلی فنولیک آمید است و ترکیبات فنولی یک گروه مهم از متابولیت‌های ثانویه می باشند و به عنوان آنتی اکسیدان‌های قوی هستند و میتوانند از اجزای مختلف بیوشیمیایی بدن انسان در برابر شرایط استرس اکسیداتیو محافظ کرده و با مهار آنها و مهار واکنشهای زنجیره ای اکسیداتیو رادیکال‌های آزاد سیار واکنشی تولید کنند. بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش میتوان به جهت کاهش فشار اکسایشی و بهبود شاخص‌های آنتی اکسیدانی به ورزشکاران و مربیان مصرف مکمل کپسایسین را توصیه کرد. از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به عدم کنترل شرایط ژنتیکی، روحی و روانی آزمودنی‌ها، عدم کنترل فعالیت‌های خارج از برنامه و عدم کنترل رژیم غذایی و مصرف دارو و تأثیرات احتمالی آن بر نتایج تحقیق اشاره کرد. با توجه به نبود پژوهش‌های مرتبط در این زمینه پیشنهاد می شود که تکرار این پژوهش با توجه به رده‌های سنی مختلف و جنسیت، به عنوان متغیرهای تأثیر گذار انجام گردد. همچنین پیشنهاد می شود با تغییر در نوع برنامه ی تمرینی و بکار گیری سیستم‌های تمرینی دیگر تفاوت‌های موجود در تحقیقات آتی بررسی گردد. بعلاوه میتوان تأثیر مکمل کپسایسین را بر روی سایر شاخص‌های آسیب اکسیداتیو مورد مطالعه قرار داد. لازم به ذکر است که استفاده از کپسایسین و خواص درمانی آن برای کاهش دردهای عضلانی برای تمرین نکرده ها نیز روش خوبی جهت کاهش مشکلات ناشی از کوفتگی عضلانی تاخیری می باشد، بنابراین پیشنهاد می شود تأثیر استفاده از ترکیب چند مکمل برای رفع کوفتگی عضلانی تاخیری نیز مورد بررسی قرار گیرد.

کلید واژه ها: تمرین تناوبی شدید، مکمل کپسایسین، اکسایشی، ضد اکسایشی، ورزشکار

مقدمه

ورزش جز اصلی زندگی انسان ها است و قسمت مهمی از فعالیت های روتین روزانه تا فعالیت های شدید ورزشی را در بر میگیرد، که شامل تغییرات بیولوژیکی مهمی از قبیل بالا رفتن متابولیسم و همینطور تولید رادیکال های آزاد در زمان فعالیت ورزشی است. رادیکال های آزاد اتم یا گروهی از اتم های بسیار واکنش پذیر هستند که یک یا چند الکترون جفت نشده دارند و تولید این رادیکال ها در اثر فرآیند طبیعی واکنش های متابولیسمی بدن صورت میگیرد (Deaton & Marlin, 2003; Radák, 2000). انواع رادیکال های آزاد شامل گونه های اکسیژن فعال (ROS)^۱، گونه های نیتروژن فعال (RNS)^۲ و گونه های سولفور فعال (RS)^۳ می باشند. سوبسترای گونه های اکسیژن فعال شامل کربوهیدرات ها، پروتئین ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک هستند که منجر به اکسیدشدن این مواد شده و همینطور باعث غیرفعال شدن آنزیم ها و آشفتهگی غشاهای زیستی می شوند. در اثر این کنش و واکنش ها، اکسیدشدن سوبستراها باعث دگرگونی اطلاعات ژنتیکی و هویت طبیعی پروتئین ها، غیرفعال شدن آنزیم ها، آشفتهگی غشاهای زیستی و زمینه ظهور خیلی از بیماری های قلبی و عروقی، سرطان ها، دیابت و غیره می شوند. اکسیژن در دسترس، تولید رادیکال های آزاد از نوع گونه های اکسیژن فعال را زیاد می کند و در طول فعالیت های با شدت بالا، که با زیاد شدن اکسیژن مصرفی مواجه هستیم، تولید آن ها به چند برابر حالت استراحت می رساند (Radák, 2000; Sawada et al., 2023). با این وجود بدن انسان از طریق سیستم ضد اکسایشی و آنزیم های مربوط به آن، در مقابل رادیکال های آزاد از خود محافظت می کند. در واقع این سیستم ضد اکسایشی ترکیباتی به نام آنتی اکسیدان ها را شامل میشود که اکسیداسیون را در سلول های بدن مهار و از بروز برخی از انواع آسیب های سلولی جلوگیری میکند یا آنها را به تاخیر می اندازد. همچنین آنزیم های ضد اکسایشی اولین خط دفاعی بدن در مقابل هجوم انواع رادیکال های فعال اکسیژن میباشد. در این خصوص سه آنزیم ضد اکسایشی اصلی که میتوان به آن اشاره کرد عبارتند از سوپراکسید دیسموتاز (SOD)^۴، کاتالاز (CAT)^۵ و گلووتاتیون پراکسیداز (GSH-PX)^۶ می باشند (Maciejczyk et al., 2024). این سه آنزیم، بویژه سوپراکسید دیسموتاز و گلووتاتیون پراکسیداز در حفظ شرایط فیزیولوژیکی سلول، بسیار مهم هستند (Ji, 1999). همچنین آنزیم های آنتی اکسیدانی بافتی از جمله کاتالاز و گلووتاتیون، جزء مهمی از خط دفاعی بافت قلب در برابر عوارض استرس اکسیداتیو میباشد (Tsutsui et al., 2010). با توجه به ارتباط بین تولید رادیکال های آزاد و فعالیت ورزشی و همچنین توجه به اهمیت و نقش ترکیبات آنتی اکسیدانی در فعالیت های ورزشی، راهکار های مقابله با تولید رادیکال های آزاد و خطرات متابولیک همراه با آن مورد توجه قرار گرفته است. یکی از مواردی که در این خصوص توجه متخصصین و ورزشکاران را به خود جلب کرده است اثرات

