ORIGINAL ARTICLE

# *Effects of High-Intensity Interval Training Combined with Green Tea Supplementation on Oxidative Balance and Muscular Performance in Overweight Older Men*

Javad Nakhzari Khodakheir[1]
Tahereh Rahdari[2]
Elham Ghasemi[1]

[1] Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Zabol, Zabol, Iran
[2] MSc in Physical Education, Department of Education, Zahedan, Iran

(Received April 21, 2026; Accepted September 27, 2026)

## *Abstract*

**Background and purpose:** The use of medicinal plants in combination with exercise has attracted increasing interest, particularly in overweight older adults, because of their potential effects on energy metabolism and oxidative balance. This study investigated the effects of eight weeks of high-intensity interval training (HIIT), with and without green tea supplementation, on oxidative–antioxidative balance and muscular performance in overweight older adults.

**Materials and methods:** This randomised controlled trial used a pretest–posttest design. A total of 48 overweight older men (mean age, 63.7 ± 7.54 years) were recruited through purposive sampling and randomly assigned to four equal groups: HIIT plus green tea supplementation, HIIT plus placebo, green tea supplementation alone, and control (placebo only). The training groups completed HIIT sessions three times per week for eight weeks, while the supplementation groups received two 450 mg green tea capsules daily. Study variables were assessed before and after the intervention. Data were analysed using two-way repeated-measures analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's post hoc test, with statistical significance set at $P \leq 0.05$.

**Results:** After eight weeks, serum malondialdehyde (MDA) levels decreased significantly by 23% ($P < 0.01$), while total antioxidant capacity (TAC) increased significantly by 32% ($P < 0.001$) in the HIIT plus supplementation group compared with the HIIT plus placebo, supplementation-only, and control groups. The reported interaction among time, exercise, and supplementation was significant for both MDA and TAC ($P < 0.001$), with greater improvements in these indices in the combined-intervention group than in the other groups. Furthermore, body weight and body fat percentage decreased by 3% and 6%, respectively (both $P < 0.001$), while muscular strength increased by 10% ( $P < 0.02$) and muscular endurance increased by 15% ($P < 0.03$) in the combined-intervention group compared with the supplementation-only and control groups.

**Conclusion:** Combining HIIT with green tea supplementation may offer greater benefits for oxidative balance, body composition, and muscular performance than either intervention alone in overweight older men.

*(Clinical Trials Registry Number: IRCT20220322054338N5)*

***Keywords:*** high-intensity interval training, green tea, oxidative balance, aging

**J Mazandaran Univ Med Sci 2026; 36 (Supple 1): 105-118 (Persian).**

**Corresponding Author: Javad Nakhzari Khodakheir** - Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Zabol, Zabol, Iran (E-mail: javadnakhzari@uoz.ac.ir)

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و ششم شماره ویژه نامه مهر سال ۱۴۰۵ (۱۱۸-۱۰۵)

# اثر تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف چای سبز بر تعادل اکسایشی– ضد اکسایشی و عملکرد عضلانی سالمندان دارای اضافه وزن

**جواد نخ زری خداخیر** [۱]
**طاهره راهداری** [۲]
**الهام قاسمی** [۱]

## چکیده

**سابقه و هدف:** مصرف گیاهان دارویی همراه ورزش، به‌ویژه در سالمندان دارای اضافه وزن، به‌دلیل تأثیر بر متابولیسم انرژی و تعادل اکسایشی مورد توجه است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات تناوبی شدید (HIIT) همراه با مکمل چای سبز بر تعادل اکسایشی–ضداکسایشی و عملکرد عضلانی سالمندان دارای اضافه وزن، انجام پذیرفت.

**مواد و روش ها:** در این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده، با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون، ۴۸ سالمند مرد دارای اضافه وزن (میانگین سنی ۶۸/۵۴±۶۳/۷ سال) به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی به چهار گروه مساوی تمرین+مکمل، تمرین+دارونما، مکمل و کنترل+دارونما تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی به مدت هشت هفته به اجرای HIIT (سه جلسه در هفته) پرداختند، در حالی که گروه‌های مکمل روزانه دو عدد کپسول ۴۵۰ میلی‌گرم چای سبز مصرف کردند. متغیرهای پژوهش در ابتدا و انتهای مطالعه اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری مکرر و تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** پس از هشت هفته HIIT به همراه مصرف چای سبز، در گروه تمرین+مکمل، سطح سرمی MDA ($P<۰/۰۱$، ۲۳ درصد) کاهش و سطح TAC ($P<۰/۰۰۱$، ۳۲ درصد) افزایش معنادار نسبت به گروه های تمرین+دارونما، مکمل و کنترل نشان داد. اثر تعاملی زمان، تمرین و مکمل برای شاخص‌های MDA و TAC معنی‌دار بود ($P<۰/۰۰۱$) و تغییرات این شاخص‌ها در گروه تمرین+مکمل در مقایسه با سایر گروه ها بیش‌تر بود. همچنین، در گروه تمرین+مکمل نسبت به گروه های مکمل و کنترل، شاخص‌های وزن ($P<۰/۰۰۱$، ۳ درصد) و درصد چربی ($P<۰/۰۰۱$، ۶ درصد) کاهش معنادار و شاخص‌های قدرت ($P<۰/۰۲$، ۱۰ درصد) و استقامت ($P<۰/۰۳$، ۱۵ درصد) افزایش معنی‌دار نشان دادند.

**استنتاج:** به نظر می رسد مداخله همزمان HIIT با مکمل چای سبز، نسبت به اثر هر کدام به تنهایی، باعث بهبود بیش‌تر شاخص های اکسایشی و عملکردی در سالمندان دارای اضافه وزن می شود.

*شماره ثبت کارآزمایی بالینی: IRCT20220322054338N5*

**واژه های کلیدی:** تمرین تناوبی شدید، چای سبز، تعادل اکسایشی، سالمندی

**مولف مسئول: جواد نخزری خداخبر** گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران **E-mail:** javadnakhzari@uoz.ac.ir

۱. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی، آموزش و پرورش، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت : ۱۴۰۵/۲/۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۴۰۵/۲/۱۶ تاریخ تصویب : ۱۴۰۵/۷/۵



[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

## مقدمه

سالمندی پدیده‌ای زیستی-جمعیت شناختی است که با تغییرات ساختاری و عملکردی بدن و پیامدهای مهم سلامت و مراقبتی همراه است. افزایش امید به زندگی و کاهش مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های حاد، رشد سریع جمعیت سالمندان، به‌ویژه افراد بالای ۶۰ سال، را به دنبال داشته است(۱، ۲). هم‌زمانی این روند با شیوع بالای اضافه وزن در سالمندان، شرایطی را ایجاد کرده است که افت عملکرد فیزیکی، ناتوانی حرکتی و وابستگی عملکردی با سرعت بیش‌تری بروز می‌یابد.

از دیدگاه فیزیولوژیک، یکی از پیامدهای شاخص سالمندی، کاهش توده و عملکرد عضلات اسکلتی یا سارکوپنی است که با کاهش قدرت و توان عضلانی، افت عملکرد روزمره، افزایش خطر زمین خوردگی و کاهش استقلال عملکردی همراه است(۳، ۴). شواهد نشان می‌دهد که پس از دهه پنجم زندگی، توده عضلانی سالانه حدود یک تا دو درصد و قدرت عضلانی حدود سه تا چهار درصد کاهش می‌یابد(۵-۳). در سالمندان دارای اضافه وزن، التهاب مزمن و اختلالات متابولیکی ناشی از اضافه وزن می‌تواند با کاهش کارایی عضله اسکلتی، عملکرد و وضعیت زیستی آن را مختل کند(۶).

