



## دوفصلنامه سوخت و ساز و فعالیت ورزشی

سال سیزدهم، جلد سیزدهم، شماره ۲



دانشگاه گیلان

Open Access

مقاله پژوهشی

### تأثیر مصرف کوتاه مدت چای سبز بر هزینه سوخت و سازی و اکسایش سوبسترا حین تمرین حاد با شدت Fatmax در

#### مردان سالم دارای اضافه وزن یا چاق

عالیه باغبانی<sup>۱</sup>، محمداسماعیل افضل پور<sup>۲\*</sup>، مهدی مقرنسی<sup>۲</sup>، محسن محمدنیا احمدی<sup>۳</sup>

تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۹/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۲

#### چکیده

**هدف:** اخیراً بررسی مصرف مکمل‌هایی که بتوانند در کنار فعالیت ورزشی، اکسیداسیون چربی را تسهیل کنند، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر مصرف کوتاه مدت چای سبز بر هزینه سوخت و سازی و اکسایش سوبسترا حین تمرین حاد با شدت Fatmax در مردان سالم دارای اضافه وزن یا چاق بود.

**روش کار:** آزمودنی‌های این پژوهش ۱۵ نفر مرد دارای اضافه وزن و سالم بودند که در یک گروه به صورت متقاطع مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا روی نوارگردان متصل به دستگاه گاز آنالایزر، یک پروتکل ورزشی با سرعت ۳/۵ کیلومتر در ساعت، شیب یک درصد، به مدت ۳ دقیقه اجرا شد و بعد از یک وقفه ۲ دقیقه‌ای (اجرای مرحله اول)، فعالیت با سرعت ۴ کیلومتر در ساعت با شیب یک درصد (مرحله دوم)؛ و سپس با سرعت ۵ کیلومتر در ساعت (مرحله سوم)؛ و در ادامه با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت (مرحله چهارم)؛ و نهایتاً با سرعت به ۶/۵ کیلومتر در ساعت (در طول ۴ دقیقه) به اجرا درآمد. در ادامه، شرکت کنندگان به مدت یک هفته، روزی دو نوبت چای سبز (۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز مصرف) کردند و برای نوبت دوم به آزمایشگاه آمدند. پس از آن به مدت یک هفته دارونما روزانه در دو نوبت مصرف نموده و برای نوبت سوم در آزمایشگاه حاضر شدند. برای هر فرد، میزان حداکثر اکسیداسیون چربی (MFO) و شدتی از فعالیت که MFO در آن رخ می‌دهد (Fatmax) تعیین گردید. نتایج با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری  $p \leq 0/05$  استخراج گردید.

**یافته‌ها:** بین میزان اکسیداسیون چربی، نسبت تبادل تنفسی، اکسیژن مصرفی و هزینه انرژی در دو حالت مصرف یک هفته‌ای چای سبز و دارونما؛ تفاوت معنی‌داری ( $p > 0/05$ ) وجود نداشت.

**نتیجه‌گیری:** مصرف کوتاه مدت چای سبز قبل از تمرین حاد در شدت Fatmax، اثری بر هزینه انرژی، اکسیژن مصرفی و کاهش چربی ندارد و طول دوره و دوز مصرف آن می‌بایست بیشتر مطالعه شود.

**واژگان کلیدی:** چای سبز، فعالیت ورزشی، Fatmax، انرژی مصرفی، اکسیداسیون چربی.

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، خراسان جنوبی، ایران. ۲. استاد گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، خراسان جنوبی، ایران. ۳. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، خراسان جنوبی، ایران.  
 \* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: mafzalpour@birjand.ac.ir

## مقدمه

هدف عمده مقابله با کاهش اکسیداسیون چربی است که اغلب با کاهش وزن دیده می‌شود (۶).

یکی از استراتژی‌های مهم برای جلوگیری از چاقی، افزایش هزینه انرژی از طریق فعالیت ورزشی است. بر اساس شواهد پژوهشی، با دست‌کاری مؤلفه‌های تمرین (شدت، مدت و ...) می‌توان کالری سوزی و سهم چربی در این فرآیند را افزایش داد. پژوهشگران نشان داده‌اند که مهم‌ترین متغیر تعیین‌کننده در این زمینه، شدت فعالیت است (۷). از این رو، شدتی از فعالیت ورزشی که در آن بالاترین سطح از اکسیداسیون چربی به دست می‌آید یا Fatmax<sup>1</sup> مطرح نموده‌اند. در برخی منابع از واژه‌های Lipoxmax<sup>1</sup> یا Fatoxmax<sup>2</sup> هم به جای Fatmax استفاده شده است. برای اندازه‌گیری Fatmax از دستگاه‌های کالری سنج استفاده می‌شود. از طریق این دستگاه‌ها می‌توان آزمون‌های درجه‌بندی‌شده ورزشی را تجویز کرد و اندازه‌گیری‌های مربوطه را انجام داد (۸). در آزمون‌های درجه‌بندی‌شده، مدت‌زمان هر مرحله به‌طور کلی بین ۲ تا ۶ دقیقه متغیر است؛ با این وجود گزارش شده است که برای افراد با اضافه‌وزن بیشتر، بهتر است از آزمون Fatmax پیش‌رونده با فواصل ۶ دقیقه‌ای استفاده شود (۹). مطالعات بسیاری با هدف تعیین بهترین شدت تمرینی برای دستیابی به بیشترین میزان چربی سوزی انجام شده است که تحت عنوان Fatmax Training شناخته می‌شود. بر طبق تعریف ارائه‌شده در بیشتر مطالعات، Fatmax بیانگر شدتی از فعالیت ورزشی است که بیشترین متابولیسم چربی در آن اتفاق می‌افتد و در هر فردی، منحصر به فرد و قابل‌اندازه‌گیری است. بر طبق نتایج مطالعات، Fatmax به‌طور متوسط در شدت بین ۳۹ تا ۶۵ درصد VO<sub>2</sub>max اتفاق می‌افتد؛ و این در حالی است که این معیار تحت تاثیر ژنتیک، جنسیت، ترکیب بدن، سطح فعالیت بدنی و رژیم