¹ Reactive Oxygen Species

² Reactive Nitrogen Species

³ Reactive Sulfur

⁴ Superoxide dismutase

⁵ Catalase

⁶ Glutathion peroxidase

ورزش، رژیم غذایی و مکمل‌های گیاهی می‌باشد که ممکن است منجر به تغییر عملکرد انتی اکسیدان‌ها در بدن شود. از جمله شرایطی که منجر به افزایش رادیکال‌های آزاد می‌شود، انجام فعالیت‌های بدنی شدید است که برای مقابله با آن آنزیم‌های ضد اکسایشی وارد عمل می‌شوند. لذا با توجه به برابری کوچکی که بین تولید رادیکال‌های آزاد و مواد ضد اکسایشی در سیستم‌های بیولوژیکی بدن وجود دارد، فعالیت‌های بدنی مثل برخی بیماری‌ها می‌توانند این بالانس را به سمت تولید رادیکال‌های آزاد زیادتری برده. با این وجود علی‌رغم افزایش رادیکال‌های آزاد به دنبال تمرینات ورزشی به ویژه تمرین‌های هوازی و تغییرات مقادیر اکسایشی و ضد اکسایشی در زمان تمرین و بعد از تمرین‌های ورزشی، هنوز قابل تشخیص نیست که اجرای یک جلسه تمرین ورزشی پر شدت (HIIE)^۱ انفجاری تا چه مقداری قادر است بر سیستم ضد اکسایشی اثر گذاشته و آن را کارآمد کند (Lau et al., 2001). در بیشتر پژوهش‌هایی که روی مردان فعال انجام شده، گزارش شده است که بر اثر یک جلسه فعالیت ورزشی شدید تغییر معنی‌داری در فعالیت کاتالاز رخ نمی‌دهد (Sheikholeslami-Vatani et al., 2008). همچنین در پژوهش دیگری که روی مردان فعال انجام شده است نشان داده شد که یک جلسه فعالیت ورزشی شدید و کوتاه مدت فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را در برخی از بافت‌های بیولوژیکی بدن از جمله قلب و کبد و پلاکت‌های خون و گلبول قرمز و عضله اسکلتی بالا می‌برد (Sheikholeslami-Vatani et al., 2008). اما پاسخ گلوکوتاتیون پراکسیداز در عضله اسکلتی مردان فعال به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید کوتاه مدت همسان نبوده است (Bogdanis et al., 2013). چندین پژوهش نشان دادند که هیچ تغییری در فعالیت این آنزیم به یک جلسه ورزش شدید وجود ندارد در حالی که برخی از پژوهش‌ها افزایش معنی‌داری در فعالیت گلوکوتاتیون پراکسیداز عضله را گزارش کردند (Sarkar et al., 2021). لذا با توجه به اثر فعالیت‌های ورزشی بویژه فعالیت‌های با شدت بالا بر بروز فشار اکسایشی به کارگیری روش‌هایی که بتواند اثر فعالیت ورزشی شدید را بر بروز فشار‌های اکسایشی بکاهد حائز اهمیت است. بنابراین بر این اساس برخی محققان استفاده از مکمل‌های گیاهی و ترکیبات آن را به عنوان روشی برای مقابله با تولید رادیکال‌های آزاد و افزایش شاخص‌های ضد اکسایشی مورد توجه قرار داده‌اند. از جمله‌ی این ترکیبات، میتوان به ترکیبات فنولی اشاره کرد. ترکیبات فنولی یک گروه مهم از متابولیت‌های ثانویه است و به عنوان آنتی اکسیدان‌های قوی عمل می‌کنند که می‌توانند از اجزای مختلف بیوشیمیایی بدن انسان در برابر شرایط استرس اکسیداتیو محافظت کرده و با مهار واکنش‌های زنجیره‌ای اکسیداتیو و رادیکال‌های آزاد سیار واکنشی تولید کنند. یکی از ترکیبات فنولی که میتوان از آن نام برد کپسایسین (CAP)^۲ است که از ترکیبات اصلی موجود در فلفل قرمز و عامل تندی آن می‌باشد. کپسایسین به دلیل خواص دارویی گسترده از جمله فعالیت‌های ضد دردی ضد سرطان و ضد التهاب و آنتی اکسیدان ضد چاقی توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Mashhadi et al., 2013). همچنین کپسایسین یکی از مکمل‌ها و میانجی‌های مهم در پاسخ به آسیب عضلانی است و ترکیبات آن موجب کاهش التهابات قلب و کبد، میزان چربی کبد و کلاژن قلبی می‌شود (Mashhadi et al., 2013). در این خصوص برخی تحقیقات به بررسی اثر کپسایسین بر بخش

