Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

The Effect of *Saffron* Aqueous Extracts on Maximal Oxygen Uptake, Serum Lipid Peroxidation and Total Antioxidant Capacity of Young men athlete following a single Sauna leads to a 4 percent body weight loss

Amir khosravi

Department of Physical Education and Exercise Science, Faculty of Humanities, Ayatollah Ozma Borujerdi University, Borujerd, Iran
*Corresponding author; E-mail: STU_KHOSRAVI1@yahoo.com

Received: 23 October 2018 Accepted: 1 January 2019 First Published online: 18 November 2019
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 December-2020 January; 41(5):44-55

Abstract

Background: The use of a single sauna for decreasing weight quickly has a significantly negative impact on the health. The present study aimed to investigate the effect of *Saffron* aqueous extracts on maximal oxygen uptake, serum lipid peroxidation and total antioxidant capacity of young men athlete following a single Sauna leads to a 4 percent body weight loss.

Methods: In a semi-experimental study twenty young athletic men were randomly divided into two equal groups of 1- control 2- supplement. Subjects in supplement group consumed 5 mg /kg/day of *saffron* for 4 days, whiles other group received the same amount of placebo (lactose). After four days of supplementation all subjects lost 4% of their body weight by dehydration in dry sauna. Serum total antioxidant capacity and malondialdehyde levels were measured in three stages, (baseline, and 4h before and immediately after sauna) and vo2 max was measured in two stages (1week before and immediately after sauna).

Results: The mean age, weight, and body fat were 22.60±0.98 years, 76.07±5.11 kg, and 18.06±1.64 percent, respectively. The vo2 max in the two groups after sauna significantly decreased (p=0/001). As well as total antioxidant capacity and malondialdehyde levels in the only control group after sauna significantly decreased and increased respectively (p=0/001).

Conclusion: It can be concluded that the use of saffron extract improved levels of serum total antioxidant capacity, and thereby it significantly prevented the increase of in serum malondialdehyde after sauna. However the uses of saffron extract no significant effect on prevented the decrease in vo2 max after sauna.

Keyword: Lipid peroxidation, Total Antioxidant Capacity, *Saffron*, vo2 max, Sauna.

How to cite this article: Khosravi A. [The Effect of Saffron Aqueous Extracts on Maximal Oxygen Uptake, Serum Lipid Peroxidation and Total Antioxidant Capacity of Young men athlete following a single Sauna leads to a 4 percent body weight loss]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 December-2020 January; 41(5):44-55. Persian.

© 2019 The Author. This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقاله پژوهشی

اثر عصاره آبی زعفران بر توان هوازی بیشینه، پراکسیداسیون لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم مردان جوان ورزشکار متعاقب یک وهله سونای منتهی به کاهش ۴ درصدی وزن بدن

امیر خسروی

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت الله‌العظمی بروجردی (ره)، بروجرد، ایران
* نویسنده مسوول؛ ایمیل: STU_KHOSRAVI1@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۱ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۸/۲۷
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. آذر و دی ۱۳۹۸؛ ۴۱(۵): ۴۴-۵۵

چکیده

زمینه: استفاده از یک وهله سونا جهت کاهش سریع وزن اثرات منفی چشم‌گیری بر سلامت می‌گذارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر عصاره آبی زعفران بر توان هوازی بیشینه، پراکسیداسیون لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم مردان جوان ورزشکار متعاقب یک وهله سونای منتهی به کاهش ۴ درصدی وزن بدن انجام شد.

