# تأثیر مصرف آب پرتقال بر اکسیداسیون چربی هنگام فعالیت ورزشی در دختران جوان دارای اضافه وزن

**مریم ارجمندی[۱]، محسن ابراهیمی*[۲]**

۱. کارشناس ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، ایران.
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، ایران.

**تاریخ دریافت:** ۱۳۹۷/۰۴/۱۷
**تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۷/۰۸/۲۱

## چکیده

**زمینه** برخی از شواهد نشان می دهد که آب پرتقال خاصیت چربی سوزی دارد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر مصرف آب پرتقال بر اکسیداسیون چربی در فعالیت ورزشی بود.

**روش کار** ۸ دختر جوان دارای اضافه وزن (سن: ۵/۸۵ ± ۲۴/۵۰ سال، قد: ۷/۶۶ ± ۱۶۲/۵۰ سانتی‌متر، وزن: ۵/۸۳ ± ۷۳/۹۴ کیلوگرم، BMI: ۰/۸۳ ± ۲۸/۰۱ کیلوگرم بر مترمربع، درصد چربی بدن: ۲/۷۳ ± ۳۷/۸۴ درصد) در دو جلسه جداگانه، فعالیت فزاینده‌ای را تا سر حد خستگی روی نوار گردان اجرا کردند. در یک جلسه، آب و در جلسه دیگر، آب پرتقال (۵۰۰ میلی‌لیتر) را یک ساعت قبل از شروع فعالیت مصرف کردند. میزان اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات طی فعالیت با استفاده از روش کالری‌سنجی غیرمستقیم، اندازه‌گیری شد. برای هر فرد، میزان حداکثر اکسیداسیون چربی (MFO) و شدتی از فعالیت که MFO در آن رخ می‌دهد (FATmax) تعیین گردید.

**یافته‌ها** آزمون آماری t همبسته نشان داد تفاوت معنی‌داری در MFO (P = ۰/۱۲) و FATmax (P = ۰/۸۳) بین دو شرایط مصرف آب و مصرف آب پرتقال وجود ندارد.

**نتیجه‌گیری** به نظر می رسد که مصرف آب پرتقال یک ساعت قبل از فعالیت ورزشی، موجب تغییر قابل ملاحظه‌ای در اکسیداسیون چربی در دختران جوان دارای اضافه وزن نمی شود.

**کلیدواژه‌ها:**
حداکثر اکسیداسیون چربی، FATmax، آب پرتقال، دختران دارای اضافه وزن.

## ۱. مقدمه

اپیدمی جهانی چاقی، شرایطی پیچیده و چند عاملی است که ناشی از عدم‌تعادل بین انرژی دریافتی و مصرفی می‌باشد (۱). یکی از این روش‌های توصیه شده برای درمان چاقی و اضافه وزن، ورزش و فعالیت بدنی است که باعث افزایش انرژی مصرفی روزانه می‌گردد (۲). در مورد تأثیر ورزش بر کاهش وزن، تحقیقات نشان داده‌اند که شدت ورزش، یکی از عوامل اصلی در تعیین میزان اکسیداسیون چربی در طول ورزش است (۳). بیشترین میزان چربی‌سوزی هر فرد (MFO)[1] در دامنه شدت ٪۳۳-٪۶۵ از $VO_2MAX$ به حداکثر می‌رسد (۴) که در این شدت (کم- متوسط) میزان اکسیداسیون چربی به صورت نسبی و مطلق، افزایش می‌یابد و پس از آن، با افزایش شدت ورزش، سهم چربی‌ها کاهش می‌یابد (۵). این شدت

1. Maximal Fat Oxidaton

* **نویسندهٔ مسئول: محسن ابراهیمی**
**نشانی:** سمنان، روبروی پارک سوکان، دانشگاه سمنان، دانشکده علوم انسانی، گروه علوم ورزشی

**تلفن:** ۰۹۱۱۲۲۰۰۵۱۰ **دورنگار:**
**رایانه:** mebrahimi@semnan.ac.ir
**شناسه ORCID:** 0000-0003-4576-1631
**شناسه ORCID نویسندهٔ اول:** 0000-0002-2337-6815

مجلهٔ علمی ـ پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دورهٔ ۲۷، شمارهٔ ۳، مرداد و شهریور ۱۳۹۹، ص ۳۹۱-۳۸۵
آدرس سایت: http://jsums.medsab.ac.ir رایانامه: journal@medsab.ac.ir
شاپای چاپی: ۷۴۸۷-۱۶۰۶

که به آن $Fat_{max}$ اطلاق می‌شود می‌تواند اثرات سودمندی بر کاهش وزن داشته باشد (۶).

شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد برخی از مواد غذایی می‌توانند موجب افزایش اکسیداسیون چربی شود؛ برای مثال، نشان داده شده است که مصرف میوه و سبزیجات با محدودیت کالری می‌تواند یک استراتژی مناسب در راستای کاهش وزن باشد (۱, ۷). همچنین، نشان داده شده است که فلاونوئید موجود در مرکبات می‌تواند بر کاهش بافت چربی و تنظیم آنزیم‌های مرتبط با چربی‌سوزی تأثیر گذارد (۸) و اثرات مثبتی بر کاهش وزن افراد دارای اضافه وزن و چاق داشته باشد (۹). ویتامین C یک کوفاکتور برای دو آنزیم مورد نیاز در جهت سنتز کارنیتین است (۱۰). از آنجایی که اکسیداسیون اسیدهای چرب در ماهیچه اسکلتی وابسته به کارنیتین است (۱۱)، این احتمال که ویتامین C بر چربی‌سوزی، تأثیر داشته باشد وجود دارد (۱۲). در مطالعات بر روی افراد چاق و دارای اضافه وزن نشان داده شد که کاهش غلظت ویتامین C با افزایش چربی بدن، دور کمر و BMI بالاتر در ارتباط بوده است (۱۳). در سال ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ گوتیرز[1] و همکارانش بیان کردند، مصرف پی‌سینفرین (یکی از مواد موجود در پرتقال) حین تمرین کوتاه‌مدت با شدت متوسط می‌تواند میزان چربی‌سوزی را افزایش دهد و اگرچه در طول ورزش، تمام دوزهای مصرفی از پی‌سینفرین باعث افزایش چربی‌سوزی می‌شود، میزان ۲ و ۳ میلی‌گرم آن، بیشترین میزان چربی‌سوزی را دارد (۱۴, ۱۵).

اما همه تحقیقات موفق به اثبات این آثار مثبت نشدند؛ برای مثال در سال ۲۰۱۷ ریبرو[2] و همکاران، اذعان داشتند مصرف همزمان رژیم غذایی و ۵۰۰ میلی لیتر آب پرتقال، بر کاهش وزن ۷۸ نفر زن چاق، تأثیرگذار نبوده و تنها حساسیت به انسولین، نیمرخ لیپیدی، سطوح التهابی و کیفیت غذایی را بهبود بخشیده است (۱۶). همچنین استوکی[3] و همکاران بیان کردند که مصرف ۵۰۰ میلی لیتر آب پرتقال به همراه صبحانه، به دلیل دارا بودن قند فروکتوز، باعث افزایش سنتز چربی کبد می‌شود و دلیلی برای سرکوب چربی‌سوزی و در نتیجه افزایش وزن می‌باشد (۱۷).

با توجه به دانش کنونی ما، تا کنون مطالعه‌ای به بررسی اثر مصرف آب پرتقال قبل از فعالیت ورزشی بر میزان اکسیداسیون چربی در حین ورزش نپرداخته است، به همین منظور تحقیق حاضر قصد دارد که به بررسی اثر مصرف آب پرتقال بر اکسیداسیون چربی در فعالیت ورزشی در دختران دارای اضافه وزن بپردازد.

## ۲. مواد و روش‌ها

با توجه به اعلام فراخوان در خوابگاه دخترانه دانشگاه سمنان، ۱۳دختر جوان دارای اضافه وزن به صورت داوطلبانه آمادگی خود را برای شرکت در این پژوهش اعلام کردند. به منظور پیش‌برد مراحل اولیه پژوهش، پرسش‌نامه اطلاعات فردی و فرم سلامت، توزیع و تکمیل شد. تعداد ۸ دختر جوان غیرورزشکار دارای اضافه وزن، انتخاب و بررسی شدند. آزمودنی‌ها با توجه به سلامت و سابقه ورزشی (نداشتن ورزش منظم در هفته در مدت ۶ ماه قبل از شروع پژوهش) پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه وارد پژوهش شدند. یک هفته پیش از شروع پروتکل، جلسه‌ای به منظور توجیه‌سازی آزمودنی‌ها تشکیل و قد، وزن و ترکیب بدن (به روش مقاومت بیوالکتریکی با دستگاه BoCA x1) اندازه‌گیری شد. از همه افراد خواسته شد که ۴۸ ساعت پیش از تمرین، از هرگونه فعالیت ورزشی و مصرف مواد غذایی کافئین‌دار اجتناب کنند. این تحقیق با شناسه IR.SEMUMS.REC.۱۳۹۶،۲۱۵ در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی سمنان، تأیید شد.