¹ High-intensity-interval-exercise

² Capsaicin

های مختلف بدن از جمله اثرات ضد التهابی و عضلانی آن پرداخته اند. در این رابطه سو و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تاثیر مکمل کپسایسین بر شاخص های خستگی جسمی و عملکرد ورزشی پرداخته اند و نتایج آن ها نشان داد که کپسایسین منجر به کاهش خستگی و بهبود عملکرد ورزشی شده است. به عبارتی کپسایسین تولید پیدایش میتوکندری و اندوزین تری فسفات را بهبود میدهد. با این حال، شواهد پیرامون تأثیر کپسایسین بر خستگی جسمی و عملکرد ورزشی محدود است. بنابر تحقیقات صورت گرفته مکمل ممکن است طیف گسترده ای از فعالیتهای زیستی برای ارتقا سلامت، بهبود عملکرد و بهبود خستگی را ایجاد نماید (Hsu et al., 2016). با این حال گزارشاتی از عدم فعالیت انتی اکسیدانی و عدم بهبود پاسخ های متابولیکی توسط کپسایسین وجود دارد. همچنین گزارش شده مصرف بیش از حد فلفل کاین در القای ترموژن و افزایش اکسیداسیون چربی در حالت استراحت و یا در طی فعالیت ورزشی موثر نیست (Delecroix et al., 2017). از این رو با توجه به اهمیت سلامت و بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران و با توجه به تعداد اندک پژوهش ها در رابطه با تاثیر مصرف مکمل کپسایسین در افراد ورزشکار بر اساس نوع فعالیت و با توجه به وجود نتایج ضد و نقیض و همچنین عدم وجود تحقیقات کافی در مورد تاثیر مصرف مکمل کپسایسین بر شاخص های اکسایشی و غیر اکسایشی، این سوال مطرح است که آیا مصرف مکمل کپسایسین متعاقب یک جلسه تمرین تناوبی شدید میتواند منجر به تغییر و بهبود شاخص های اکسایشی و ضد اکسایشی در زنان ورزشکار شود یا خیر؟ لذا محقق در نظر دارد در این پژوهش به مطالعه تاثیر مصرف کپسایسین متعاقب یک جلسه تمرین تناوبی شدید بر شاخص های اکسایشی و ضد اکسایشی زنان ورزشکار بپردازد.

مواد و روش ها

این پژوهش با طرح نیمه تجربی تصادفی، دو گروهی، با اندازه گیری دومرحله‌ای پیش و پس آزمون انجام شد. جامعه آماری این پژوهش شامل ۹۷ زن ورزشکار با سابقه تمرینی بالای یک سال در رشته ی فیوژن فیتنس (حداقل یک سال تمرین مداوم، سه روز در هفته، روزی حداقل دو ساعت تمرین) که هیچ گونه مشکل حاد پزشکی و آسیب دیدگی نداشتند بود که آمادگی خود را جهت شرکت در پژوهش اعلام نموده بودند. از بین داوطلبان تحقیق، تعداد ۲۰ نفر که پس از تکمیل پرسشنامه سوابق پزشکی و ورزشی به عنوان افراد دارای شرایط شرکت در تحقیق بودند انتخاب شدند. سپس آزمودنی ها در جلسه هماهنگی، که به منظور آگاهی در خصوص ماهیت و نحوه اجرا برگزار شد، شرکت کردند و با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه یادآمد تغذیه ای ۲۴ ساعته، به عنوان نمونه ی تحقیق به صورت تصادفی در دو گروه مکمل کپسایسین (۱۰ نفر) و دارونما (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