شیوع چاقی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه رو به افزایش است؛ به‌طوری‌که در طول سه دهه گذشته، شیوع آن در جهان، تقریباً دو برابر شده است (۱). متأسفانه این پدیده در همه گروه‌های سنی افزایش یافته و با وجود هشدارهای جهانی و افزایش آگاهی از مضرات و عوارض چاقی، شاهد افزایش قابل‌ملاحظه شیوع آن در سطح جهان هستیم (۲). چاقی از جمله بیماری‌های مزمن مرتبط با اختلال در متابولیسم چربی است. در این بیماری، چربی زیادی در بافت‌های چرب تجمع یافته و سلامت فرد را به خطر می‌اندازد (۳). با توجه به این مشکلات، لازم است تدابیر عملی‌تری لازم برای کنترل اضافه‌وزن و چاقی صورت گیرد.

مدت‌هاست که فعالیت بدنی منظم (تمرین ورزشی) به‌عنوان عاملی برای بهبود ترکیب بدن و آمادگی قلبی-تنفسی در افراد دچار اضافه‌وزن و چاقی معرفی شده است؛ با این حال، در مورد شدت فعالیت بدنی، به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های تاثیر گذار در برنامه‌های کاهش وزن، اجماع عمومی وجود ندارد (۴) و نیاز است موضوع بیشتر بررسی شود. نداشتن فعالیت بدنی و مصرف مواد غذایی پرکالری باعث می‌شود بدن انسان انرژی کمتری مصرف کند و دریافت انرژی زیادی داشته باشد؛ روندی که در نهایت، تراز انرژی را به سمت چاقی پیش می‌برد (۵). مطالعات دال بر آن هستند که فعالیت ورزشی با شدت متوسط، حداقل به‌عنوان بخشی از برنامه تمرینی افراد چاق لازم است. در برنامه‌های کنترل وزن، فعالیت ورزشی به‌تنهایی، یا به همراه رژیم غذایی، تجویز می‌شود. زمانی که فقط فعالیت ورزشی تجویز شود، هدف اصلی معمولاً کاهش چربی بدن می‌باشد و زمانی که فعالیت با رژیم غذایی ترکیب شود،

عموزاده و همکاران در سال ۲۰۱۸ گزارش کرده‌اند که ۸ هفته تمرین هوازی به همراه مصرف چای سبز، می‌تواند باعث بهبود ترکیب بدن شود (۱۴). در مطالعه‌ای دیگر، قدمی و همکاران (۲۰۱۸) اثر ۸ هفته مصرف چای سبز بر سطوح چربی خون و وزن افراد چاق و دارای اضافه‌وزن را مورد بررسی قرار دادند. این محققین برای آزمودنی‌های خود ۵۰۰ میلی‌گرم پودر چای سبز و تمرین مقاومتی به مدت ۸ هفته را تجویز کردند. در نهایت، تمرین و مصرف مکمل توانست باعث کاهش وزن شود (۱۵). از طرف دیگر، ذوالفقاری و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق خود به بررسی تأثیر مصرف دو دوز مختلف چای سبز بر متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی قبل، حین و پس از یک جلسه فعالیت هوازی در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق پرداخته‌اند. آزمودنی‌ها ۵۰۰ میلی‌گرم و ۱۰۰۰ میلی‌گرم چای سبز را مصرف کرده و پروتکل تمرین شامل دویدن روی نوار گردان با شدت ۷۵ درصد  $VO_{2max}$  طی مدت ۳۰ دقیقه را اجرا کردند. این محققین دریافتند که بهتر است برای کاهش درصد چربی بدن، چای سبز با دوز ۵۰۰ میلی‌گرم مصرف شود (۱۶). در تحقیق کوتاه‌مدت دیگر، حسین پور و همکاران (۲۰۱۸) اثر ۲۵۰ میلی‌گرم چای سبز را همراه با ۹۰ دقیقه فعالیت ورزشی بر سطوح پلاسمایی گلیسرول، اسیدچرب و انسولین مردان تمرین کرده مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که یک وهله تمرین ورزشی به همراه مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل چای سبز، ممکن است منجر به فراخوانی بیشتر گلیسرول و اسیدچرب پلاسمایی شود (۱۷). گاهرمین و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود اثر تمرینات کوتاه‌مدت همراه با مصرف چای سبز را بر اکسیداسیون چربی افراد چاق مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققین نشان داد که چای سبز

غذایی افراد هم قرار می‌گیرد (۴). پروتکل‌های مختلفی برای تعیین Fatmax وجود دارد، اما متداول‌ترین آن‌ها پروتکل‌های انجام‌شده روی نوارگردان و دوچرخه کارسنج هستند (۶). در کل، طراحی و ارزیابی یک برنامه تمرینی ورزشی فردی بر اساس الگوی مصرف انرژی و استفاده از آن برای درمان یا جلوگیری از اضافه‌وزن و چاقی در افراد مسن، همچنان برای متخصصین مهم شمرده می‌شود. اخیراً برای کمک به کاهش وزن و کنترل چاقی، استفاده از مکمل‌های گیاهی هم رواج پیدا کرده است. تجویز مکمل‌های گیاهی و انجام ورزش برای افرادی که انتظار بیشتری برای چربی سوزی دارند یا نمی‌توانند زمان زیادی را برای ورزش اختصاص دهند، کارساز است و دارای اهمیت بالایی می‌باشد. یکی از این مکمل‌ها، چای سبز است که حاوی کاتچین‌ها (به‌عنوان یک پلی فنول<sup>۱</sup>) می‌باشد. کاتچین‌ها بر فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک<sup>۲</sup> (SNS)، بالابردن هزینه انرژی و افزایش اکسیداسیون چربی مؤثر هستند (۱۰). مشاهدات بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که مصرف چای سبز باعث سرکوب گلوکونئوز و لیپوژنز از یک‌طرف؛ و افزایش لیپولیز از دیگر سوی می‌شود (۱۱). تأثیر مکمل‌ها نیز در پژوهش‌های مختلف جهت بهبود تغییرات چربی مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس آنچه در منابع علمی آمده است، چای سبز به دلیل داشتن کافئین، کاتچین و پلی فنول‌ها؛ می‌تواند در کاهش و یا کنترل وزن مؤثر باشد (۱۲). پیشنهاد شده است که کاتچین موجود در چای سبز، اکسیداسیون چربی را از طریق مهار کانتول-O-متیل<sup>۳</sup>، آنزیمی که باعث کاهش نوراپی نفرین می‌شود، افزایش داده و بدین ترتیب، رهایش نوراپی نفرین را طولانی‌تر می‌کند (۱۳). تحقیقات زیادی به بررسی اثر چای همراه با تمرینات ورزشی پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال،