روش انجام تحقیق به صورت متقاطع[4] و متعادل[5] تنظیم و اجرا شد. آزمودنی‌ها در حالت ناشتا در ۲ روز متفاوت با فاصله ۷ روز، ۵۰۰ میلی‌لیتر آب پرتقال طبیعی و ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مصرف کردند. پس از گذشت یک ساعت، دستگاه گاز آنالایزر (شرکت Cortex ساخت آلمان مدل MPU31-105) به آنها وصل شد و بر روی نوار گردان رفتند. فعالیت با سرعت ۳/۵ km/h و با شیب ۱ درصد آغاز شد و سرعت نوارگردان، هر ۳ دقیقه به میزان ۱ km/h افزوده می‌شد تا حدی که به سرعت ۷/۵ km/h برسد. در این نقطه، شیب دستگاه هر ۳ دقیقه به اندازه ۲ درصد افزوده می‌شد تا زمانی که RER[6] برابر با ۱ شود. در نهایت؛ سرعت و شیب تا رسیدن به سرحد خستگی، به طور همزمان افزوده می‌شد (۲). هدف از بخش پایانی آزمون، اندازه‌گیری $VO2_{max}$ بود. معیارهای رسیدن به $VO2_{max}$ رسیدن ضربان قلب به ۱۰ ضربه کمتر یا بیشتر از ضربان قلب بیشینه (محاسبه شده از طریق سن-۲۲۰)، افزایش نیافتن اکسیژن مصرفی با وجود افزایش شدت فعالیت، RER بزرگ‌تر از ۱،۰۵ بود (۱۸). میانگین دی‌اکسیدکربن دفعی (Vco2) و اکسیژن مصرفی (Vco2)، در ۲ دقیقه پایانی هر مرحله، محاسبه گردید و با استفاده از معادلات عنصرسنجی، با فرض ناچیز بودن نیتروژن ادراری (۴, ۱۷)، میزان اکسیداسیون کربوهیدرات و چربی محاسبه شد. سپس شاخص‌های MFO[7]، $FAT_{max}$ و نقطه تقاطع (نقطه‌ای از شدت نسبی فعالیت که در آن سهم نسبی کربوهیدرات

1. Jorge Gutierrez
2. Ribeiro
3. Stookey
4. crossover
5. counterbalance
6. Respiratory Exchange Ratio
7. Maximal Fat Oxidation

از چربی پیشی می‌گیرد) تعیین شد (۱۹).

اکسیداسیون چربی = ۱,۶۹۵$VO_2$ - ۱,۷۰۱$VCO_2$

اکسیداسیون کربوهیدرات = ۴,۲۱۰$VO_2$ – ۲,۹۶۲۱$VCO_2$

در مطالعه حاضر، برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. همچنین برای مقایسه متغیرها در جلسه مصرف آب پرتقال و مصرف آب، از آزمون آماری t همبسته استفاده شد. محاسبات آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و در سطح معناداری $P \leq ۰,۰۵$ انجام گرفت.