پروتکل پژوهش

پروتکل تمرینی به طور متناوب با انجام دو وهله تست رست (Rast)، یکبار در مرحله ی پیش آزمون و یکبار در مرحله ی پس آزمون و هر بار طی ۶ مسافت ۳۵ متری با فاصله استراحتی ۱۰ ثانیه ریکاوری انجام شد. در مرحله ی اول یا پیش آزمون، آزمودنی ها پس از گرم کردن و انجام تمرینات لازم، اولین مرحله از پروتکل تمرین متناوب تست رست را انجام دادند و با فاصله استراحتی ۳۰ دقیقه عمل خونگیری از آنها انجام شد. سپس آزمودنی های گروه مکمل به مدت ۱۰ روز روزانه یک عدد کپسول کپسایسین مصرف کردند. لازم به ذکر است که مکمل کپسایسین به صورت مکمل غذایی و کپسول حاوی ۵۰۰ میلی گرم عصاره کپسایسین با نام تجاری Cayenne محصول شرکت Food Now امریکا بود. همچنین در این بازه ی زمانی گروه پلاسبو، دارونمای نشاسته به همان میزان را دریافت نمودند. در مرحله ی دوم یا پس آزمون، آزمودنی های دو گروه پس از گرم کردن دومین مرحله از پروتکل تمرین متناوب تست رست را انجام دادند و با فاصله ۳۰ دقیقه عمل خونگیری انجام شد. در این خونگیری ها انزیم مالون دی آلدئید، سوپر پراکسیداز و گلووتاتیون پر اکسیداز پس از تمرین مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که پرسشنامه یادآمد خوراک بین کلیه شرکت کنندگان هر دو گروه توزیع شد و اطمینان حاصل شد که مصرف رژیم غذایی بین گروه های تحقیق یکسان است.

روش اندازه گیری متغیر های خونی

اندازه گیری شاخص های بیوشیمیایی در عمل خونگیری، ۳۰ دقیقه پس از پایان پروتکل تمرینی و تست های آزمایشی، در ساعت ۷ الی ۹ صبح با در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون از ورزشکاران گرفته شد. عمل خونگیری، پس از ۳۰ دقیقه پس از تمرین به میزان ۵ سی سی از ورید قدامی بازویی در حالت نشسته و وضعیت استراحت گرفته شد. پس از خونگیری بلافاصله سرم ها با سانتریفیوژ جدا و فاکتور های سوپر پراکسیداز، گلووتاتیون پراکسیداز و مالون دی آلدئید مورد بررسی قرار گرفت. پس از جمع آوری داده های اولیه، ورزشکاران گروه مکمل و دارونما به مدت ۱۰ روز به ترتیب به صورت روزانه یک عدد کپسول کپسایسین (محتوی ۵۰۰ میلی گرم عصاره ی کپسایسین) یا دارونما (محتوی ۵۰۰ میلی گرم نشاسته) مصرف کردند. سپس آزمون رست دوم پس از ده روز مصرف مکمل کپسایسین و دارونما توسط گروه ها اجرا شد و مجدداً اندازه گیری شاخص های بیوشیمیایی و آزمایشگاهی در شرایط و زمان آزمون اولیه و با همان ابزار توسط محقق و متخصص آزمایشگاه انجام شد.

اندازه گیری متغیر های فیزیولوژیک

اندازه گیری وزن افراد از طریق دستگاه بادی کامپوزیشن مدل BC- 418MA ساخت شرکت تانیتا ژاپن بدون کفش و با حداقل لباس اندازه گیری شد. همچنین قد افراد با استفاده از قد سنج ایستاده BSM170 دیجیتال شرکت Inbody ساخت کره جنوبی با دقت ۰.۱ سانتی متر در وضعیت ایستاده بدون کفش در حالیکه کتف ها در شرایط عادی بودن اندازه گیری شد. سپس شاخص توده ی بدن آزمودنی‌ها از طریق فرمول وزن (کیلوگرم) تقسیم بر مجذور قد (متر) اندازه گیری و برآورد شد.

روش های آماری

در تحقیق حاضر برای تحلیل داده‌ها از روش های آماری توصیفی و کیفی (میانگین، انحراف معیار، ارزیابی درون‌گروهی، تی زوجی، بر فرض نرمال بودن داده ها و نیز ارزیابی بین گروهی از آزمون تی مستقل) با کمک نرم افزار SPSS به تحلیل و توصیف داده ها استفاده شد. به منظور بررسی پیش فرض مطابقت تحقیق از آزمون شاپیرو-وویک برای بررسی توزیع نرمال داده ها و برای بررسی همگنی واریانس متغیرهای پژوهش در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون لوین استفاده شد. سپس با استفاده از آزمون T وابسته برای بررسی تفاوت های درون گروهی و از آزمون T مستقل برای بررسی تغییرات بین گروهی استفاده شد که نتایج آزمون با سطح معنی داری ($P \leq 0.05$) با استفاده از نرم افزار SPSS20 و Excel2013 انجام شد.