3. Cathol-O-methyl

1. Polyphenols  
 2. Sympathetic nervous system

مطالعه شامل عدم سابقه عمل جراحی یا مشکل در ناحیه ستون فقرات، نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، عدم انجام فعالیت‌های ورزشی منظم و عدم مصرف مکمل‌های ضد اکسایشی از قبیل ویتامین‌های C و E، چای سبز یا مکمل‌های مشابه؛ و عدم مصرف دخانیات داشتند، به‌طور هدفمند انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در یک جلسه توجیهی شرکت کردند و در خصوص نحوه حضورشان در آزمایشگاه، پروتکل تمرین، اهمیت موضوع پژوهش، امکانات موجود، نحوه اجرای تمرینات ورزشی، و نحوه راه رفتن و یا دویدن روی نوار گردان، رژیم غذایی، شیوه مصرف چای سبز و زمان اجرای تمرینات برای آنان توضیح داده شد. به همین منظور، پرسش‌نامه حاوی اطلاعات شخصی، تاریخچه سلامتی، آمادگی برای فعالیت بدنی (پرسشنامه PAR-Q<sup>1</sup>)، و رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل نمودند. پرسشنامه بسامد غذایی ۲۴ ساعته نیز به‌منظور آگاهی از رژیم غذایی آزمودنی‌ها در اختیارشان قرار گرفت. در این پرسشنامه داوطلبان مقدار مواد غذایی و آشامیدنی مصرفی خود را از زمان بیدار شدن تا آخر شب ثبت نمودند. بررسی مختصر این پرسشنامه نشان داد که شرکت‌کنندگان گرایش به یک رژیم خاص غذایی ندارند. برای اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها از قدسنج دیواری و برای اندازه‌گیری وزن شرکت‌کنندگان، از ترازو استفاده گردید. آزمودنی‌ها بدون کفش و بالباس سبک روی ترازو رفته و وزن آن‌ها برحسب کیلوگرم محاسبه و ثبت گردید.

#### جدول ۱. توصیف (میانگین و انحراف معیار) ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان

انحراف استاندارد	میانگین	
۸/۰۵	۳۶/۳۱	سن (سال)
۵/۰۰	۱۷۷/۶۲	قد (سانتی‌متر)
۱۰/۶۵	۸۴/۶۸	وزن (کیلوگرم)
۲/۶۷	۲۸/۵۰	شاخص توده بدنی (Kg/m <sup>2</sup> )

می‌تواند در حالت استراحت میزان اکسیداسیون چربی را نسبت به گروه کنترل افزایش دهد (۱۸). از طرف دیگر، یوان و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق متا آنالیز خود پس از بررسی مقالات و مطالعات گزارش کرده‌اند که انجام فعالیت‌های هوازی و مصرف چای سبز می‌تواند اثرات مثبتی بر تعدیل درصد چربی بدن افراد چاق داشته باشد. این محققین در نتایج خود بیان کردند که چای سبز در کنار فعالیت ورزشی می‌تواند لیپولیتیک را افزایش داده و متابولیسم بدن را تحریک کند (۱۹).

از آنجایی که در مورد دوز مصرف چای سبز و نحوه مصرف این مکمل هنوز اتفاق نظر وجود ندارد، بر آن شدیم تا چالش‌های موجود در این زمینه را بیشتر مورد بررسی قرار دهیم. بدین منظور، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر کوتاه‌مدت (۷ روزه) چای سبز بر هزینه سوخت و سازی و اکسایش سوبسترا حین تمرین حاد با شدت Fatmax در مردان سالم دارای اضافه‌وزن یا چاق می‌باشد.

#### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی است که در قالب یک گروه (به‌صورت متقاطع) به اجرا درآمد. جامعه آماری این پژوهش، مردان دارای اضافه‌وزن یا چاق شهر بیرجند با دامنه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال بودند. این مردان پس از اعلام فراخوان در فضای مجازی، به دلیل وضعیت کرونا) داوطلبانه آمادگی خود را جهت شرکت در این پژوهش اعلام کردند و از میان آن‌ها، ۱۵ نفر که شرایط ورود به

اطلاع نداشتند) و پس از گذشت یک هفته و با مراجعه به آزمایشگاه (جلسه دوم)، پروتکل ورزشی جلسه اول را مجدداً اجرا نمودند. پس از گذشت ۴۸ ساعت از دومین جلسه، به مدت یک هفته، روزی دو نوبت، بعد از صبحانه و شام دارونما مصرف کردند (شرکت کنندگان از دارونما بودن یا مکمل بودن قرص‌ها اطلاع نداشتند) و پس از گذشت یک هفته و با مراجعه به آزمایشگاه (جلسه سوم)، پروتکل ورزشی جلسه‌های قبل را مجدداً اجرا نمودند. در حین اجرای این پروتکل‌ها (جلسه اول، دوم و سوم)، متغیرهای وابسته مطالعه، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. در مرحله دارونما، شرکت کنندگان کپسول‌های مشابه چای سبز و حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم پودر نشاسته دریافت کردند.