یکی از مکانیسم‌های زیربنایی مهم در بروز سارکوپنی و افت عملکرد عضلانی، افزایش استرس اکسایشی است. در فرآیند سالمندی، تعادل میان تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)( Reactive Oxygen Species) و ظرفیت دفاع ضداکسایشی بدن دچار اختلال می‌شود، به‌طوری که افزایش تولید ROS و کاهش توان سیستم‌های دفاعی منجر به آسیب اکسایشی لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA می‌گردد(۷). مالون‌دی‌آلدئید(Malondialdehyde) (MDA) به‌عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپید و ظرفیت ضداکسایشی کل(Total Antioxidant Capacity) (TAC) به‌عنوان نشانگر توان کلی بدن در خنثی‌سازی ROS، از پرکاربردترین شاخص‌های زیستی برای ارزیابی وضعیت اکسایشی در مطالعات سالمندی به شمار می‌روند(۱۰-۸). افزایش MDA و کاهش TAC با اختلال عملکرد میتوکندریایی، کاهش کارایی انقباضی عضله، خستگی زودهنگام و افت عملکرد عضلانی ارتباط نزدیکی دارد و از این طریق می‌تواند به‌طور مستقیم کیفیت زندگی سالمندان را تحت تأثیر قرار دهد(۱۱).

در سال‌های اخیر، تمرین ورزشی به‌عنوان یکی از مؤثرترین مداخلات غیر دارویی برای مقابله با افت عملکرد عضلانی سالمندی مورد توجه قرار گرفته است(۱۲). در این میان، تمرین تناوبی شدید( High-Intensity Interval Training) (HIIT) به دلیل بازده زمانی بالا و اثرات مثبت گزارش شده بر ظرفیت هوازی، قدرت و استقامت عضلانی، حتی در سالمندان، جایگاه ویژه‌ای یافته است(۱۵-۱۳). با این حال، HIIT یک پارادوکس فیزیولوژیک را مطرح می‌کند، از یک سو موجب بهبود شاخص‌های عملکردی عضلانی می‌شود و از سوی دیگر، به دلیل شدت بالای تمرین، می‌تواند تولید ROS را افزایش داده و در صورت ناکافی بودن دفاع ضد اکسایشی، بخشی از سازگاری‌های عملکردی را تحت تأثیر قرار دهد(۱۰، ۱۶). این مسئله به‌ویژه در سالمندان دارای اضافه وزن که سطح پایه استرس اکسایشی در آن‌ها بالاتر است، از اهمیت بیش‌تری برخوردار است.

در همین راستا، توجه به مداخلات تغذیه‌ای برای تقویت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن افزایش یافته است. چای سبز به‌دلیل دارا بودن ترکیبات پلی‌فنولی، به‌ویژه اپی‌گالوکتچین گالات(Epigallocatechin Gallate) (EGCG)، از منابع طبیعی شناخته شده با خاصیت آنتی اکسیدانی محسوب می‌شود(۱۷). شواهد حاصل از مطالعات انسانی و متاآنالیزها نشان داده‌اند که مصرف چای سبز می‌تواند TAC را افزایش داده و در برخی موارد موجب کاهش غلظت MDA شود(۲۱-۱۸). افزون بر این، گزارش شده است که ترکیبات فعال چای سبز قادرند عملکرد میتوکندری، متابولیسم انرژی و اکسیداسیون چربی را بهبود بخشند، سازوکارهایی که می‌توانند در تعامل با تمرین



[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

ورزشی، زمینه‌ساز بهبود هم‌زمان شاخص‌های زیستی و عملکردی عضله باشند(۲۶ - ۲۲). برخی مطالعات اثر مستقل HIIT یا چای سبز را بر شاخص‌های اکسایشی بررسی کرده و بهبود MDA وTAC را گزارش کرده‌اند، اما نتایج یکسان نبوده است. مطالعات درباره اثر ترکیبی این دو مداخله، به‌ویژه در سالمندان دارای اضافه وزن، محدود بوده و پیامدهای عملکردی عضله کم‌تر بررسی شده‌اند. از این رو، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته HIIT همراه با مصرف چای سبز بر تعادل اکسایشی–آنتی‌اکسیدانی و عملکرد عضلانی سالمندان دارای اضافه وزن انجام شد.

## مواد و روش ها

مطالعه به صورت یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده، با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و چهار گروه موازی انجام شد. جامعه آماری پژوهش را مردان سالمند غیرفعال شهرستان زاهدان (در دامنه سنی ۶۰-۷۰ سال) تشکیل دادند. پس از اعلام فراخوان جمعی، ۵۵ نفر داوطلب، ثبت نام شدند. هفت داوطلب به دلیل عدم احراز معیارهای ورود واجد شرایط ورود به مطالعه تشخیص داده نشدند، بنابراین، ۴۸ نفر وارد مطالعه شدند.

حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور(G*Power) و آزمون تحلیل واریانس دو عاملی با اندازه‌گیری مکرر(Repeated Measures ANOVA) با در نظر گرفتن اثر متقابل زمان × گروه محاسبه شد. با در نظر گرفتن چهار گروه و دو اندازه‌گیری (پیش‌آزمون و پس‌آزمون )، سطح معنی‌داری ۰/۰۵= α، توان آماری ۸۰ درصد و اندازه اثر f=۰/۵۰، تعداد نمونه مورد نیاز ۴۸ نفر برآورد شد. اندازه اثر مورد انتظار با توجه به نتایج مطالعات پیشین مشابه درباره تأثیر تمرین HIIT و مکمل چای سبز بر شاخص‌های اکسایشی، به‌ویژه MDA، انتخاب شد(۱۰، ۲۷).

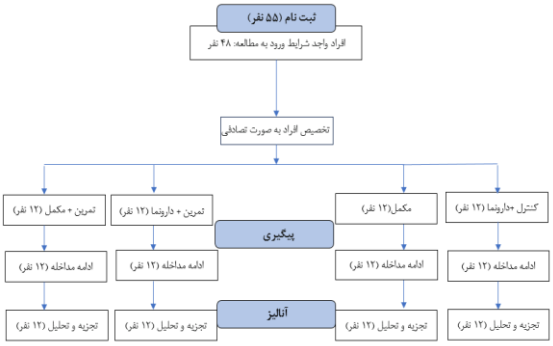
معیارهای ورود شامل مردان ۷۰ – ۶۰ ساله با شاخص توده بدنی ۲۵–۳۰ کیلوگرم بر متر مربع، نداشتن بیماری‌های منع کننده فعالیت بدنی، تأیید سلامت توسط پزشک، عدم مصرف دخانیات، الکل، مکمل‌های آنتی اکسیدانی و مولتی ویتامین و نداشتن سابقه تمرین منظم طی ۱۲ ماه پیش از مطالعه بود. معیارهای خروج نیز شامل انجام فعالیت بدنی دیگر، تغییر محسوس رژیم غذایی، غیبت از بیش از سه جلسه تمرینی، مصرف نامنظم مکمل یا دارونما و بروز شرایط پزشکی منع کننده فعالیت بدنی در طول مطالعه بود.