## ۳. یافته‌های پژوهش

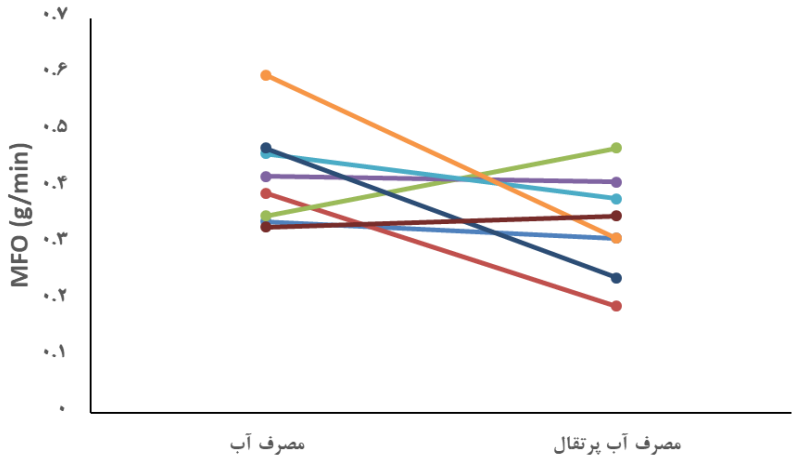
اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها در جدول ۱ مشاهده می‌شود. در جدول ۲ اطلاعات استنباطی به دست آمده از متغیرهای مورد مطالعه در هر دو شرایط مصرف آب پرتقال و مصرف آب ارائه شده است. نتایج آزمون t همبسته نشان داد که تفاوت معناداری در میزان MFO (P = ۰/۱۲)، $FAT_{max}$ (P =۰/۸۳)، نقطه تقاطع (P = ۰/۱۰) و همچنین زمان رسیدن به واماندگی (P = ۰/۳۳) در دو شرایط مصرف آب پرتقال و مصرف آب، وجود ندارد.

**جدول ۱. اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها**

| سن (سال) | قد (سانتی‌متر) | وزن (کیلوگرم) | چربی بدن (درصد) | BMI ($kg/m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| ۲۴/۵۰ ± ۵/۸۵ | ۱۶۲/۵۰ ± ۷/۶۶ | ۷۳/۹۴ ± ۵/۸۳ | ۳۷/۸۴ ± ۲/۷۳ | ۲۸/۰۱ ± ۰/۸۳ |

**جدول۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش در شرایط مصرف آب پرتقال و آب**

| متغیر | آب پرتقال | آب | t | مقدار P |
|---|---|---|---|---|
| MFO (گرم در دقیقه) | ۰/۳۳ ± ۰/۰۹ | ۰/۴۱ ۰±/۰۹ | ۱/۷۵ | ۰/۱۲ |
| $FAT_{max}$ (%$VO2_{max}$) | ۴۷/۲۷ ± ۹/۱۲ | ۴۹/۰۴ ± ۱۷/۴۶ | ۰/۲۱ | ۰/۸۳ |
| نقطه تقاطع (%$VO2_{max}$) | ۸/۴۲ ± ۲/۹۷ | ۷/۸۶ ± ۲/۷۸ | ۱/۸۸ | ۰/۱۰ |
| $VO2_{max}$ (لیتر در دقیقه) | ۲/۳۰ ± ۰/۳۷ | ۲/۴۰ ± ۰/۳۹ | ۰/۹۹ | ۰/۳۵ |
| زمان رسیدن به خستگی (دقیقه: ثانیه) | ۱۴/۹۰ ± ۲/۰۴ | ۱۵/۴۲ ± ۲/۵۴ | ۱/۰۳ | ۰/۳۳ |




**شکل ۱. تغییرات حداکثر اکسیداسیون چربی در زمان مصرف آب پرتقال در مقایسه با مصرف آب**

## ٤. بحث و نتیجه گیری

نقش بافت چربی در ذخیره‌سازی انرژی و همچنین تنظیم تعادل انرژی به عنوان عاملی اثرگذار بر مسیرهای مختلف فیزیولوژیکی، شناخته شده است (۲۰) و دستکاری در این مسیر می‌تواند راهبردی امیدوارکننده در راستای بهبود شرایط افراد چاق و دارای اضافه وزن باشد. پرتقال، میوه‌ای غنی از ویتامین C، فلاونویید و سینفرین می‌باشد که نشان داده شده است که این مواد می‌توانند در فرایند چربی‌سوزی مؤثر واقع شوند (۸, ۹, ۱۵) کانت[1] و بورگاس[2] بیان کردند که سطوح پایین ویتامین C ممکن است باعث ایجاد اختلالات متابولیکی شود که به طور بالقوه می‌تواند بر توده بدن تأثیرگذار باشد (۲۱, ۲۲) و شواهد اولیه مطالعات جانستون در سال ۲۰۰۵ نشان داد که مصرف منظم مکمل‌های