روش‌کار: در یک مطالعه نیمه‌تجربی ۲۰ مرد جوان ورزشکار به ترتیب با میانگین سنی وزنی و درصد چربی بدن به طور تصادفی به دو گروه دارونما (۱۰ نفر)، و مکمل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. افراد گروه مکمل، عصاره زعفران را روزانه ۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۴ روز مصرف کردند و گروه دیگر نیز به همان میزان دارونما (لاکتوز) دریافت کردند. تمامی آزمودنی‌ها پس از ۴ روز مکمل یاری، چهار درصد وزن بدن خود را با آب‌زدایی در سونای خشک از دست دادند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و مالون دی‌آلدئید سرم آزمودنی‌ها طی سه مرحله (پایه، ۴ ساعت قبل و بلافاصله بعد از سونا) و توان هوازی بیشینه در دو مرحله (یک هفته پیش و بلافاصله بعد از سونا) اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس مکرر، تی وابسته و مستقل در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که متعاقب سونای خشک توان هوازی بیشینه هر دو گروه به طور معنی‌داری کاهش نشان داد (**P** <۰/۰۵). هم‌چنین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و مالون دی‌آلدئید سرم گروه کنترل به طور معنی‌داری به ترتیب کاهش و افزایش نشان داد (**P**=۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق مصرف عصاره زعفران منجر به بهبود ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم شد و از افزایش معنی‌دار مالون دی‌آلدئید سرم پس از سونا جلوگیری کرد. با این وجود مصرف عصاره زعفران در جلوگیری از کاهش توان هوازی بیشینه متعاقب سونا تاثیر معنی‌داری نداشت.

کلید واژه‌ها: پراکسیداسیون لیپیدی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، زعفران، **توان هوازی بیشینه**، سونا

نحوه استناد به این مقاله: خسروی ا. اثر عصاره آبی زعفران بر توان هوازی بیشینه، پراکسیداسیون لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم مردان جوان ورزشکار متعاقب یک وهله سونای منتهی به کاهش ۴ درصدی وزن بدن. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. ۱۳۹۸؛ ۴۱(۵): ۴۴-۵۵

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

افزایش وزن، یکی از مهم‌ترین مشکلات ورزشکاران در فصل بعد از مسابقات است. در بسیاری از موارد، نوع برنامه‌ریزی برای انجام رقابت‌ها یا برخی ملاحظات ویژه (رسیدن به فرم بدنی مناسب، افزایش سطح عملکرد، ملاحظات بیومکانیکی)، شرایطی را ایجاد می‌کند که ورزشکاران باید به ناچار در کمترین زمان ممکن، وزن خود را کاهش دهند (۱). به طور متوسط ورزشکاران قبل از مسابقه بین ۳ تا ۱۰ درصد از وزن خود را کاهش می‌دهند و بیشترین بخش این کاهش، در روزهای پایانی یا روز قبل از وزن‌کشی انجام می‌شود. ممکن است یک ورزشکار در طول سال در ۵ تا ۸ مسابقه شرکت کند، بنابراین غیر عادی نیست که کاهش وزن در طول یک فصل، بارها تکرار شود (۱). تاکنون روش کاملاً مطلوبی برای کاهش وزن بدن، شناخته نشده است. اکثر روش‌های کاهش وزن، با اعمال محدودیت در مقدار مصرف غذا و افزایش میزان تمرین و به‌ویژه آب‌زدایی بدن با استفاده از سونا، مسهل‌ها، مدرها، خلط‌آورها، استفراغ عمدی و عرق‌ریزی، و اتلاف بخش قابل توجهی از آب بدن همراه هستند (۲). آب‌زدایی بدن در سونا پرکاربردترین روش مورد استفاده جهت کاهش وزن سریع توسط ورزشکاران می‌باشد. گرچه استفاده مستمر و درست از سونا اثرات سودمندی از جمله: رفع خستگی، افزایش شادابی و نشاط، دفع سموم و افزایش توان جسمی و روحی در مقابل عفونت، کاهش ابتلا به عفونت‌های ریوی، افزایش ظرفیت حیاتی (vital capacity) و حجم‌های جاری (tidal volume)، دقیقه‌ای (minute ventilation) و بازدمی اجباری (forced expiratory volume) ریه‌ها، هم‌چنین کاهش احتقان ریه‌ها (pulmonary congestion)، کاهش فشار خون بیماران مبتلا به پرفشار خونی، افزایش کسر تزریقی قلب (Ejection Fraction) در بیماران قلبی، بهبود تنفس در افراد مبتلا به آسم، کاهش درد و بهبود عملکرد مفاصل در افراد مبتلا به روماتیسم مفصلی و ... دارد (۳). با این وجود، استفاده از یک وهله سونا جهت کاهش سریع و موقت وزن به دلیل عوارض ناشی از شوک گرمایی و آب‌زدایی بدن اثرات منفی چشم‌گیری بر عملکرد ورزشکاران از جمله، کاهش توان هوازی و بی‌هوازی، خستگی زودرس، کاهش استقامت عضلانی، افزایش زمان واکنش، آغاز زودرس آستانه لاکتات، تخلیه زودرس منابع فسفوکراتین و گلیکوژن، کاهش سرعت و استقامت عضلانی و ... دارد (۴).