پس از ارائه توضیحات لازم و اخذ رضایت نامه آگاهانه کتبی، همچنین پرسش‌نامه آمادگی فعالیت بدنی(Physical Activity Readiness Questionnaire) (PAR-Q) را تکمیل کردند. سپس ۴۸ آزمودنی با روش بلوک‌های جایگشتی و نرم‌افزار تصادفی سازی، به‌طور مساوی در چهار گروه تمرین+مکمل، تمرین+دارونما، مکمل و کنترل+دارونما تخصیص یافتند. توالی تصادفی در ۱۲ بلوک چهار نفره ایجاد و تخصیص‌ها در پاکت‌های مات، مهروموم شده و شماره‌گذاری شده توسط فردی مستقل پنهان شد. تمامی شرکت کنندگان مطالعه را تکمیل کردند و ۴۸ نفر در تحلیل نهایی وارد شدند. جزئیات غربالگری، تخصیص و پیگیری در تصویر شماره ۱ ارائه شده است. در طول تحقیق، سیاست‌های اخلاقی پژوهش مطابق با اصول اعلامیه هلسینکی(Helsinki) از جمله کسب رضایت آگاهانه و آزادی افراد برای شرکت در مطالعه رعایت شد. این پژوهش با کد اخلاق IR.UOZ.REC.1404.019 در کمیته اخلاق دانشگاه زابل مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است و همچنین دارای کد کارآزمایی بالینی IRCT20220322054338N5 می‌باشد.

*برنامه تمرینات HIIT*

برنامه تمرینی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته اجرا شد و شامل دویدن تناوبی سرعتی ۳۰ ثانیه‌ای با شدت بالا و استراحت غیرفعال بین تکرارها و نوبت‌ها بود (جدول شماره ۱).

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]




**تصویر شماره ۱:** طرح مطالعه و نمودار جریان شرکت کنندگان

**جدول شماره ۱:** پروتکل تمرین

| هفته‌ها | نوبت‌ها | تکرارها | شدت (HRR) | استراحت بین تکرارها (ثانیه) | استراحت بین نوبت‌ها (ثانیه) |
|---|---|---|---|---|---|
| اول و دوم | ۳ | ۳ | ۹۰ | ۶۰ | ۲۴۰ |
| سوم و چهارم | ۴ | ۵ | ۹۰ | ۶۰ | ۲۴۰ |
| پنجم و ششم | ۵ | ۶ | ۹۰ | ۶۰ | ۲۴۰ |
| هفتم و هشتم | ۵ | ۶ | ۹۰ | ۶۰ | ۲۴۰ |

شدت تمرین بر اساس ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره(Heart Rate Reserve) (HRR) تعیین شد. HRR از تفاضل ضربان قلب بیشینه و استراحت محاسبه و ضربان قلب هدف بر اساس فرمول کارووننن تعیین شد، به‌گونه‌ای که ضربان قلب هدف برابر با ضربان قلب استراحت به‌علاوه ۹۰ درصد حاصل‌ضرب HRR در نظر گرفته شد. حداکثر ضربان قلب از طریق فرمول تاناکا(Tanaka) (۲۰۸ منهای ۰/۷ ضربدر سن) برآورد گردید. ضربان قلب استراحت پیش از شروع تمرین اندازه‌گیری و ضربان قلب طی جلسات به‌صورت پیوسته با مانیتور Polar H10 پایش شد. تمام جلسات تحت نظارت مربی متخصص فیزیولوژی ورزشی انجام گرفت و پیش و پس از تمرین اصلی، ۱۰ دقیقه گرم کردن و سرد کردن اجرا شد(۱۰). میزان پایبندی شرکت کنندگان به برنامه تمرینی در گروه تمرین+مکمل ۹۶/۲ درصد و در گروه تمرین+دارونما ۹۷/۲ درصد بود. همچنین، عارضه یا رویداد ناخواسته مرتبط با اجرای تمرین در طول دوره تمرین گزارش نشد.

*شیوه مکمل دهی*

آزمودنی‌ها روزانه مجموعاً ۹۰۰ میلی‌گرم مکمل چای سبز (حاوی ۱۰۴ میلی‌گرم کافئین و ۵۷۳ میلی‌گرم کاتچین بود که ۳۲۳ میلی‌گرم آن اپی‌گالوکاتچین گالات) دریافت کردند که در قالب دو کپسول ۴۵۰ میلی گرمی ارائه می‌شد(۲۸). این مکمل تولید شرکت داروسازی گیاه اسانس دکتر سلیمانی و دارای مجوز بهداشتی با کد ۰۰۴-گ-الف-۸۷-ف بود. کپسول‌ها در دو وعده صبح و شب، یک ساعت پیش از وعده غذایی مصرف گردید. دارونما نیز شامل دو کپسول ۴۵۰ میلی‌گرمی حاوی دکسترین بود که از نظر شکل، رنگ و جنس کاملاً مشابه کپسول‌های مکمل طراحی شده بود و با همان زمان‌بندی مصرف شد. پایبندی به مصرف مکمل و دارونما با ثبت روزانه، تماس هفتگی پژوهشگر و شمارش کپسول‌های باقی مانده ارزیابی شد. شرکت کنندگان، آزمون‌گر ارزیاب پیامدها و متخصص آمار زیستی از نوع مکمل و تخصیص گروهی بی‌اطلاع بودند. با توجه به ماهیت مداخله ورزشی، کورسازی شرکت کنندگان و مربی نسبت به گروه تمرینی امکان‌پذیر نبود. برای کنترل متغیرهای مداخله‌گر، از شرکت کنندگان خواسته شد از مصرف چای سیاه، قهوه، ماءالشعیر، آب‌میوه‌های صنعتی، مکمل‌ها و داروهای آنتی‌اکسیدانی و نیز فعالیت بدنی منظم پرهیز کنند. دریافت غذایی با یادآمد ۲۴ ساعته در سه روز از ابتدای و سه روز از انتهای هفته، پیش و پس از مداخله، ارزیابی و میزان انرژی و درشت مغذی‌ها با نرم‌افزار Nutritionist4 محاسبه شد. مقایسه داده‌ها نشان داد که در طول مطالعه، بین گروه‌ها از نظر انرژی دریافتی، دریافت درشت مغذی ها و سطح فعالیت بدنی براساس پرسشنامه IPAQ تفاوت آماری معنی داری وجود نداشت($P > ۰/۰۵$).

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

*آزمون های عملکرد عضلانی*

قدرت عضلانی پایین تنه با استفاده از آزمون ۳۰ ثانیه نشستن و برخاستن روی صندلی ارزیابی شد. در این آزمون، شرکت کنندگان روی صندلی با دست‌های روی سینه به صورت ضربدری نشستند و با فرمان پژوهشگر به مدت ۳۰ ثانیه، به طور مکرر از روی صندلی بلند و دوباره نشستند. تعداد تکرارهای موفق ثبت شد و به عنوان شاخص قدرت عضلانی پا در نظر گرفته شد(۲۹). استقامت عضلانی پایین‌تنه با آزمون ۲ دقیقه گام برداشتن در محل سنجیده شد. در این آزمون، شرکت کنندگان باید زانوها را تا نصف فاصله بین کشکک زانو و تاج خاصره بالا می‌آوردند و به طور متناوب به مدت دو دقیقه گام برداشتند. تعداد گام های صحیح ثبت شد و به عنوان شاخص استقامت عضلانی پا لحاظ گردید(۳۰).