نتایج

مشخصات آزمودنی‌های گروه‌های تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است. اطلاعات هر دو گروه مکمل و دارونما نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات عمومی آزمودنی‌ها در دو گروه مکمل و دارونما

گروه	متغیر	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
مکمل	وزن	۶۱/۷۰	۶/۳۶	۵۰/۰۰	۷۳/۰۰
	قد	۱/۶۴	۰/۰۳	۱/۵۸	۱/۶۸
	BMI	۲۲/۹۹	۲/۲۶	۱۹/۰۵	۲۶/۴۹

سن	۳۲/۲۰	۴/۱۶	۲۷/۰۰	۴۲/۰۰
وزن	۶۴/۰۰	۶/۵۳	۵۱/۰۰	۷۱/۰۰
قد	۱/۶۲	۰/۰۴	۱/۵۴	۱/۶۹
BMI	۲۴/۳۱	۱/۷۸	۲۰/۴۳	۲۶/۳۵
سن	۳۲/۸۰	۵/۱۴	۲۴/۰۰	۴۲/۰۰

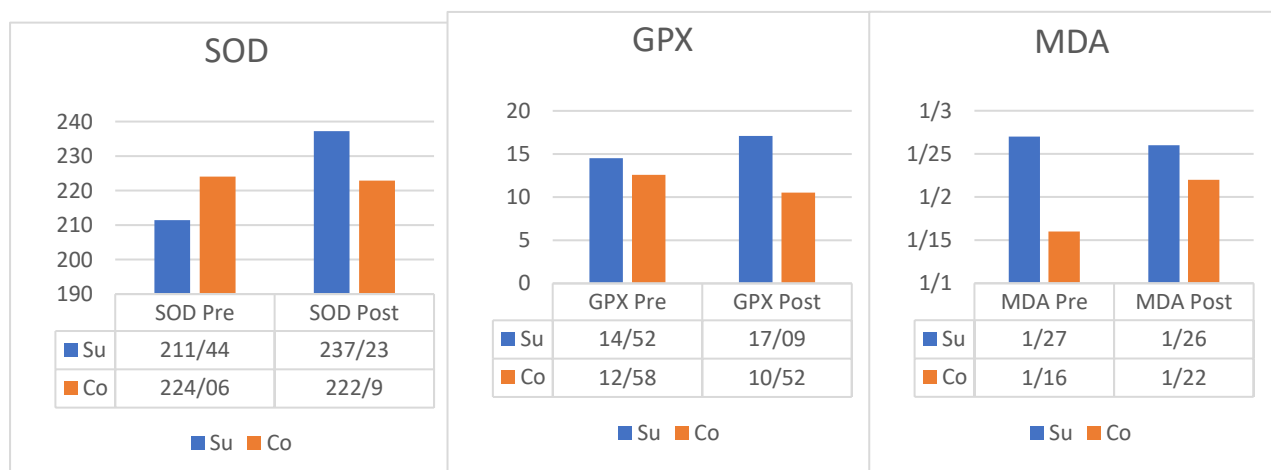
دارونما

بر اساس یافته‌های تحقیق آزمون بین گروهی تی مستقل، نتایج جدول ۲ نشان داد که در میزان سوپر اکسید دیسموتاز ($P=0.015$)، گلوتاتیون پراکسیداز ($P=0.04$) و مالون دی آلدئید ($P=0.77$) بین دو گروه تحقیق تفاوت معنی داری وجود دارد ($P=0.05$). در حالی که در ارزیابی درون گروهی، سطح سوپر اکسید دیسموتاز از مرحله پیش آزمون به پس آزمون در گروه مکمل ۱۰.۷۸ درصد افزایش و در گروه دارونما ۵.۷ درصد کاهش مشاهده شد که این تغییرات درون گروهی با استفاده از آزمون تی وابسته در گروه مکمل، از مرحله پیش آزمون به پس آزمون افزایش معنی داری را نشان داد ($P=0.014$) اما در گروه دارونما از مرحله پیش آزمون به پس آزمون این تغییرات معنی دار نبودند ($P=0.857$). همچنین میزان گلوتاتیون پروکسیداز بر اساس نتایج حاصله در گروه مکمل، میانگین میزان گلوتاتیون پراکسیداز خون افزایش معنی داری داشته است در حالی که این میزان در گروه دارونما کاهش یافته که با توجه به نتایج، معنی دار نمی‌باشد ($P=0.197$) که این میزان افزایش گلوتاتیون پروکسیداز خون در گروه مکمل ۱۷.۶ درصد و میزان کاهش آن در گروه دارونما ۱۶.۳۷ درصد می‌باشد. همچنین میزان مالون دی آلدئید در گروه مکمل ۰.۷۸ درصد کاهش و در گروه دارونما ۵.۱۷ درصد افزایش را نشان داد که این افزایش و کاهش در هیچ یک از گروه‌ها معنی دار نبود ($P>0.05$).