1. Kant
2. Burgos

ویتامین C ممکن است به عنوان عاملی محرک در هزینه‌های انرژی و تعدیل‌کننده چربی‌سوزی عمل کند (۲۳). در همین راستا، گارسیا[1] و همکارانش در سال ۲۰۱۲ با مطالعه بر روی ۵۶۰ نفر از زنان روستایی مکزیکی نشان دادند که پایین بودن سطوح ویتامین C می‌تواند بر چاقی و همچنین رسوب چربی در بدن اثرگذار باشد (۲۴). علاوه بر این، در سال ۲۰۱۶ امینی ابرکوهی و همکاران با مطالعه بر ریزمغذی‌ها بیان کردند که مصرف بالای ویتامین C در مردان می‌تواند عاملی در بروز چاقی باشد البته در آزمودنی‌های زن به نتیجه مشابهی دست نیافتند (۲۵).

کربوهیدرات و چربی، از منابع سوختی مهم عضلات اسکلتی انسان طی ورزش و فعالیت بدنی به حساب می‌آیند (۲۶) که میزان بهره‌وری از این سوخت‌ها تحت تأثیر عواملی همچون در دسترس بودن سوبسترا، شدت فعالیت و طول مدت تمرین و همچنین تغذیه قبل از فعالیت، متفاوت است (۲۷, ۲۸). بیان شده است که افزایش شدت فعالیت، عاملی اثرگذار بر کاهش جریان خون به سمت بافت چربی و کاهش فعالیت $CPT_1$[2] می‌شود (۲۹, ۳۰). اعمال مداخلات تغذیه بر روی میزان استفاده از هر یک از منابع انرژی در هنگام ورزش، تأثیرگذار است (۳۱). برای مثال، جانستون[3] و همکاران با مطالعه بر زنان و مردان کم‌تحرک جوان نشان دادند که اکسیداسیون چربی در طول ۶۰ دقیقه فعالیت ورزشی با شدت ۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در افرادی با سطح ویتامین C ناکافی به طور معنی‌داری کمتر از افراد دارای سطح ویتامین C کافی (به مدت ۸ هفته مکمل مصرف کرده بودند) بود (۱۲).

اما در تحقیق حاضر نشان داده شد که مصرف آب پرتقال، یک ساعت قبل از فعالیت بدنی، بر روی اکسیداسیون چربی، اثر معناداری ندارد. اولین نکته‌ای که به ذهن می‌رسد این است که در تحقیق جانستون و همکاران، اثر مثبت ویتامین C بر اکسیداسیون چربی در هنگام ورزش پس از ۸ هفته مصرف ویتامین C مشاهده شد. بنابراین ممکن است مصرف یک‌جلسه‌ای آن نتوانسته باشد تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ویتامین C بدن به جای گذاشته باشد. با این وجود، در خصوص اینکه آیا مصرف این مقدار آب پرتقال توانسته است غلظت ویتامین C پلاسما را افزایش دهد. بررسی‌ها نشان داد که در تحقیقات پیشین اثبات شد که مصرف مقدار حتی کمتر از این آب پرتقال نیز چنین تغییری را ایجاد کرده است. برای مثال در سال ۲۰۰۷، گوآرنیری[4] و همکارانش با مطالعه بر روی هفت جوان سالم نشان دادند که یک ساعت پس از مصرف ۳۰۰ میلی‌لیتر آب پرتقال، میزان غلظت ویتامین C، در پلاسمای آزمودنی‌ها افزایش یافته است (۳۲). علاوه بر این در سال ۲۰۰۳ مورنو[5] و همکارانش بر روی ۶ آزمودنی زن و ۶ آزمودنی مرد نشان دادند که مصرف ۵۰۰ میلی‌لیتر آب پرتقال باعث ایجاد تغییر در سطوح غلظت ویتامین C پلاسما می‌شود (۳۳). از مقایسه این تحقیقات شاید بتوان گفت اگر ویتامین C بتواند اثری روی اکسیداسیون چربی در هنگام فعالیت ورزشی بگذارد لازم است به صورت طولانی‌مدت مصرف شود و مصرف یک‌جلسه‌ای آن قبل از ورزش نتواند چنین اثری را داشت باشد. اما برای اثبات این نکته، تحقیقات بیشتری لازم است انجام شود.