*سنجش ترکیب بدن و شاخص های خونی*

قد و وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی پزشکی سکا(Seca) مدل ۷۵۵ مجهز به قدسنج و با دقت ۱۰۰ گرم برای وزن و یک میلی‌متر برای قد اندازه‌گیری شد. درصد چربی نیز بر اساس ضخامت چین پوستی نقاط استاندارد برای مردان (سینه، شکم و ران) با کالیپر هارپندن(Harpenden) با دقت ۰/۲ میلی‌متر تعیین شد. نمونه‌گیری خون ۴۸ ساعت، پیش و پس از آخرین جلسه تمرینی و آخرین نوبت مصرف مکمل یا دارونما، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، در حالت نشسته و از ورید بازویی انجام شد تا اثرات حاد مداخله بر شاخص‌های اکسیداتیو به حداقل برسد. نمونه‌های پنج میلی‌لیتری پس از سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه کدگذاری و در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ارزیابی آزمایشگاهی نمونه ها توسط فردی انجام شد که از تخصیص گروهی شرکت کنندگان بی‌اطلاع بود. TAC با استفاده از کیت الایزای انسانی CK-E10376 و MDA با استفاده از کیت الایزای انسانی CK-E11086 (هر دو از شرکت هانگژو استپ بیوفارم(Hangzhou StepBioPharm)، کشور چین) اندازه‌گیری گردید. حساسیت کیت‌ها به‌ترتیب ۰/۲۲ نانومول بر میلی‌لیتر برای TAC و ۰/۰۳ واحد بر میلی‌لیتر برای MDA بود و ضرایب تغییرات درون‌سنجی و برون‌سنجی کم‌تر از ۱۰ و ۱۲ درصد گزارش شد.

*روش‌های آماری*

تمام داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) توصیف شدند. توزیع طبیعی داده‌ها با آزمون شاپیرو–ویلک و همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین بررسی شد. برای آزمون فرضیه ها، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری های مکرر در قالب طرح عاملی ۲×۲ استفاده شد. در این طرح، عامل تمرین در دو سطح (بدون تمرین/با تمرین ) و عامل مکمل در دو سطح (دارونما/چای سبز ) به‌عنوان عوامل بین‌گروهی و عامل زمان در دو سطح (پیش‌آزمون/پس‌آزمون ) به‌عنوان عامل درون گروهی در نظر گرفته شد. در صورت معنی‌داری اثرات یا تعاملات، مقایسه‌های زوجی با آزمون تعقیبی توکی انجام شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد و سطح معنی‌داری $P \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

نتایج تحلیل واریانس یک راهه نشان داد بین گروه‌های پژوهش از نظر سن، قد، وزن و شاخص توده بدن در پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$) (جدول شماره ۲).

*نتایج مربوط به شاخص های اکسایشی*

*شاخص MDA*

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که اثر اصلی تمرین بر سطح MDA معنی‌دار بود

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

(P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۸/۴۵). همچنین، اثر اصلی مکمل بر سطح MDA معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۹/۳۵). اثرتعاملی تمرین و مکمل نیز معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۲/۲۸).

**جدول شماره ۲:** توصیف و مقایسه ویژگی‌های فردی در گروه های پژوهش در پیش‌آزمون

| متغیر | تمرین +دارونما | تمرین+مکمل | مکمل | کنترل | سطح معنی داری |
|---|---|---|---|---|---|
| | میانگین± انحراف معیار | میانگین± انحراف معیار | میانگین± انحراف معیار | میانگین± انحراف معیار | |
| سن (سال) | ۶۲/۲۷±۵/۱۲ | ۶۵/۱۲±۳/۳۵ | ۶۳/۱۳±۵/۲۸ | ۶۴/۳۹±۴/۱۱ | ۰/۵۸ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۶۷/۲۷±۶/۵۱ | ۱۶۵/۶۰±۷/۲۷ | ۱۶۹/۳۵±۶/۶۹ | ۱۶۵/۶۹±۶/۱۴ | ۰/۴۶ |
| وزن (کیلوگرم) | ۷۱/۷±۱۶/۷۱ | ۷۳/۷±۲۹/۵۶ | ۷۱/۷±۰۵/۵۱ | ۶۹/۸±۵۱/۹۶ | ۰/۳۱ |
| BMI (کیلوگرم بر مترمربع) | ۲۶/۱±۴۷/۵۳ | ۲۶/۱±۹۴/۸۰ | ۲۶/۱±۸۰/۶۱ | ۲۶/۱±۵۲/۸۶ | ۰/۳۸ |

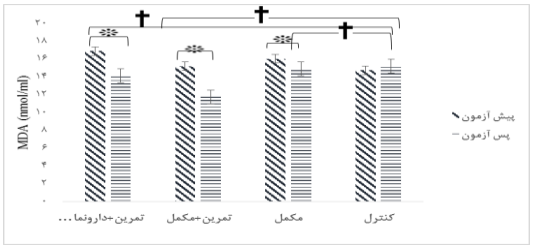
اثر اصلی زمان نیز بر سطح MDA معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۱/۶۱). همچنین، اثر تعامل زمان و تمرین (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۳/۰۵)، تعامل زمان و مصرف مکمل (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۹/۱۲)، و تعامل سه جانبه زمان، تمرین و مکمل (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۷/۲۲) نیز معنی دار بودند (جدول شماره ۳).

**جدول شماره ۳:** مقایسه میانگین تغییرات MDA و TAC پس از هشت هفته مصرف چای سبز و تمرین HIIT در چهار گروه تحقیق (میانگین± انحراف استاندارد)

| متغیر | گروه | زمان اندازه گیری | | درصد تغییرات | تعامل سه جانبه زمان × تمرین × مکمل | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | پیش آزمون | پس آزمون | | F | P |
| MDA (nmol/ml) | تمرین+دارونما | ۱۶/۹۰±۳/۸۲ | ۱۴/۱۲±۳/۲۳ | -۱۶ | ۷/۲۲ | ۰/۰۰۱† |
| | تمرین+مکمل | ۱۵/۱۸±۳/۴۳ | ۱۱/۷۵±۴/۲۶ | -۲۳ | | |
| | مکمل | ۱۶/۰۲±۴/۵۳ | ۱۴/۹۳±۲/۷۱ | -۷ | | |
| | کنترل | ۱۴/۷۳±۳/۶۸ | ۱۵/۱۹±۲/۴۸ | ۳ | | |
| TAC (U/ml) | تمرین+دارونما | ۱۲/۲۶±۲/۱۹ | ۱۵/۲۷±۳/۷۲ | ۲۵ | ۱۲/۹۳ | ۰/۰۰۱† |
| | تمرین+مکمل | ۱۴/۷۷±۳/۳۲ | ۱۹/۴۸±۲/۵۵ | ۳۲ | | |
| | مکمل | ۱۳/۷۱±۲/۱۳ | ۱۵/۸۳±۲/۳۱ | ۱۵ | | |
| | کنترل | ۱۳/۲۴±۲/۲۴ | ۱۳/۲۳±۱/۱۹ | ۰ | | |

†: نشانه تفاوت معنی‌دار در سطح P≤۰/۰۵

با توجه به معنی‌داری تعامل سه جانبه زمان، تمرین و مکمل، تحلیل‌های تکمیلی برای بررسی الگوی تغییرات MDA در چهار گروه انجام شد. مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه نشان داد که سطح MDA در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه‌های تمرین+دارونما (P=۰/۰۰۳)، تمرین+مکمل (P=۰/۰۰۱) و مکمل (P=۰/۰۰۱) کاهش معنی‌دار یافت، در حالی که تغییرات گروه کنترل معنی‌دار نبود (P=۰/۵۸) (تصویر شماره ۲).