جدول ۲ - مقایسه شاخص های خونی آزمودنی ها در دو گروه مکمل و دارونما پس از اجرای پروتکل پژوهش

متغیر	گروه ها	پیش آزمون	پس آزمون	P درون گروهی	P بین گروهی
سوپراکسید دیسموتاز	مکمل	۲۱۱.۴۴±۲۱.۳۴	۲۳۴.۲۳±۳۹.۹۹	۰.۰۱۴	۰.۰۱۵
(U/gHb)SOD	دارونما	۲۲۴.۰۶±۸.۰۷	۱۲۲.۹۹±۱۲.۵۳	۰.۸۵۷	
گلوتاتیون پراکسیداز	مکمل	۱۴.۵۳±۵.۶۹	۱۷.۰۹±۴.۴۴	۰.۰۱۱	۰.۰۴
(U/gHb)GPX	دارونما	۱۲.۵۸±۴.۹۰	۱۰.۵۲±۴.۳۴	۰.۱۹۷	
مالون دی آلدئید	مکمل	۱.۲۷±۰.۹۷	۱.۲۶±۰.۲۴	۰.۹۲	۰.۷۷
(U/gHb)MDA	دارونما	۱.۱۶±۰.۲۹	۱.۲۲±۰.۳۱	۰.۴۵۸	

نمودار ۱- تغییرات متغیرهای SOD، GPX و MDA



بحث و نتیجه گیری

این پژوهش با هدف کلی تعیین اثر مصرف کپسایسین متعاقب یک جلسه تمرین تناوبی شدید بر روی برخی از شاخص‌های اکسایشی و ضد اکسایشی زنان ورزشکار انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مصرف مکمل کپسایسین پس از یک دوره تمرینات تناوبی، منجر به افزایش میزان سوپر اکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پروکسیداز و کاهش مقادیر مالون دی آلدئید در پلاسما خون گردید. به عبارت دیگر پس از یک دوره مصرف ده روزه مکمل کپسایسین نتایج بیانگر این است که تاثیر افزایشی در مقدار SOD پلاسما رخ داده است. نتایج این تحقیق با پژوهش عزیزبیگی و همکاران (۲۰۱۹) همسو می باشد (Azizbeigi & Qeysari, 2019). ایشان در یک مطالعه تاثیر تمرینات مقاومتی فزاینده بر غلظت مالون دی آلدئید و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در زنان مسن غیرفعال پرداختند که این مطالعه بر روی ۲۶ زن مسن غیرفعال به ۲ گروه تمرینات مقاومتی فزاینده و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرینات مقاومتی پیش و پس از ۸ هفته تمرینات نمونه گیری خون جهت اندازه گیری غلظت مالون دی آلدئید و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز جمع آوری شد. این تمرین مقاومتی فزاینده، موجب کاهش غلظت مالون دی آلدئید و افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز گردیده است. بنابراین تمرینات مقاومتی منظم موجب تعادل سیستم اکسیدانی و تقویت سیستم آنتی اکسیدانی در بدن میگردد و در پیشگیری از آسیب های جدی ناشی از استرس اکسیداتیو نقش بسزایی دارد. از آنجایی که اجرای حاد و طولانی مدت تمرینات قدرتی و تناوبی با شدت بالا موجب بروز فشار

اکسایشی در اغلب بافت‌های محیطی بدن می‌شود، لذا خواص آنتی اکسیدانی کپسایسین و مقابله با رادیکال‌های آزاد موجب افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و کاهش سطوح مالون دی آلدئید به عنوان شاخص استرس اکسیداتیو می‌گردد. از آنجایی که کپسایسین از خانواده ی ترکیبات پلی فنولیک آمیداست و ترکیبات فنولی یک گروه مهم از متابولیت های ثانویه می باشند که توسط گیاهان در فرایند سازی گیاه با شرایط استرس بیوتیکی و غیر زنده تولید میشوند و به عنوان آنتی اکسیدان های قوی هستند ، میتوانند از اجزای مختلف بیوشیمیایی بدن انسان در برابر شرایط استرس اکسیداتیو محافظت کرده وبا مهار آنها و مهار واکنش های زنجیره ای اکسیداتیو رادیکال های آزاد سیار واکنشی تولید کند . همچنین در این پژوهش افزایش مقدار میانگین آنزیم SOD در گروه مکمل و در مرحله پس آزمون، مشاهده شد. با توجه به اثرات و خواص آنتی اکسیدانی مکمل کپسایسین در کاهش استرس اکسیداتیو و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی که موجب مهار سنتز رادیکالهای آزاد و غیر فعال کردن آنها میشود، قابل توجیه است. در نتیجه مکمل کپسایسین موجب افزایش فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی SOD گردیده و بنابراین میتواند بخشی از آسیب اکسیداتیو حاصل از تمرین را کاهش دهد.