**نحوه اندازه‌گیری MFO و FATmax :** از یک نوارگردان شیب‌دار، برای تعیین Fatmax استفاده شد. اندازه‌گیری Fatmax با یک آزمون درجه‌بندی‌شده مشتمل بر راه رفتن و دویدن بر روی نوارگردان صورت گرفت. در این پروتکل، دستگاه‌های مربوطه به آزمودنی متصل شده و به همان ترتیبی که قبلاً شرح داده شد، پروتکل اجرا گردید. در جریان اجرای پروتکل، شاخص RER توسط دستگاه گاز آنالایزر نمایش داده می‌شد؛ هر زمان که نسبت تبادل تنفسی (RER) به یک می‌رسید، یا ضربان قلب از ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره تجاوز می‌کرد؛ پروتکل خاتمه می‌یافت (۲۰). میزان اکسایش چربی با روش کالری‌سنجی غیرمستقیم و با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر سنجیده شد. حجم تولید اکسیژن و دی‌اکسید کربن ( $VO_2$  و  $VCO_2$ ) با استفاده از همان دستگاه اندازه‌گیری گردید؛ بدین‌صورت که متوسط حجم گاز هر ۱۵ ثانیه در طول پروتکل، قبل از رسیدن RER به یک ثبت شد. سپس برای محاسبه میزان اکسیداسیون

آزمودنی‌ها در روزهای مجزا و در نوبت عصر به آزمایشگاه علوم ورزشی دانشگاه بیرجند مراجعه کردند. اولین جلسه (حالت پایه) یک آزمون درجه‌بندی‌شده مشتمل بر راه رفتن و دویدن بر روی نوارگردان بود، به این صورت که دستگاه‌های مربوطه به آزمودنی متصل شد. ابتدا گرم کردن با سرعت ۳/۵ کیلومتر در ساعت با شیب یک درصد به مدت ۳ دقیقه انجام شد. به دنبال آن، عضلات اسکلتی و مفاصل تحت کشش قرار گرفتند. سپس یک وقفه ۲ دقیقه‌ای وجود داشت و مرحله اول تمرین با سرعت ۴ کیلومتر در ساعت با شیب یک درصد به مدت ۴ دقیقه اجرا گردید. سرعت در مرحله دوم ۵ کیلومتر در ساعت، در مرحله سوم ۶ کیلومتر در ساعت، و در مرحله چهارم، ۶/۵ کیلومتر در ساعت بود و مدت هر مرحله ۴ دقیقه در نظر گرفته شد (۲۰). در جریان اجرای پروتکل، شاخص RER توسط دستگاه گاز آنالایزر (مدل کاسمد<sup>۱</sup> ساخت کشور ایتالیا) ضربان قلب تمرین با استفاده از ضربان سنج (مدل پولار<sup>۲</sup>) نصب‌شده روی نوارگردان کنترل شد. هر زمان که نسبت تبادل تنفسی (RER) به یک می‌رسید، یا ضربان قلب از ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره فرد تجاوز می‌کرد؛ پروتکل خاتمه می‌یافت (تان و همکاران، ۲۰۱۶). بعد از گذشت ۴۸ ساعت از اولین جلسه، شرکت کنندگان مکمل چای سبز با دوز ۵۰۰ میلی‌گرم را به مدت یک هفته در دو نوبت صبح و شب (روزانه ۱۰۰۰ میلی‌گرم) بعد از وعده غذایی صبحانه و شام مصرف نمودند. کپسول‌های مکمل چای سبز حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم پودر چای سبز بود. در ادامه، آزمودنی‌ها پس از گذشت یک هفته، برای جلسه دوم به آزمایشگاه آمدند و همان پروتکل ورزشی جلسه قبل را برای نوبت دوم به اجرا درآوردند. به مدت یک هفته، روزی دو نوبت، بعد از صبحانه و شام دارونما مصرف کردند (شرکت کنندگان از دارونما بودن یا مکمل بودن قرص‌ها

جدول و نمودار تنظیم و خلاصه شدند. سپس طبیعی بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو - ویلک<sup>۲</sup> همگنی واریانس داده‌ها توسط آزمون موخلی<sup>۳</sup> مورد بررسی قرار گرفت و پس از تأیید؛ با روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی و در سطح معنی‌داری  $p < 0.05$ ؛ نتایج استخراج گردید. کلیه محاسبات آماری با نرم آماری SPSS نسخه ۲۰۱۶ صورت گرفت.

### یافته‌ها

چربی، با استفاده از معادله استوکیومتری<sup>۱</sup> این فرض که میزان تولید نیتروژن ادرار ناچیز است؛ محاسبه گردید (۲۰).

$$\text{لیتر در دقیقه} (V_{CO_2} \times 1/67) - \text{لیتر در دقیقه} (V_{O_2} \times 1/67) = \text{اکسیداسیون کل چربی (لیتر در دقیقه)}$$

### تجزیه و تحلیل آماری

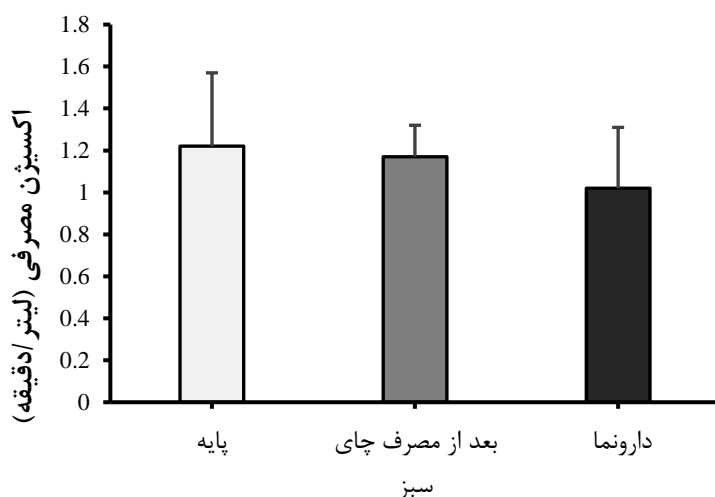
پس از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا ویژگی‌های آزمودنی‌ها و داده‌های تحقیق با استفاده از آمار توصیفی به صورت شکل،