**تصویر شماره ۲:** مقایسه تغییرات MDA در گروه های مورد مطالعه در دو مرحله، *: تفاوت معنی دار با مرحله پیش آزمون در سطح P<۰/۰۵، †: تفاوت معنی دار با گروه کنترل در سطح P<۰/۰۵

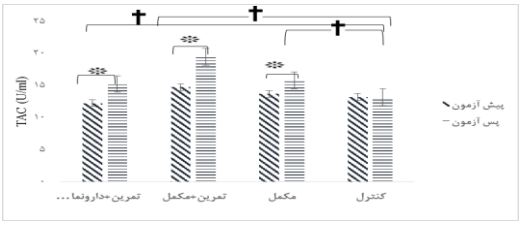
برای مقایسه تفاوت تغییرات MDA بین گروه‌ها، مقایسه‌های زوجی با استفاده از آزمون تعقیبی توکی انجام شد. نتایج نشان داد میزان کاهش MDA در گروه‌های تمرین+دارونما (P=۰/۰۰۲)، تمرین+مکمل (P=۰/۰۰۱) و مکمل (P=۰/۰۰۱) نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری بیش‌تر بود. علاوه بر این، میزان کاهش گروه تمرین+مکمل در مقایسه با گروه مکمل (P=۰/۰۱) و گروه تمرین+دارونما (P=۰/۰۱) نیز به طور معنی‌دار بیش‌تر بود. همچنین، میزان کاهش این شاخص در گروه تمرین+دارونما نسبت به گروه مکمل (P=۰/۰۱) بیش‌تر بود.

*شاخص TAC*

بررسی سطح TAC با تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، وجود اثر معنی‌دار تمرین (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۵/۲۰)، مکمل (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۸/۱۴) و زمان (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۹/۸۶) را نشان داد. افزون بر این، تعامل تمرین و مکمل نیز معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۷/۳۶). همچنین، تعامل زمان و تمرین (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۰/۳۶)،

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

تعامل زمان و مکمل (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۱/۰۳)، و تعامل سه جانبه زمان، تمرین و مکمل (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۲/۹۳) نیز معنی دار بودند (تصویر شماره ۳).




**تصویر شماره ۳:** مقایسه تغییرات TAC در گروه های مورد مطالعه در دو مرحله، *: تفاوت معنی دار با مرحله پیش آزمون در سطح P<۰/۰۵، †: تفاوت معنی دار با گروه کنترل در سطح P<۰/۰۵

با توجه به معنی داری تعامل سه جانبه زمان، تمرین و مکمل، مقایسه‌های درون گروهی برای تعیین الگوی تغییرات TAC انجام شد. سطح TAC پس از مداخله در گروه‌های تمرین+دارونما (P=۰/۰۱)، تمرین+مکمل (P=۰/۰۱) و مکمل (P=۰/۰۲) نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌دار داشت، در گروه کنترل چنین تغییری مشاهده نشد (P=۰/۳۲). در مقایسه‌های بین‌گروهی با آزمون تعقیبی توکی، هر سه گروه مداخله شامل گروه‌های تمرین+دارونما (P=۰/۰۰۱)، تمرین+مکمل (P=۰/۰۰۱) و مکمل (P=۰/۰۰۴) افزایش معنی‌دارتری در TAC نسبت به گروه کنترل نشان دادند. همچنین، میزان افزایش TAC در گروه تمرین+دارونما نیز از گروه مکمل بیش‌تر بود (P=۰/۰۱). در نهایت، بیش‌ترین افزایش در گروه تمرین+مکمل مشاهده شد، به‌طوری که این افزایش در مقایسه با گروه مکمل (P=۰/۰۰۱) و تمرین+دارونما (P=۰/۰۱ ) معنی‌دار بود.

*نتایج مربوط به* شاخص های عملکردی

تحلیل واریانس با اندازه‌گیری های مکرر نشان داد که قدرت (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۲/۱۵) و استقامت عضلانی (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۱/۲۳) در طول زمان تغییر معنی‌داری داشتند. همچنین، اثر تمرین بر این دو شاخص (به ترتیب P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۹/۲۱) و P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۱/۲۷) معنی دار بود. تعامل زمان و تمرین نیز معنی‌دار بود (به ترتیب P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۸/۱۸) و P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۶/۲۳) (جدول شماره ۴).

**جدول شماره ٤:** مقایسه میانگین تغییرات وزن، درصد چربی، قدرت و استقامت پس از هشت هفته مصرف چای سبز و تمرین HIIT در چهار گروه تحقیق (میانگین± انحراف استاندارد)

| متغیر | گروه | زمان اندازه گیری | | درصد تغییرات |
|---|---|---|---|---|
| | | پیش آزمون | پس آزمون | |
| وزن (کیلوگرم) | تمرین+دارونما | ۷۱/۷±۲۳/۹۱ | ۶۹/۷±۹۵/۴۷ | -۲ |
| | تمرین+مکمل | ۷۳/۶±۲۸/۷۴ | ۷۱/۷±۱۳/۶۸ | -۳ |
| | مکمل | ۷۰/۷±۰۸/۷۸ | ۶۹/۶±۰۹/۴۰ | -۱ |
| | کنترل | ۶۹/۸±۹۰/۵۴ | ۷۰/۸±۰۵/۷۱ | ۰ |
| درصد چربی | تمرین+دارونما | ۳۰/۳۰±۲/۳۳ | ۲۹/۲۱±۲/۱۸ | -۴ |
| | تمرین+مکمل | ۳۱/۰۱±۴/۲۲ | ۲۹/۱۴±۳/۵۰ | -۶ |
| | مکمل | ۲۹/۳۸±۳/۸۶ | ۲۸/۷۶±۴/۰۷ | -۲ |
| | کنترل | ۲۸/۱۴±۵/۰۶ | ۲۸/۵۱±۵/۱۱ | ۱ |
| قدرت | تمرین+دارونما | ۱۵/۳۷±۴/۱۱ | ۱۶/۶۸±۳/۳۶ | ۹ |
| | تمرین+مکمل | ۱۳/۲۷±۳/۵۱ | ۱۴/۵۹±۴/۳۷ | ۱۰ |
| | مکمل | ۱۴/۵۱±۳/۱۹ | ۱۴/۵۳±۳/۲۱ | ۰ |
| | کنترل | ۱۲/۲۸±۳/۳۵ | ۱۲/۲۳±۲/۶۹ | ۰ |
| استقامت | تمرین+دارونما | ۱۳۲/۲۲±۲۳/۱۱ | ۱۵۲/۲۳±۲۱/۷۱ | ۱۵ |
| | تمرین+مکمل | ۱۴۰/۲۷±۲۴/۳۶ | ۱۶۱/۲۳±۳۲/۱۵ | ۱۵ |
| | مکمل | ۱۳۷/۸۱±۱۹/۱۵ | ۱۴۰/۰۳±۲۵/۳۱ | ۲ |
| | کنترل | ۱۳۹/۲۵±۲۲/۲۳ | ۱۳۷/۲۸±۱۸/۱۳ | -۱ |

†: نشانه تفاوت معنی دار در سطح **P ≤۰/۰۵**

بررسی درون گروهی نشان داد هر دو شاخص قدرت و استقامت در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، در گروه‌های تمرین+دارونما (به ترتیب P=۰/۰۱، P=۰/۰۱)، و تمرین+مکمل (به ترتیب P=۰/۰۱، P=۰/۰۱) افزایش معنی‌دار داشتند.