به علاوه در این پژوهش در مرحله پس آزمون بین دو گروه مکمل و دارونما از نظر مقادیر GPX تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P=0/004$). در حالی که این تفاوت در مرحله پیش آزمون معنی‌دار نبود و همچنین این میزان در گروه دارونما هم تغییر معنی‌داری را نشان نداد. تحقیقات انجام شده در این خصوص گزارش کرده اند که در اثر فعالیت ورزشی، محتوای آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز بالا میرود. بالا رفتن فعالیت آنزیم های عضلانی به عنوان شاخص خوبی که حاکی از آسیب عضلانی وابسته به استرس اکسایشی است نیز گزارش شده است. مکمل سازی ضد اکسایشی می تواند عملکرد تمرینات بدنی را بهبود بخشیده و صدمات ناشی از ورزش را در درازمدت کم کند (Mustafa, 2023). در این پژوهش با توجه به اثرات و خواص آنتی اکسیدانی مکمل کپسایسین در کاهش استرس اکسیداتیو و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی، افزایش مقدار میانگین آنزیم GPX در گروه مکمل و در مرحله پس آزمون قابل توجیه است.

همچنین مالون دی آلدئید که خود از محصولات مهم تخریب اسیدهای چرب غیر اشباع توسط رادیکالهای آزاد هستند و توسط گروهی از رادیکالهای آزاد به نام رادیکال هیدروکسیل که باعث پراکسیداسیون چربی ها میشود به وجود می آید بعنوان شاخص استرس اکسیداتیو شناخته شده است که نتایج تحقیق نشان داد در گروه مکمل میانگین میزان MDA خون کاهش داشته که معنی‌دار نمی باشد ($P=0.28$) در حالی که این میانگین میزان MDA در گروه دارونما افزایش داشته که این تغییر نیز معنی‌دار نمی باشد ($P=0.7$). در این پژوهش کاهش مقادیر مالون دی آلدئید در گروه مکمل، که به عنوان شاخص استرس اکسیداتیو شناخته شده است با توجه به خواص آنتی اکسیدانی کپسایسین قابل توجیه است.

پراکسیداسیون لیپیدی معمولاً روی اسیدهای چرب غیر اشباع صورت می‌گیرد و محصول نهایی آن آلدئیدهای فعال مانند مالون دی آلدئید میباشد. مالون دی آلدئید همانگونه که از نامش پیداست ترکیبی آلدئیدی، فعال بسیار واکنش پذیر است و در بدن

انسان که از پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع تولید می‌شود. بنابراین با اندازه‌گیری میزان مالون دی‌الدئید در نمونه‌های بیولوژیک مختلف می‌توان به میزان پراکسیداسیون چربی‌ها پی برد (Ding et al., 2023). با این تفاسیر مکمل کپسایسین از سلولها در برابر استرس اکسیداتیو محافظت می‌کند. همچنین کپسایسین موجب کاهش سطح MDA و محتوای گروه کربونیل پروتئین می‌گردد. نتایج به طور قطعی کارایی خاصیت آنتی اکسیدانی کپسایسین را اثبات می‌کند. این شواهد نشان می‌دهد که عوامل غذایی که به عنوان آنتی اکسیدان برای کاهش پراکسیداسیون لیپیدی غشاء و تشکیل کربونیل پروتئین عمل می‌کنند، ممکن است در اثر محافظتی در برابر سرطان، آترواسکروز و بیماری‌های مرتبط با سن نقش داشته باشند.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مصرف مکمل کپسایسین پس از یک دوره تمرینات تناوبی شدید، منجر به افزایش میزان SOD و GPX و کاهش مقادیر MDA در پلاسما خون می‌گردد. همانطور که گفته شد، آنزیم SOD یک متالوپروتئین است که به عنوان اولین و مهمترین خط دفاعی در برابر رادیکال‌های سوپر اکساید تولید شده در سلول، عمل می‌کند؛ زیرا رادیکال‌های سوپر اکساید را برای تشکیل پراکسید هیدروژن و اکسیژن، دیسموته می‌کند (Nordberg & Arner, 2001). همچنین آنزیم GPX که عضوی از خانواده آنزیم‌های ضد اکسایشی سلنوپروتئینی (سلنیوم یکی از ترکیبات ساختاری GPX است) است به ترتیب، H_2O_2 و آلکیل هیدروپراکسیدها را در حضور گلووتاتیون احیاء شده، به عنوان دهنده الکترون، به آب و الکل کاتالیز می‌کند. از این رو، H_2O_2 و هیدروپراکسیدها را از منابع گوناگونی برداشت می‌کند (Powers & Jackson, 2008). بعلاوه مالون دی‌آلدئید که خود از محصولات مهم تخریب اسیدهای چرب غیر اشباع توسط رادیکالهای آزاد هستند به عنوان شاخص استرس اکسیداتیو شناخته شده است. از آنجایی که اجرای حاد و طولانی مدت تمرینات قدرتی و تناوبی با شدت بالا موجب بروز فشار اکسایشی در اغلب بافت‌های محیطی بدن می‌شود، لذا خواص آنتی اکسیدانی کپسایسین و مقابله با رادیکالهای آزاد موجب افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و کاهش سطوح MDA به عنوان شاخص استرس اکسیداتیو می‌گردد. بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش میتوان به جهت کاهش فشار اکسایشی و بهبود شاخص‌های آنتی اکسیدانی به ورزشکاران و مربیان مصرف مکمل کپسایسین را توصیه کرد.