جدول ۲. توصیف (میانگین و انحراف استاندارد) متغیرهای وابسته در مراحل مختلف پژوهش

متغیرها	حالت پایه	پس از مصرف دارونما	پس از مصرف چای سبز
اکسیژن مصرفی (لیتر/ دقیقه)	۱/۲۲±۰/۳۸	۱/۰±۰/۲۹	۱/۰±۱۷/۱۵
نسبت تبادل تنفسی	۰/۸۷±۰/۰۴	۰/۰±۸۸/۰۴	۰/۰±۸۸/۰۳
اکسایش چربی (گرم/دقیقه)	۰/۳۲±۰/۱۴	۰/۰±۲۱/۰۹	۰/۰±۲۸/۰۹
انرژی مصرفی (کالری/ساعت)	۶۶۵/۹۲±۱۶۹/۲۳	۵۹۷/۱۸۰±۳۸/۳۷	۶۳۰/۱۲۷±۰/۸/۳۸

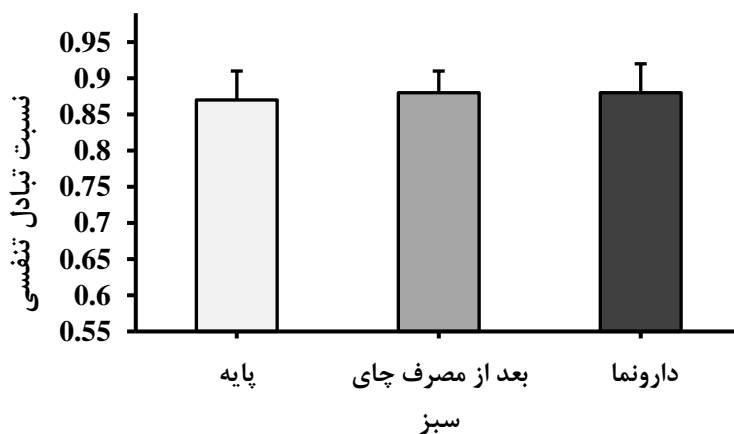
متغیرها بزرگ‌تر از ۰/۰۵ به دست آمد). به دلیل طبیعی بودن توزیع داده‌ها (آزمون شاپیرو - ویلک) و برقراری فرض برابری واریانس‌ها (آزمون موخلی)، به جهت بررسی فرضیه‌های پژوهش؛ از آزمون‌های پارامتریک بهره‌برداری گردید. آزمون فرضیه‌های پژوهش با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر انجام شد و نتایج نشان داد که بین میانگین اکسیژن مصرفی در سه مرحله تحقیق تفاوت معنی‌داری ( $F= ۲/۵۵$  و  $P = ۰/۱۰$ ) وجود ندارد (نمودار ۱).

ابتدا پیش‌فرض‌ها جهت استفاده از آزمون‌های پارامتریک بررسی شد. یکی از این پیش‌فرض‌های مهم در تحلیل‌های آماری برای استفاده از آزمون‌های پارامتریک، طبیعی بودن توزیع متغیرهای وابسته پژوهش است که با آزمون شاپیرو - ویلک بررسی شد مقادیر  $p$  محاسبه‌شده در مورد کلیه متغیرها، بیشتر از ۰/۰۵ بود؛ در نتیجه داده‌های به‌دست‌آمده پژوهش دارای توزیع طبیعی بودند. برای بررسی همگنی واریانس از آزمون موخلی استفاده شد. نتایج این آزمون دال بر آن بود که فرض همگنی واریانس برای تمامی متغیرها برقرار می‌باشد (مقادیر  $p$  برای تمام



**نمودار ۱.** مقایسه میانگین اکسیژن مصرفی شرکت کنندگان در مراحل مختلف اجرای تحقیق

بر اساس یافته‌های به دست آمده از پژوهش، بین میانگین نسبت تبادل تنفسی در سه مرحله تحقیق تفاوت معنی داری ( $F=0.52$ ) و ( $p=0.60$ ) وجود ندارد (نمودار ۲).

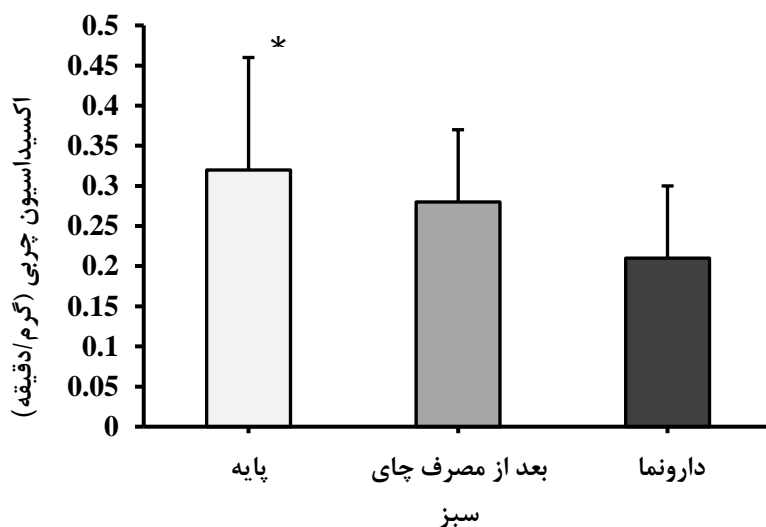


**نمودار ۲.** مقایسه میانگین نسبت تبادل تنفسی در مراحل مختلف اجرای تحقیق.

حالت دارونما نسبت به حالت پایه به طوری معنی دار ( $p=0.01$ ) پایین تر است؛ در حالی که بین حالت پایه با مصرف چای سبز ( $p=0.34$ ) و حالت دارونما ( $p=0.07$ ) تفاوت معنی داری مشاهده نشد (نمودار ۳).