مقایسه‌های بین‌گروهی با نتایج آزمون تعقیبی نشان داد میزان افزایش قدرت و استقامت در گروه تمرین+دارونما در مقایسه با گروه‌های مکمل (به ترتیب P=۰/۰۰۱، P=۰/۰۰۱) و کنترل (به ترتیب P=۰/۰۱، P=۰/۰۰۳) بیش‌تر بود. همین الگو در گروه تمرین+مکمل نیز مشاهده شد، به طوری که افزایش هر دو شاخص نسبت به گروه مکمل (به ترتیب P=۰/۰۲، P=۰/۰۰۱) و کنترل (به ترتیب P=۰/۰۱، P=۰/۰۱) بیش‌تر بود. با این حال بین دو گروه تمرین+دارونما و تمرین+مکمل تفاوت معنی‌داری در میزان افزایش قدرت و استقامت مشاهده نشد (P >۰/۰۵).

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

*نتایج مربوط به ترکیبات بدنی*

تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که وزن (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۸/۲۷) و درصد چربی بدن (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۳/۰۳) در طول زمان تغییر معنی‌داری داشتند. اثر تمرین بر این دو شاخص (به ترتیب P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۶/۱۱) و P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۰/۶۶) نیز معنی دار بود. علاوه براین، تعامل زمان و تمرین نیز برای هر دو شاخص وزن (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۷/۳۵) و درصد چربی (P=۰/۰۰۱، F(۱و۴۴)=۱۱/۱۶) معنی‌دار بود.

در مقایسه های درون گروهی کاهش معنی‌دار وزن و درصد چربی در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، در گروه‌های تمرین+دارونما (به ترتیب P=۰/۰۰۱، P=۰/۰۳)، و تمرین+مکمل (به ترتیب P=۰/۰۰۱، P=۰/۰۱) مشاهده شد. مقایسه‌های بین گروهی با آزمون تعقیبی نشان داد که کاهش در شاخص‌های وزن بدن و درصد چربی در گروه تمرین+دارونما نسبت به گروه های مکمل (به ترتیب P=۰/۰۲، P=۰/۰۴) و کنترل (به ترتیب P=۰/۰۰۱، P=۰/۰۱) بیش‌تر بود. همچنین، در گروه تمرین+مکمل در مقایسه با گروه های مکمل (به ترتیب P=۰/۰۱، P=۰/۰۰۱) و کنترل (به ترتیب P=۰/۰۱، P=۰/۰۰۱) کاهش بیش‌تری در وزن و درصد چربی مشاهده شد. افزون بر این، در گروه مکمل نیز کاهش وزن و درصد چربی نسبت به گروه کنترل بیش‌تر بود (به ترتیب P=۰/۰۲، P=۰/۰۴).

## بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هر دو مداخله HIITو مکمل چای سبز به تنهایی باعث کاهش معنی‌دار سطحMDA و افزایش TAC در سالمندان دارای اضافه وزن شدند و ترکیب HIIT و مکمل چای سبز با بیش‌ترین میزان تغییر مطلوب در این شاخص‌ها همراه بود. این یافته‌ها با مطالعات پیشین همسو هستند. هادی و همکاران (۲۰۱۷) کاهش MDA را پس از مصرف عصاره چای سبز در ورزشکاران گزارش کردند(۲۲). نقی‌زاده و همکاران (۱۴۰۳) نیز گزارش کردند سطوح MDA در سالمندان چاق، در پی مداخله هشت هفته‌ای HIIT همراه با مصرف چای سبز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در حالی که HIIT به‌تنهایی کاهش معنی‌دار ایجاد کرد، اما مصرف چای سبز به‌تنهایی کاهش غیرمعنی‌دار داشت. در آن مطالعه نیز بیش‌ترین میزان تغییر در گروه دریافت کننده مداخله ترکیبی مشاهده شد(۱۰). در پژوهش دیگری، نادری فر و دیگران (۲۰۲۲) نشان دادند که شش هفته HIIT (۸۵ تا ۹۵ درصد ضربان قلب ذخیره) و مصرف چای سبز (دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی به شکل خوراکی)، کاهش معنی‌دار MDA را در زنان به دنبال دارد(۲۵).

با وجود شواهد همسو، برخی مطالعات نتایج متناقضی را گزارش کرده‌اند. عرب‌زاده و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که تمرین دویدن روی نوارگردان به‌مدت دوازده هفته و مصرف عصاره چای سبز، به‌طور مستقل موجب کاهش معنادار نشانگرهای استرس اکسیداتیو میوکارد (مانند MDA) و افزایش فعالیت ضداکسایشی گلوتاتیون پراکسیداز در قلب موش‌های سالمند گردید، در حالی که، ترکیب تمرین و چای سبز نسبت به مداخلات منفرد اثر افزایشی قابل توجهی بر این نشانگرها نداشت(۲۶). رسائی و همکاران (۲۰۲۱) نیز در یک مطالعه مروری نظام مند نشان دادند که مکمل چای سبز در بزرگسالان موجب افزایش معنی‌دار TAC در خون می‌شود، اما ارتباط معنی‌داری بین مصرف چای سبز و کاهشMDA وجود ندارد (۲۱). Da Silva و همکاران (۲۰۱۸) نیز اثر ۱۵ روز مصرف عصاره چای سبز (۵۰۰ میلی‌گرم در روز) را بر شاخص‌های آسیب عضلانی و استرس اکسیداتیو پس از تمرین اکسنتریک بر مردان غیر تمرین کرده بررسی کردند. نتایج نشان داد که مصرف عصاره چای سبز تفاوت معنی‌داری در سطوح MDA و TAC نسبت به گروه دارونما ایجاد



[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

نکرد، اگر چه در برخی شاخص‌های مرتبط با آسیب عضلانی تغییرات جزئی مشاهده شد(۳۱).

ناهمگونی نتایج مطالعات می‌تواند ناشی از تفاوت در جمعیت، دوز و مدت مداخله، شدت تمرین و روش سنجش شاخص‌های اکسیداتیو باشد. تفاوت نتایج با مطالعات عرب‌زاده و همکاران (۲۰۲۲) (۲۶)، رسائی و همکاران (۲۰۲۱) (۲۱) و Da Silva و همکاران (۲۰۱۸ ) (۳۱) نیز احتمالاً به تفاوت در مدل پژوهش، مدت و نوع تمرین، وضعیت تمرینی آزمودنی‌ها، مقدار مصرف چای سبز و روش اندازه‌گیری MDA مربوط است. در مطالعه حاضر، طولانی‌تر بودن مداخله و تفاوت پروتکل تمرینی می‌تواند بخشی از این اختلاف‌ها را توضیح دهد، با این حال، بدون بررسی رابطه دوز–پاسخ، نمی‌توان نقش دوز مکمل را به‌طور قطعی تعیین کرد.

از دیدگاه فیزیولوژیک، کاهش MDA و افزایش TACپس از HIIT می‌تواند ناشی از سازگاری‌های آنتی‌اکسیدانی باشد که احتمالاً از طریق تحریک مسیر مسیر عامل هسته‌ای ۲ مرتبط با اریتروئید( Nuclear factor erythroid 2–related factor 2) (Nrf2) و افزایش ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی درون‌زاد ایجاد می‌شود(۱۰، ۲۱). پلی‌فنول‌های چای سبز، به‌ویژه EGCG، نیز با خنثی‌سازی ROS و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌توانند در بهبود وضعیت اکسیداتیو نقش داشته باشند(۲۵، ۳۱). در مطالعه حاضر، بیش‌ترین تغییر مطلوب در MDA و TAC در گروه HIIT همراه با چای سبز مشاهده شد که می‌تواند ناشی از اثر مطلوب ترکیب HIITو چای سبز بر وضعیت اکسیداتیو باشد. با این حال، از آنجا که مسیرهای مولکولی مرتبط با این پاسخ در مطالعه حاضر مستقیماً اندازه‌گیری نشدند، تفسیر این سازوکارها باید با احتیاط انجام شود.