References

- Azizbeigi, K., & Qeysari, S. F. (2019). The effects of progressive resistance training on malondialdehyde concentration and superoxide dismutase enzyme activity in inactive elderly women .
- Bogdanis, G., Stavrinou, P., Fatouros, I., Philippou, A., Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., Ermidis, G., & Maridaki, M. (2013). Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food and Chemical Toxicology*, 61, 171-177 .
- Deaton, C. M., & Marlin, D. J. (2003). Exercise-associated oxidative stress. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 2(3), 278-291 .
- Delecroix, B., Leduc, C., Dawson, B., & Dupont, G. (2017). Curcumin and piperine supplementation and recovery following exercise induced muscle damage: A randomized controlled trial. *Journal of sports science & medicine*, 16(1), 147 .
- Ding, Q., Sun, B., Wang, M., Li, T., Li, H., Han, Q., Liao, J., & Tang, Z. (2023). N-acetylcysteine alleviates oxidative stress and apoptosis and prevents skeletal muscle atrophy in type 1 diabetes mellitus through the NRF2/HO-1 pathway. *Life sciences*, 329, 121975 .
- Hsu, Y.-J., Huang, W.-C., Chiu, C.-C., Liu, Y.-L., Chiu, W.-C., Chiu, C.-H., Chiu, Y.-S., & Huang, C.-C. (2016). Capsaicin supplementation reduces physical fatigue and improves exercise performance in mice. *Nutrients*, 8(10), 648 .
- Ji, L. L. (1999). Antioxidants and oxidative stress in exercise. *Proceedings of the Society for experimental Biology and Medicine*, 222(3), 283-292 .
- Lau, S., Berg, K., Latin, R. W., & Noble, J. (2001). Comparison of active and passive recovery of blood lactate and subsequent performance of repeated work bouts in ice hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 367-371 .
- Maciejczyk, M., Palka, T., Wiecek, M., Masel, S., & Szygula, Z. (2024). The Effects of Intermittent Hypoxic Training on Anaerobic Performance in Young Men. *Applied Sciences*, 14(2), 676 .
- Mashhadi, N. S., Ghiasvand, R., Askari, G., Feizi, A., Hariri, M., Darvishi, L., Barani, A., Taghiyar, M., Shiranian, A., & Hajishafiee, M. (2013). Influence of ginger and cinnamon intake on inflammation and muscle soreness ensued by exercise in Iranian female athletes. *International journal of preventive medicine*, 4(Suppl 1), S11 .
- Mustafa, Y. F. (2023). Harmful free radicals in aging: A narrative review of their detrimental effects on health. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 1-14 .
- Radák, Z. (2000). *Free radicals in exercise and aging*. Human kinetics .
- Sarkar, S., Debnath, M., Das, M., Bandyopadhyay, A., Dey, S. K., & Datta, G. (2021). Effect of high intensity interval training on antioxidant status, inflammatory response and muscle damage indices in endurance team male players. *Apunts Sports Medicine*, 56(210), 100352 .

- Sawada ,Y., Ichikawa, H., Ebine, N., Minamiyama, Y., Alharbi, A. A. D., Iwamoto, N., & Fukuoka, Y. (2023). Effects of high-intensity anaerobic exercise on the scavenging activity of various reactive oxygen species and free radicals in athletes. *Nutrients*, 15. ۲۲۲, (۱)
- Sheikholeslami-Vatani, D., Gaeini, A. A., & Rahnama, N. (2008). Effect of acute and prolonged sprint training and a detraining period on lipid peroxidation and antioxidant response in rats. *Sport Sciences for Health*, 3, 57-64 .
- Tsutsui, H., Kinugawa, S., Matsushima, S., & Yokota, T. (2010). Oxidative stress in cardiac and skeletal muscle dysfunction associated with diabetes mellitus. *Journal of clinical biochemistry and nutrition*, 48(1), 68-71 .