اغلب تحقیقاتی که اثر مثبت محتویات مؤثر پرتقال (پی‌سینفرین، فلاونوییدها و ویتامین C) را بر چربی‌سوزی مشاهده کردند آن محتویات را به صورت جداگانه بررسی کردند. سؤال بعدی که پیش می‌آید این است که آیا قند موجود در پرتقال می‌تواند بر کاهش چربی‌سوزی مؤثر باشد و آثار مثبت مشاهده شده از مواد مؤثر را به حداقل تقلیل دهد؟ پرتقال جزو مواد غذایی با شاخص گلایسمی متوسط محسوب می‌شود که مصرف آن به صورت آب پرتقال، شاخص گلایسمی آن را بالاتر می‌برد؛ به طوری که جزو مواد غذایی با شاخص گلایسمی بالا قرار می‌گیرد (۳۴). مصرف مواد غذایی با شاخص گلایسمی بالا، موجب افزایش قابل ملاحظه انسولین در خون می‌شود. تحقیقات نشان دادند که افزایش محتوای گلیکوژنی عضله و غلظت انسولین و همچنین اثر مهاری آن بر روی چربی‌سوزی حتی در شرایط حضور غلظت بالای FFA[6] (اسیدهای چرب آزاد) داخل سلولی (۳۵) و در دسترس بودن کربوهیدرات می‌تواند از عوامل مؤثر بر کاهش چربی‌سوزی باشد (۲۶, ۳۵) و بیان شده است که لیپولیز در بافت چربی به وسیله افزایش سطح انسولین خون، محدود می‌شود (۲۰). لیپولیز بافت چربی را آنزیم لیپاز حساس به هورمون تنظیم می‌کند (۳۶). یکی از هورمون‌های کنترل‌کننده عملکرد این آنزیم، انسولین است که باعث کاهش میزان سطوح آنزیم لیپاز حساس به هورمون می‌شود (۳۶). همچنین مطالعات متعددی از زمان مصرف کربوهیدرات قبل از ورزش به عنوان یک عامل مهم در کاهش اکسیداسیون چربی در طول ورزش یاد کردند و اذعان داشتند که مصرف کربوهیدرات، یک ساعت یا کمتر از یک ساعت پیش از شروع ورزش، باعث افزایش سریع غلظت انسولین و قند خون و در نهایت سرکوب چربی‌سوزی می‌شود (۳۷). با توجه به مطالب فوق، علت تغییر در چربی‌سوزی را می‌توان به ادغام اثر مثبت این چربی‌سوزها با اثر منفی انسولین، نسبت داد. این نکته شاید بتواند علت اثر مثبت مشاهده شده در تحقیقاتی با مصرف طولانی‌مدت آب پرتقال را نیز توجیه کند؛ زیرا مصرف طولانی‌مدت، الزاماً پیش از فعالیت ورزشی

1. Garcia
2. Carnitine palmitoyl transferase 1
3. Johnston
4. Guarnieri
5. Moreno
6. Free Fatty Acid

صورت نگرفته است.

در خصوص پی‌سینفرین و فلاونوئیدها، شاید بتوان مشاهده نشدن تأثیر در تحقیق حاضر را علاوه بر دلایل فوق، به سطوح پایین این مواد در مقدار آب پرتقال داده شده در تحقیق حاضر نسبت به مقدارهای مؤثر این مواد، نسبت داد. برای مثال، گوتیرز، میزان ۲-۳ میلی‌گرم پی‌سینفرین را در چربی‌سوزی مؤثر دانسته است (۱۵) که احتمال می‌رود میزان این ماده در این حجم از آب پرتقال مصرفی، پایین‌تر باشد.

به طور کلی، این تحقیق، تأثیر مثبتی را بر اکسیداسیون چربی هنگام فعالیت با مصرف آب پرتقال قبل از فعالیت در دختران جوان دارای اضافه وزن نشان نداد. برای روشن شدن کامل این مسئله به تحقیقات بیشتری نیاز است.