از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان به افزایش معنی‌دار قدرت و استقامت عضلانی و نیز کاهش معنی‌دار وزن بدن و درصد چربی در گروه‌های تمرین و تمرین همراه با مکمل اشاره کرد، به‌گونه‌ای که این دو گروه در مقایسه با گروه‌های مکمل و کنترل، تغییرات مطلوب‌تری را نشان دادند. هم‌راستا با مطالعه حاضر، قاسمی و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان دادند که ترکیب ۱۰ هفته HIIT و عصاره چای سبز در زنان دارای اضافه وزن، نسبت به مداخلات منفرد، بهبود بیش‌تری در ترکیب بدنی، نیمرخ لیپیدی و حداکثر اکسیژن مصرفی ایجاد می‌کند(۳۲). همچنین، Demirli و همکاران (۲۰۲۵) گزارش کردند که مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم عصاره چای سبز منجر به افزایش معنی‌دار زمان رسیدن به خستگی و کاهش نسبت تبادل تنفسی در مردان فعال شد(۳۳).

در مقابل، شواهد نشان می‌دهد این اثرات عملکردی وابسته به زمینه فیزیولوژیک و سطح آمادگی اولیه هستند و به‌صورت یکنواخت در همه جمعیت‌ها مشاهده نمی‌شوند. برای مثال، در مطالعه‌ای توسط Eichenberger و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شد که سه هفته مصرف عصاره چای سبز با دوز حدود ۱۵۹ میلی‌گرم کاتچین در روز، در مردان استقامتی تمرین کرده هیچ اثر معنی‌داری بر عملکرد تایم‌تریال یا متابولیسم انرژی حین دوچرخه‌سواری استقامتی نداشت(۳۴). به‌طور مشابه، Jówko و همکاران (۲۰۱۵) نیز، با وجود افزایش TAC و کاهش MDA پس از چهار هفته مصرف عصاره چای سبز در دوندگان سرعت حرفه‌ای، بهبود معنی‌داری در عملکرد ورزشی مشاهده نکردند(۳۵).

عدم بهبود عملکردی در برخی مطالعات، علی‌رغم بهبود وضعیت ضداکسایشی، احتمالاً به آمادگی اولیه بالاتر آزمودنی‌ها مربوط است، زیرا ورزشکاران تمرین کرده از سازگاری‌های آنتی‌اکسیدانی، میتوکندریایی و عصبی–عضلانی مطلوبی برخوردارند و ظرفیت پیشرفت محدودتری دارند. در مقابل، سالمندان دارای اضافه وزن در مطالعه حاضر با ظرفیت پایه پایین‌تر، زمینه بیش‌تری برای سازگاری داشتند. همچنین، تفاوت نوع عملکرد ارزیابی شده و دوز و مدت مصرف چای سبز می‌تواند در اختلاف نتایج مؤثر باشد.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

بهبود استقامت عضلانی در گروه‌های تمرینی می‌تواند ناشی از افزایش تراکم و عملکرد میتوکندری، فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، ظرفیت مصرف اکسیژن و جریان خون مویرگی باشد که تولید ATP و تحمل فعالیت طولانی مدت را بهبود می‌بخشد. همچنین، HIIT با ایجاد استرس اکسیداتیو کنترل شده و افزایش نیاز انرژی عضله، سازگاری‌های متابولیکی و اکسیداتیو را تحریک می‌کند که می‌تواند با اثرات چای سبز بر وضعیت اکسیداتیو همراه شود(۱۰، ۲۵، ۳۲).

افزایش قدرت عضلانی در گروه‌های تمرینی احتمالاً با سازگاری‌های عصبی–عضلانی، از جمله افزایش تحریک فیبرهای نوع دو و بهبود هماهنگی واحدهای حرکتی، مرتبط است و لزوماً به تغییرات شاخص‌های اکسیداتیو وابسته نیست(۲۴، ۲۸). کاهش وزن و درصد چربی در گروه‌های تمرینی نیز می‌تواند ناشی از افزایش اکسیداسیون چربی، بهبود نسبت نیرو به وزن و کارایی متابولیک باشد(۱۶، ۲۵). در گروه چای سبز، این تغییرات معنادار نبود؛ بنابراین، مصرف مکمل به‌تنهایی احتمالاً برای بهبود قابل توجه ترکیب بدن و عملکرد عضلانی کافی نبوده است. با این حال، به‌دلیل اندازه‌گیری نشدن مستقیم سازوکارهای مولکولی و متابولیکی، تبیین قطعی این یافته‌ها نیازمند مطالعات بیش‌تر است(۱۰، ۳۲).

از محدودیت‌های مطالعه می‌توان به حجم نمونه نسبتاً کم، مدت مداخله کوتاه، تک جنسیتی بودن نمونه و محدود بودن جامعه پژوهش به مردان سالمند دارای اضافه وزن اشاره کرد. همچنین، برخی شاخص‌ها و مسیرهای فیزیولوژیک به‌طور مستقیم اندازه‌گیری نشدند، بنابراین، تأیید یافته‌ها در مطالعات با حجم نمونه بیش‌تر، مدت طولانی‌تر و جمعیت‌های متنوع‌تر ضروری است.

هشت هفته HIIT و مصرف چای سبز با بهبود شاخص‌های اکسیداتیو، عملکرد عضلانی و ترکیب بدن در سالمندان دارای اضافه وزن همراه بود. همچنین، اثر تعاملی تمرین و مکمل بر MDA و TAC معنادار بود و مداخله ترکیبی پاسخ مطلوب‌تری ایجاد کرد. با توجه به محدودیت حجم نمونه و تک‌جنسیتی بودن مطالعه، تعمیم نتایج باید با احتیاط انجام شود و بررسی آن در جمعیت‌های متنوع‌تر توصیه می‌شود.

## سپاسگزاری

از تمامی افرادی که در انجام تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## References

1- Liberale L, Montecucco F, Tardif JC, Libby P, Camici GG. Inflamm-ageing: the role of inflammation in age-dependent cardiovascular disease. Eur Heart J 2020;41(31):2974-2982 PMID: 32006431.

2- Negm AM, Lee J, Hamidian R, Jones CA, Khadaroo RG. Management of sarcopenia: a network meta-analysis of randomized controlled trials. J Am Med Dir Assoc 2022;23(5):707-714 PMID: 35183490.

3- Kelardeh BM, Rahmati-Ahmadabad S, Farzanegi P, Helalizadeh M, Azarbayjani MA. Effects of non-linear resistance training and curcumin supplementation on the liver biochemical markers levels and structure in older women with non-alcoholic fatty liver disease. J Bodyw Mov Ther 2020;24(3):154-160 PMID: 32825982.