میانگین اکسیداسیون چربی در سه مرحله با یکدیگر تفاوت معنی داری ( $F=3.83$  و  $P=0.04$ ) داشت؛ لذا در ادامه، با آزمون تعقیبی بونفرونی<sup>۱</sup> مقایسه‌های زوجی صورت گرفت و مشخص شد که میزان اکسیداسیون چربی در

1. Bonferroni

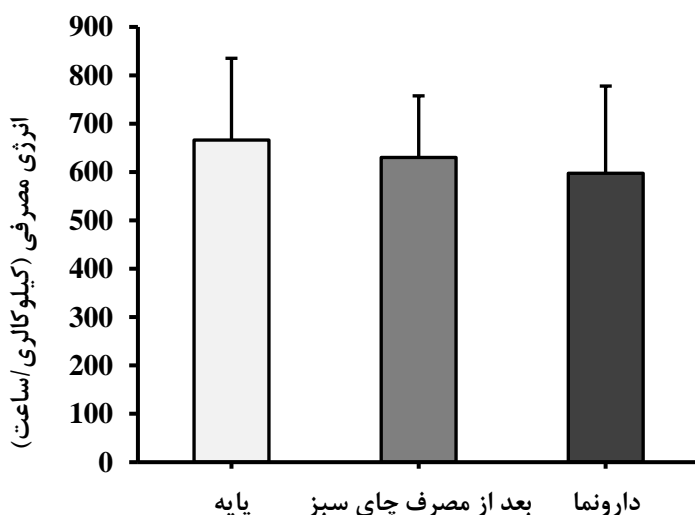


نمودار ۳. مقایسه میانگین اکسیداسیون چربی در مراحل مختلف اجرای تحقیق

نداشت (نمودار ۴).

نهایتاً این که بین میانگین انرژی مصرفی در سه مرحله

(حالت) تفاوت معنی داری ( $F=0/68$  و  $P=0/51$ ) وجود



نمودار ۴. مقایسه انرژی مصرفی در مراحل مختلف اجرای تحقیق

### بحث و نتیجه گیری

معنی داری وجود ندارد. نتایج پژوهش حاضر با یافته های رستمیان و همکاران (۲۰۱۶) همسو است. در پژوهش مذکور، تاثیر کوتاه مدت تمرین هوازی کوتاه مدت و مصرف چای سبز بر MFO، FATmax، ترکیب بدن و نیمرخ

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین میزان اکسیداسیون چربی، نسبت تبادل تنفسی، اکسیژن مصرفی و هزینه انرژی در دو حالت مصرف چای سبز و دارونما؛ تفاوت



باقی مانده صرف بازسازی گلیکوژن شود. همچنین افزایش اپی نفرین و نوراپی نفرین به خاطر شدت بالای تمرین می تواند عامل تأثیرگذاری بر اکسیداسیون چربی باشد (۲۲). همچنین در تحقیق دیگر دوئلو<sup>۳</sup> و همکاران (۱۹۹۹) مشاهده کرده اند که مصرف چهار هفته عصاره چای سبز، می تواند باعث افزایش اکسیداسیون چربی نسبت به گروه دارونما شود (۲۳). ونبلز<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق خود تأثیر مصرف عصاره چای سبز را بر اکسیداسیون چربی و تحمل گلوکز در ۱۲ مرد سالم مورد بررسی قرار داده اند. این پژوهش به صورت متقاطع بدین شکل اجرا شد که آزمودنی ها ۳۰ دقیقه دوچرخه سواری را با شدت ۶۰ درصد  $VO_{2ma}$  انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که اکسیداسیون چربی در زمان مصرف چای سبز (در مقایسه با دارونما) ۱۷ درصد بیشتر است (۲۴). در تحقیقی دیگر، ذوالفقاری و همکاران (۲۰۱۸) ضمن بررسی تأثیر مصرف دو دوز مختلف چای سبز بر متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی قبل، حین و پس از یک جلسه فعالیت هوازی در زنان دارای اضافه وزن و چاق؛ به آزمودنی های تحقیق ۵۰۰ میلی گرم و ۱۰۰۰ میلی گرم چای سبز دادند و پروتکل تمرین شامل دویدن بر روی نوار گردان با شدت ۷۵ درصد  $VO_{2max}$  طی مدت ۳۰ دقیقه اجرا شد. در نهایت نتایج این پژوهشگران نشان دادند که بهتر است برای کاهش درصد چربی بدن، چای سبز با دوز ۵۰۰ میلی گرم مصرف شود. در تحقیق دیگری، حسین پور و همکاران (۲۰۱۸) اثر ۲۵۰ میلی گرم از چای سبز را همراه با ۹۰ دقیقه فعالیت ورزشی بر سطوح پلاسمایی گلسیرویل، اسیدچرب و انسولین مردان تمرین کرده مورد بررسی قرار داده و نتایج آن ها نشان داد که یک وهله تمرین ورزشی به همراه مصرف ۲۵۰ میلی گرم مکمل چای سبز، می تواند به فراخوانی بیشتر گلسیرویل و

چربی در زنان یائسه غیرفعال بررسی گردید. آزمودنی ها ۲۴ زن یائسه غیرفعال بودند که به دو گروه تمرین هوازی+دارونما و تمرین هوازی+چای سبز تقسیم شدند. گروه مکمل، سه بار در روز و هر بار ۴۰۰ میلی گرم عصاره چای سبز مصرف کردند؛ گروه تمرین، به اجرای تمرین هوازی با شدتی در حدود FATmax، چهار جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۴۰ تا ۵۰ دقیقه پرداختند. این پژوهش عدم تغییر معنی دار میزان اوج اکسیژن مصرفی، حداکثر اکسیداسیون چربی، و میانگین کل اکسیداسیون چربی را نشان داد (۲۰). در تحقیق دیگر که با پژوهش ما همسو بود، راندل<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر مصرف سه زمان متفاوت (یعنی روزهای اول، هفتم و بیست و هشتم) چای سبز بدون کافئین را بر اکسیداسیون چربی مردان سالم مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سهم نسبی اکسیداسیون چربی در حالت استراحت، قبل از فعالیت و حین فعالیت در هر سه مدت، در گروهی که چای سبز مصرف کرده بودند تفاوت معنی داری با دارونما نداشت. این محققین در نتایج خود بیان کردند که مصرف یکروزه چای سبز می تواند از دلیل عدم اکسیداسیون چربی باشد (۲۱).