یکی از مهم‌ترین پیامدهای منفی کاهش سریع وزن در سونا وقوع استرس اکسیداتیو در بافت‌های مختلف (۶، ۵) به دلیل هایپرترمی (hyperthermia)، دهیدراسیون (dehydration) و فشار اسموتیک (osmotic stress) می‌باشد (۷). استرس اکسیداتیو پیامدهای منفی بر توان هوازی بیشینه (maximal oxygen uptake)، عملکرد و سلامت افراد از جمله، تسریع روند پیری، آسیب‌های عضلانی و لنفوئید، التهاب بافتی، خستگی عضلانی، اختلال در بازگشت به حال اولیه، اختلال و کاهش کارآیی سیستم ایمنی و وضعیت اکسیداسیون عضلانی به همراه دارد (۸). بنابراین بروز استرس اکسیداتیو را می‌توان یکی از عوامل اصلی آسیب زننده بر عملکرد و سلامت ورزشکاران دانست (۸). با توجه به اثرات اثبات شده مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی در تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن، ورزشکاران جهت جلوگیری یا کاهش عوارض ناشی از استرس اکسیداتیو از طیف متنوعی از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی سنتزی استفاده می‌کنند. اخیرا استفاده از داروهای گیاهی با خواص آنتی‌اکسیدانی نیز مورد توجه محققین و ورزشکاران قرار گرفته است. یکی از گیاهانی که دارای مصارف فراوانی در طب سنتی، تبخ غذا، صنایع غذایی و دارویی در دنیا، به دلیل ترکیبات مفید، رنگ، طعم و روش مصرف آسان است زعفران (Crocus satious L) می‌باشد. زعفران گیاهی کوچک و چند ساله از خانواده زنبق (Iridaceae) به ارتفاع ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر و دارای پیازی سخت و مدور و گوشت‌دار و پوشیده از غشاهای نازک قهوه‌ای است. قسمت مورد استفاده این گیاه، انتهای خامه و کلاله سه شاخه است که به نام زعفران مشهور است (۹). در کلاله‌های زعفران، حدود ۱۵۰ نوع ترکیب فعال و غیرفعال وجود دارد که مهم‌ترین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آن شامل فلاونوئیدها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها (ریبوفلاوین و تیامین)، آمینواسیدها، مینرآل‌ها، صمغ‌ها و هم‌چنین کاروتنوئیدهایی مثل سافرنال، کروستین و کروسین می‌باشد (۱۰). با توجه به ترکیبات این گیاه اثرات شناخته شده‌ای در پیشگیری و درمان بیماری‌های قلبی عروقی، حافظه، بیماری‌های چشمی و گوارشی، بیماری‌های مرتبط با سیستم عصبی، اثرات ضد درد، التهاب و تشنج، کاهش اضطراب و بی‌خوابی، اثرات ضد ایسکمی در عضلات، کلیه‌ها، قلب، مغز و .. دارد (۱۰). در مورد اثرات ضد استرس اکسایشی زعفران تحقیقاتی مختلفی انجام شده است. Mehdizadeh و همکاران (۱۱) عنوان کردند عصاره زعفران از افزایش لاکتات‌دهیدروژناز (dehydrogenase lactate)، ایزوآنزیم قلبی کراتین کیناز سرم و مالون دی‌آلدئید (Malondialdehyde) بافت قلب موش‌ها متعاقب سکته از طریق جلوگیری از تغییر در وضعیت ردوکس سلول‌های قلبی جلوگیری می‌کند. هم‌چنین Khosravi و همکاران (۱۲) عنوان کردند عصاره آبی زعفران تاثیر معنی‌داری در تعدیل افزایش تروپونین T قلبی و ایزوآنزیم قلبی کراتین‌کیناز سرم متعاقب یک وهله فعالیت وامانده‌ساز دارد. هم‌چنین Hosseinzadeh و همکاران (۱۳) عنوان کردند عصاره زعفران با تقلیل استرس اکسیداتیو ناشی از ایسکمی–رپرفیوژن در مغز از تخریب سلول‌های مغزی جلوگیری می‌کند.