## تشکرو قدردانی

از همکاری مرکز سلامت و تندرستی دانشگاه سمنان و کلیه افراد شرکت‌کننده در تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## References

[1]. Tetens I, Alinia S. The role of fruit consumption in the prevention of obesity. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2009;84(6):47-51.
[2]. Achten J, Gleeson M, Jeukendrup AE. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. Medicine and science in sports and exercise. 2002;34(1):92-7.
[3]. Romijn J, Coyle E, Sidossis L, Gastaldelli A, Horowitz J, Endert E, et al. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism. 1993;265(3):E380-E91.
[4]. Jeukendrup A, Wallis G. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. International journal of sports medicine. 2005;26(S 1):S28-S37.
[5]. Loon LJ, Greenhaff PL, Constantin - Teodosiu D, Saris WH, Wagenmakers AJ. The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans. The Journal of physiology. 2001;536(1):295-304.
[6]. Jeukendrup A, Achten J. Fatmax: A new concept to optimize fat oxidation during exercise? European Journal of Sport Science. 2001;1(5):1-5.
[7]. Azagba S, Sharaf MF. Fruit and vegetable consumption and body mass index: a quantile regression approach. Journal of primary care & community health. 2012;3(3):210-20.
[8]. Assini JM, Mulvihill EE, Huff MW. Citrus flavonoids and lipid metabolism. Current opinion in lipidology. 2013;24(1):34-40.
[9]. Rangel-Huerta OD, Aguilera CM, Martin MV, Soto MJ, Rico MC, Vallejo F, et al. Normal or High Polyphenol Concentration in Orange Juice Affects Antioxidant Activity, Blood Pressure, and Body Weight in Obese or Overweight Adults–4. The journal of nutrition. 2015;145(8):1808-16.
[10]. Rebouche CJ, Paulson DJ. Carnitine metabolism and function in humans. Annual review of nutrition. 1986;6(1):41-66.
[11]. Hoppel C. The role of carnitine in normal and altered fatty acid metabolism. American Journal of Kidney Diseases. 2003;41:S4-S12.
[12]. Johnston CS, Corte C, Swan PD. Marginal vitamin C status is associated with reduced fat oxidation during submaximal exercise in young adults. Nutrition & Metabolism. 2006;3(1):35.
[13]. Johnston CS, Beezhold BL, Mostow B, Swan PD. Plasma vitamin C is inversely related to body mass index and waist circumference but not to plasma adiponectin in nonsmoking adults. The Journal of nutrition. 2007;137(7):1757-62.
[14]. Gutiérrez - Hellín J, Del Coso J. Acute p - synephrine ingestion increases fat oxidation rate during exercise. British journal of clinical pharmacology. 2016;82(2):362-8.
[15]. Gutiérrez - Hellín J, Del Coso J. Dose–Response Effects of p - Synephrine on Fat Oxidation Rate During Exercise of Increasing Intensity. Phytotherapy Research. 2018;32(2):370-4.
[16]. Ribeiro C, Dourado G, Cesar T. Orange juice allied to a reduced-calorie diet results in weight loss and ameliorates obesity-related biomarkers: A randomized controlled trial. Nutrition. 2017;38:13-9.
[17]. Stookey JD, Hamer J, Espinoza G, Higa A, Ng V, Tinajero-Deck L, et al. Orange Juice Limits Postprandial Fat Oxidation after Breakfast in Normal-Weight Adolescents and Adults–. Advances in Nutrition. 2012;3(4):629S-35S.
[18]. Achten J, Jeukendrup A. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. International journal of sports medicine. 2003;24(08):603-8.
[19]. Ahmadi Hekmatikar AH, Ebrahimi M. Substrate Oxidation Changes During Exercise After White Tea Consumption in Obese Men. Sport Physiology. 2019;11(43):17-34.
[20]. Rosen ED, Spiegelman BM. Adipocytes as regulators of energy balance and glucose homeostasis. Nature. 2006;444(7121):847.
[21]. Kant A. Interaction of body mass index and attempt to lose weight in a national sample of US adults: association with reported food and nutrient intake, and biomarkers. European journal of clinical nutrition. 2003;57(2):249.
[22]. de Burgos Moor A, Wartanowicz M, Ziemlański S. Blood vitamin and lipid levels in overweight and obese women. European journal of clinical nutrition. 1992;46(11):803-8.
[23]. Johnston CS. Strategies for healthy weight loss: from vitamin C to the glycemic response. Journal of the American College of Nutrition. 2005;24(3):158-65.
[24]. García OP, Ronquillo D, del Carmen Caamaño M, Camacho M, Long KZ, Rosado JL. Zinc, vitamin A, and vitamin C status are associated with leptin concentrations and obesity in Mexican women: results from a cross-sectional study. Nutrition & metabolism. 2012;9(1):59.
[25]. Salehi-Abargouei A, Esmaillzadeh A, Azadbakht L, Keshteli AH, Feizi A, Feinle-Bisset C, et al. Nutrient patterns and their relation to general and abdominal obesity in Iranian adults: findings from the SEPAHAN study. European journal of nutrition. 2016;55(2):505-18.
[26]. Spriet LL. New insights into the interaction of carbohydrate and fat metabolism during exercise. Sports medicine. 2014;44(1):87-96.
[27]. Mitchell NM. Effects of carbohydrate ingestion during exercise on fat and carbohydrate utilization in women of different body composition levels: Miami University; 2010.
[28]. Melzer K. Carbohydrate and fat utilization during rest and physical activity. e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism. 2011;6(2):e45-e52.
[29]. Melanson EL, MacLean PS, Hill JO. Exercise improves fat metabolism in muscle but does not increase 24-h fat oxidation. Exercise and sport sciences reviews. 2009;37(2):93.