علیرغم این ها، یافته های ناهم سویی متعددی به دست آمده است که به پاره ای از آن ها اشاره می شود. گاهرمن<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی عنوان کرده اند که مصرف چای سبز می تواند باعث افزایش اکسیداسیون چربی در حالت استراحت و پس از فعالیت شود. این پژوهشگران اظهار داشته اند که در هنگام فعالیت ورزشی با شدت بالا، ذخایر گلیکوژن عضلانی بشدت کم می شود و نتیجتاً در دوره ریکاوری (پس از دویدن تناوبی با شدت بالا)، باید اکسیداسیون چربی افزایش پیدا کند تا کربوهیدرات

3. Dulloo  
4. Venables

1. Randell  
2. Gahreman

همین دوز مصرف می‌شد، یا مدت‌زمان جلسه تمرینی بیشتر می‌بود و یا مواردی که از آن با عنوان محدودیت یاد شد، تحت کنترل قرار می‌گرفت، احتمالاً یافته‌های متفاوت و قابل‌انتظاری به دست می‌آمد.

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف کوتاه‌مدت روزانه دو کپسول چای سبز به مدت ۷ روز با دوز ۵۰۰ میلی‌گرم در هر نوبت (۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز) با یک پروتکل آزمون فعالیت ورزشی حاد فزاینده با مراحل درجه‌بندی شده ۴ دقیقه‌ای روی نوار گردان، نمی‌تواند تاثیر معنی‌داری بر اکسیژن مصرفی، انرژی مصرفی، اکسیداسیون چربی و RER داشته باشد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر بر روی افراد چاق و دارای اضافه‌وزن، مصرف کوتاه‌مدت چای سبز (یک هفته) اکسیداسیون چربی و انرژی مصرفی در حین فعالیت حاد فزاینده را تسهیل نمی‌کند و دوز مصرف و طول دوره مصرف این مکمل، نیاز به مطالعه بیشتر دارد.

### تشکر

از تمامی افراد شرکت‌کننده در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

اسیدچرب پلاسمایی منجر شود. در پژوهش حاضر بعضی آزمودنی‌ها اضافه‌وزن زیاد نداشتند. رژیم غذایی آزمودنی‌ها به‌طور کامل کنترل نشد و بهتر بود که از حدود ۴۸ ساعت قبل از فعالیت ورزشی، مصرف کربوهیدرات آزمودنی‌ها کنترل و یکسان‌سازی شود؛ ضمن آن که طول دوره مصرف چای سبز یک هفته بود و چای سبز به‌صورت کپسول دریافت شد (این در حالی است که در برخی مطالعات به‌صورت دم‌نوش، کیسه‌ای فوری، و غیره مصرف شده است). از طرف دیگر، ترکیب و کیفیت مکمل چای سبز هم بعضاً متفاوت است، به‌طوری‌که میزان درصد کافئین، کاتچین و سایر ترکیبات آن می‌تواند متفاوت و مؤثر باشد. عامل دیگری که برای توجیه ناهم‌سویی در یافته‌ها می‌توان به آن اشاره کرد، وضعیت متفاوت ترکیب بدنی آزمودنی‌ها یعنی چاق بودن یا نرمال بودن، بیمار یا سالم بودن، سن افراد، ویژگی‌های فردی از جمله فعال بودن یا غیرفعال بودن آن‌ها از نظر بدنی می‌باشد. زمان اجرای تمرینات با شدت Fatmax نیز مؤثر است، به‌گونه‌ای که در بیشتر پژوهش‌ها برای جلوگیری از واریانس شبانه‌روزی، تمرین در نوبت صبح و به حالت ناشتا انجام شده است، درحالی‌که در پژوهش حاضر به دلیل وضعیت شغلی شرکت‌کنندگان، تمرین در نوبت عصر به اجرا درآمد. در انتها می‌توان گفت که اگر مدت‌زمان بیشتری (بیش از یک هفته) چای سبز با

### منابع

1. Lau DC, Douketis JD, Morrison KM, Hramiak IM, Sharma AM, Ur E. 2006 Canadian clinical practice guidelines on the management and prevention of obesity in adults and children [summary]. *Cmaj*. 2007;176(8):S1-S13.
2. Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després J-P. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Progress in cardiovascular diseases*. 2014;56(4):369-81
3. Azizi F. Dietary diversity score in adolescents-a good indicator of the nutritional adequacy of diets: Tehran lipid and glucose study. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*. 2004;13(1):56-60.