4- Bårdstu HB, Andersen V, Fimland MS, Aasdahl L, Raastad T, Cumming KT, etal. Effectiveness of a resistance training program on physical function, muscle strength, and body composition in community-dwelling older adults receiving home care: a cluster-randomized controlled trial. Eur Rev Aging Phys Act 2020;17(1):11 PMID: 32782626.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

5- Chagas CS, Ohara DG, Matos AP, Oliveira MSRd, Lopes MGR, Marmo FAD, etal. Association between sarcopenia and health-related quality of life in community-dwelling older adults. Acta Paul Enferm 2021;34:eAPE002125.
6- Silva Neto LS, Karnikowiski MG, Tavares AB, Lima RM. Association between sarcopenia, sarcopenic obesity, muscle strength and quality of life variables in elderly women. Rev Bras Fisioter 2012;16(5):360-367 PMID: 22983215.
7- Santos DF, Simão S, Nóbrega C, Bragança J, Castelo-Branco P, Araújo IM, etal. Oxidative stress and aging: synergies for age related diseases. FEBS lett 2024;598(17):2074-2091 PMID: 39112436.
8- Abdelhamid RF, Nagano S. Crosstalk between oxidative stress and aging in neurodegeneration disorders. Cells 2023;12(5):753 PMID: 36899889.
9- Amiri E, Sheikholeslami-Vatani D. The role of resistance training and creatine supplementation on oxidative stress, antioxidant defense, muscle strength, and quality of life in older adults. Front Public Health 2023;11:1062832 PMID: 37206869.
10- Naghizadeh H, Heydari F, Rostami Z. Effects of eight-week of HIIT along with green tea on serum of acetylcholinesterase, amyloid beta-42 and malondialdehyde in untrained obese elderly men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport 2024;12(31):86-102.
11- Palomar-Bonet M, Atienza M, Hernández-Ledesma B, Cantero JL. Associations of salivary total antioxidant capacity with cortical amyloid-beta burden, cortical glucose uptake, and cognitive function in normal aging. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2021;76(10):1839-1845 PMID: 33522564.
12- Bliss ES, Wong RH, Howe PR, Mills DE. Benefits of exercise training on cerebrovascular and cognitive function in ageing. J Cereb Blood Flow Metab 2021;41(3):447-470 PMID: 32954902.
13- Mora JC, Valencia WM. Exercise and older adults. Clin Geriatr Med 2018;34(1):145-162 PMID: 29129214.
14- Rodrigues F, Domingos C, Monteiro D, Morouço P. A review on aging, sarcopenia, falls, and resistance training in community-dwelling older adults. Int J Environ Res Public Health 2022;19(2):874 PMID: 35055695.
15- Søgaard D, Baranowski M, Larsen S, Taulo Lund M, Munk Scheuer C, Vestergaard Abildskov C, etal. Muscle-saturated bioactive lipids are increased with aging and influenced by high-intensity interval training. Int J Mol Sci 2019;20(5):1240 PMID: 30871020.
16- Zoila F, Filannino FM, Panaro MA, Sannicandro I, Cianciulli A, Porro C. Enhancing active aging through exercise: a comparative study of high-intensity interval training and continuous aerobic training benefits. Front Aging 2025;6:1493827 PMID: 40530242.
17- Unno K, Nakamura Y. Green tea suppresses brain aging. Molecules 2021;26(16):4897 PMID: 34443485.
18- Sivamaruthi BS, Sisubalan N, Wang S, Kesika P, Chaiyasut C. Exploring the therapeutic potential of green tea (Camellia sinensis L.) in anti-aging: a comprehensive review of mechanisms and findings. Mini Rev Med Chem 2025; ;25(5):403-424 PMID: 39377377.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

19- Musial C, Kuban-Jankowska A, Gorska-Ponikowska M. Beneficial properties of green tea catechins. Int J Mol Sci 2020;21(5):1744.

20- Asbaghi O, Kelishadi MR, Larky DA, Bagheri R, Amirani N, Goudarzi K, etal. The effects of green tea extract supplementation on body composition, obesity-related hormones and oxidative stress markers: a grade-assessed systematic review and dose–response meta-analysis of randomised controlled trials. British Journal of Nutrition 2024;131(7):1125-1157.

21- Rasaei N, Asbaghi O, Samadi M, Setayesh L, Bagheri R, Gholami F, etal. Effect of green tea supplementation on antioxidant status in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Antioxidants 2021;10(11):1731 PMID: 34829602.

22- Hadi A, Pourmasoumi M, Kafeshani M, Karimian J, Maracy MR, Entezari MH. The effect of green tea and sour tea (Hibiscus sabdariffa L.) supplementation on oxidative stress and muscle damage in athletes. J Diet Suppl 2017;14(3):346-357 PMID: 27736246.

23- Noronha NY, Souza Pinhel MA, Nicoletti CF, Quinhoneiro DC, Pinhanelli VC, de Oliveira BA, etal. Green tea supplementation improves oxidative stress biomarkers and modulates IL-6 circulating levels in obese women.Nutr Hosp 2019;36(3):583-588.

24- Ghasemi E, Esmaeil Afzalpour M, Saghebjoo M, Zarban A. Effects of Short-Term Green Tea Supplementation on Total Antioxidant Capacity and Lipid Peroxidation in Young Women after a Resistance Training Session. Journal of Isfahan Medical School 2012;30(202).

25- Naderifar H, Mohammad khani Gangeh M, Mehri F, Shamloo Kazemi S. Effects of high intensity interval training and consumption of matcha green tea on malondialdehyde and glutathione peroxidase levels in women. J Mazandaran Univ Med Sci 2022;32(212):42-53.(persian)

26- Arabzadeh E, Norouzi Kamareh M, Ramirez-Campillo R, Mirnejad R, Masti Y, Shirvani H. Twelve weeks of treadmill exercise training with green tea extract reduces myocardial oxidative stress and alleviates cardiomyocyte apoptosis in aging rat: The emerging role of BNIP3 and HIF-1α/IGFBP3 pathway. J Food Biochem 2022;46(12):e14397 PMID: 36069470.

27- Kuo YC, Lin JC, Bernard JR, Liao YH. Green tea extract supplementation does not hamper endurance-training adaptation but improves antioxidant capacity in sedentary men. Appl Physiol Nutr Metab 2015;40(10):990-996 PMID: 26319566.

28- Khosravi S, Tadibi V, Sheikholeslami-Vatani D. The acute effect of green tea supplementation on oxidative and antioxidant indices after resistance exercise at moderate and high intensities in trained wrestler men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport 2019;7(14):141-152.(persian)

29- Jones CJ, Rikli RE. Measuring functional Fitness in Older Adults. The Journal on active aging. 2002;1:25-30.

30- Różańska-Kirschke A, Kocur P, Wilk M, Dylewicz P. The Fullerton Fitness Test as an index of fitness in the elderly. Medical Rehabilitation 2006;10:15-19.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]

31- Da Silva W, Machado ÁS, Souza MA, Mello-Carpes PB, Carpes FP. Effect of green tea extract supplementation on exercise-induced delayed onset muscle soreness and muscular damage. Physiol Behav 2018;194:77-82 PMID: 29746891.

32- Ghasemi E, Nayebifar S. Benefits of 10 weeks of high-intensity interval training and green tea supplementation on cardiovascular risk factors and VO2max in overweight women. J Res Med Sci 2019;24(1):79 PMID: 31620178.

33- Demirli A, Ulupınar S, Terzi M, Özbay S, Özkara AB, Gençoğlu C, etal. Synergistic Effects of Green Tea Extract and Ginger Supplementation on Endurance Performance and Thermal Perception in Normothermic and Cold Environments: A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind Crossover Trial. Nutrients 2025;17(18):2949 PMID: 41010475.

34- Eichenberger P, Mettler S, Arnold M, Colombani PC. No effects of three-week consumption of a green tea extract on time trial performance in endurance-trained men. International Journal For Vitamin and Nutrition Research 2010;80(1):54-64.

35- Jówko E, Długołęcka B, Makaruk B, Cieśliński I. The effect of green tea extract supplementation on exercise-induced oxidative stress parameters in male sprinters. Eur J Nutr 2015;54(5):783-791.

[ Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-08 ]