[30]. Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. Nutrition. 2004;20(7):716-27.
[31]. Coyle EF, Jeukendrup AE, Oseto MC, Hodgkinson BJ, Zderic TW. Low-fat diet alters intramuscular substrates and reduces lipolysis and fat oxidation during exercise. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism. 2001;280(3):E391-E8.
[32]. Guarnieri S, Riso P, Porrini M. Orange juice vs vitamin C: effect on hydrogen peroxide-induced DNA damage in mononuclear blood cells. British journal of nutrition. 2007;97(4):639-43.
[33]. Sánchez-Moreno C, Cano MP, de Ancos B, Plaza L, Olmedilla B, Granado F, et al. Effect of orange juice intake on vitamin C concentrations and biomarkers of antioxidant status in humans. The American Journal of Clinical Nutrition. 2003;78(3):454-60.
[34]. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. The American journal of clinical nutrition. 2002;76(1):5-56.
[35]. Coyle EF, Jeukendrup AE, Wagenmakers A, Saris W. Fatty acid oxidation is directly regulated by carbohydrate metabolism during exercise. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism. 1997;273(2):E268-E75.
[36]. Belfrage P, Fredrikson G, Olsson H, Strålfors P. Molecular mechanisms for hormonal control of adipose tissue lipolysis. International journal of obesity. 1985;9:129-35.
[37]. Marmy-Conus N, Fabris S, Proietto J, Hargreaves M. Preexercise glucose ingestion and glucose kinetics during exercise. Journal of Applied Physiology. 1996;81(2):853-7.

# The Effect of Orange Juice on Fat Oxidation During Exercise in Overweight Young Girls

**Maryam Arjmandi[1], Mohsen Ebrahimi[2]***

1. Master of exercise physiology, Department of Sport Science, Faculty of Humanity, Semnan University, Iran.
2. Assistant Professor of exercise physiology, Department of Sport Science, Faculty of Humanity, Semnan University, Iran.

## Abstract

**Introduction**: Some evidence suggests that orange juice has a fat-burning effect. The purpose of this study was to investigate the effect of orange juice consumption on fat oxidation during exercise.

**Materials and Methods**: Eight overweight young girls (age 24.50 ± 6.25 years, height 162.50 ± 8.19 Cm, weight 73.93 ± 6.23 kg, BMI 28.01 ± 0.89 kg / $m^2$, body fat percentage 37.83 ± 2.91 %), performed an incremental exercise test to exhaustion on a treadmill in two separated sessions. Subjects consumed 500 ml water or orange juice one hour before exercise tests. The amount of fat and carbohydrate oxidation measured using the indirect calorimetric during exercise. MFO and $Fat_{max}$, were determined.

**Results**: The paired sample t-test showed that there is no significant difference between the water and orange juice in MFO (P = 0.12) and $FAT_{max}$ (p = 0.83).

**Conclusion**: It seems that the use of orange juice one hour before exercise did not significantly alter fat oxidation in overweight young girls.

**Received:** 2018/07/08
**Accepted:** 2018/11/12

**Keywords:** Maximum fat oxidation, $FAT_{max}$, Orange juice, Overweight girls.