4. Shahidi F, Moharamzadeh S. FATmax training, the best manner of training to improve composition of body fat. 20
5. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The lancet*. 2014;384(9945):766-81.
6. Gray CL, Messer LC, Rappazzo KM, Jagai JS, Grabich SC, Lobdell DT. The association between physical inactivity and obesity is modified by five domains of environmental quality in US adults: A cross-sectional study. *PloS one*. 2018;13(8):(e0203301).
7. Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports medicine*. 2003;33:517-38.
8. Achten J, Jeukendrup A. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *International journal of sports medicine*. 2003;28-603:(08).
9. Perez-Martin A, Mercier J. Stress tests and exercise training program for diabetics-Initial metabolic evaluation. *Ann Endocrinol*. 2001;62:291-3.
10. Croci I, Hickman IJ, Wood RE, Borrani F, Macdonald GA, Byrne NM. Fat oxidation over a range of exercise intensities: fitness versus fatness. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2014;39(12):1352-9.
11. Bordenave S, Flavier S, Fédou C, Brun J, Mercier J. Exercise calorimetry in sedentary patients: procedures based on short 3 min steps underestimate carbohydrate oxidation and overestimate lipid oxidation. *Diabetes & metabolism*. 2007;33(5):379-84.
12. Mokdad AH, Bowman BA, Ford ES, Vinicor F, Marks JS, Koplan JP. The continuing epidemics of obesity and diabetes in the United States. *Jama*. 2001;286(10):1195-200.
13. Sae-Tan S, Grove KA, Lambert JD. Weight control and prevention of metabolic syndrome by green tea. *Pharmacological research*. 2011;64(2):146-54..
14. Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial effects of green tea—a review. *Journal of the American College of Nutrition*. 2006;25(2):79-99.
15. Wang M, Wen Y, Du Y, Yan X, Wei Guo H, Rycroft J. The effects of 90 days consumption of a high-catechin green tea beverage on body weight. *Eur J Clin Nutr*. 2008.
16. Amozadeh H, Shabani R, Nazari M. The effect of aerobic training and green tea supplementation on cardio metabolic risk factors in overweight and obese females: a randomized trial. *International journal of endocrinology and metabolism*. 2018;16(4).

17. Ghadami A, Abedi B, Abarghoee JP, Rarani SA. The combined effect of resistance training and green tea supplements on the lipid profile and anthropometric indices of overweight and obese males. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 2018;20(7).
18. Zolfaghari F, Amir Hossein H, Mohammadreza H. The effect of two different doses of green tea on substrate metabolism and energy expenditure before, during and after one session of aerobic exercise in overweight and obese women. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2018;61(3):985-96.
19. Housein Por Delavar S, Azizi M. Acute Effect of Aerobic Training and Green Tea Supplementation on Plasma Levels of Glycerol, Free Fat Acid and Insulin in Trained Men. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2018;17(1):1-9.
20. Rostamian M, Bijeh N. The The Effect of short-term aerobic exercise and green tea consumption on MFO, Fatmax, body composition and lipid profile in sedentary postmenopausal women. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2017;6(1):21-31.
21. Randell, R. K., Hodgson, A. B., Lotito, S. B., Jacobs, D. M., Rowson, M., Mela, D. J., & Jeukendrup, A. E. Variable duration of decaffeinated green tea extract ingestion on exercise metabolism. *Med Sci Sports Exerc*. 2014; 46(6): 1185-93
22. Gahreman DE, Boutcher YN, Bustamante S, Boutcher SH. The combined effect of green tea and acute interval sprinting exercise on fat oxidation of trained and untrained males. *Journal of exercise nutrition & biochemistry*. 2016;20(1):1
23. Dulloo AG, Duret C, Rohrer D, Girardier L, Mensi N, Fathi M, et al. Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. *The American journal of clinical nutrition*. 1999;70(6):1040-5.
24. Venable MC, Hulston CJ, Cox HR, Jeukendrup AE. Green tea extract ingestion, fat oxidation, and glucose tolerance in healthy humans. *The American journal of clinical nutrition*. 2008;87(3):778-84



**Metabolism and Exercise**  
A biannual journal

**Vol 13, Number 2, 2023**



## **The effect of short-term consumption of green tea on metabolic cost and substrate oxidation during acute exercise with Fatmax intensity in healthy overweight or obese men**

Baghbani A<sup>1</sup>, Afzalpour M E<sup>2\*</sup>, Mogharnasi M<sup>2</sup>, Mohammadnia Ahmadi M<sup>3</sup>

Received: 24/09/2023

Accepted: 02/11/2023

Published: 22/11/2023

### **Abstract:**

**Aim:** Recently, researchers have been paying attention to the study of supplements that can facilitate fat oxidation in addition to sports activities. The aim of the present study was to investigate the effect of short-term consumption of green tea on metabolic cost and substrate oxidation during acute exercise with Fatmax intensity in healthy overweight or obese men.

**Methods:** The subjects of this research were 15 overweight and healthy men who were cross-examined in one group. First, on the treadmill connected to the gas analyzer, a sports protocol was performed at a speed of 3.5 km per hour, a slope of 1%, for 3 minutes, and after a 2-minute break (execution of the first stage), the activity was performed at a speed of 4 km. per hour with a slope of one percent (second stage); and then at a speed of 5 kilometers per hour (third stage); and then at a speed of 6 km per hour (fourth stage); And finally, it was implemented at a speed of 6.5 km per hour (during 4 minutes). Next, the participants took green tea (with a dose of 1000 mg in day) for a week and came to the laboratory for the second time. After that, they consumed placebo twice a day for a week and came to the laboratory for the third time. For each person, the maximum amount of fat oxidation (MFO) and the intensity of activity at which MFO occurs (Fatmax) were determined. The results were extracted using repeated measurement analysis of variance and Bonferroni's post hoc test at a significance level of  $p \leq 0.05$ .

**Results:** Between the amount of fat oxidation, respiratory exchange ratio, oxygen consumption and energy expenditure in two cases of 7 days green tea consumption and placebo; there was no significant difference ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Short-term consumption of green tea before acute exercise at Fatmax intensity has no effect on energy expenditure, oxygen consumption and fat reduction, and its consumption period and dosage should be studied further.

**Keywords:** Green tea, Exercise Training, Fatmax, Energy consumption, Fat oxidation.

1. Master's Degree in Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand. 2. Professor at Sport Sciences Department, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand. 3. Assistant Professor at Sport Sciences Department, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand.

\*Corresponding Author: mafzalpour@birjand.ac.ir