تحقیقاتی که در گذشته در مورد اثرات آنتی‌اکسیدانی عصاره زعفران انجام شده در زمینه اثرات محافظتی این عصاره از

سلول‌های مختلف در شرایط غیر شوک گرمایی و آب‌زدایی بدن و عمدتا در نمونه‌های حیوانی انجام شده است، در حالی‌که مکانیسم‌هایی که سونا منجر به بروز استرس اکسیداتیو و آسیب‌های ناشی از آن می‌شود متنوع و متفاوت‌تر از روش‌های قبلی ایجاد استرس اکسایش جهت بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی عصاره زعفران بوده و مهم‌تر از همه موارد ذکر شده این‌که در تحقیق جاری از نمونه‌های انسانی استفاده شده است. هم‌چنین هیچ‌کدام از تحقیقات گذشته به بررسی تاثیر مصرف عصاره زعفران جهت جلوگیری از اثرات منفی استرس اکسایش ناشی از سونا بر توان هوازی بیشینه نپرداخته‌اند. از سویی شیوع استفاده از سونا به دلیل رواج کاهش وزن سریع در خلال یک وهله سونا در بین ورزشکاران و افراد عادی و از سویی خطرات شناخته شده این روش به‌ویژه استرس اکسایش و اثرات منفی بر عملکرد ورزشکاران به ویژه توان هوازی بیشینه و عوارض نامطلوب مصرف داروهای صناعی، معرفی مکمل‌های گیاهی شناخته شده برای عموم مثل زعفران، که دارای رنگ، طعم، بو، قابلیت استفاده در روش‌های مختلف، در دسترس، اثرات مثبت اثبات شده، بدون عوارض جانبی در دوزهای مجاز، برای کاهش اثرات مخرب ناشی از سونا، بسیار مفید و ضروری می‌باشد. بنابراین معرفی زعفران برای کاهش اثرات مخرب ناشی از شوک گرمایی و آب‌زدایی ناشی از سونا بر توان هوازی بیشینه (به‌عنوان یک عامل حیاتی در عملکرد ورزشکاران) ورزشکارانی که جهت کاهش سریع و موقت وزن، پیش از مسابقه، از این شیوه استفاده می‌کنند، بسیار مفید و ضروری بوده و می‌تواند در جلوگیری از بروز صدمات احتمالی و پیامدهای خطرناک این‌گونه وزن کم کردن بر عملکرد ورزشکاران و جلوگیری از عوارض نامطلوب بر سلامتی آنان، و احیانا جلوگیری یا کاهش هزینه‌های درمانی کمک کند. در نتیجه، مطالعه حاضر برای اولین بار با بررسی اثرات مصرف عصاره آبی کلاله زعفران در جلوگیری از اثرات مخرب سونای منجر به کاهش وزن، بر سیستم دفاع ضد اکسایش و توان هوازی بیشینه ورزشکاران، درصدد پاسخ به این سئوال است که آیا سونای منجر به کاهش وزن ۴ درصدی باعث بروز استرس اکسیداتیو در سرم ورزشکاران جوان و کاهش توان هوازی بیشینه آنان در ورزشکاران رشته‌های وزنی می‌شود و در صورت بروز استرس اکسیداتیو و کاهش توان هوازی بیشینه آیا مصرف کوتاه مدت عصاره آبی کلاله زعفران می‌تواند با جلوگیری از بروز استرس اکسایش در جلوگیری از کاهش توان هوازی بیشینه ناشی از سونا موثر باشد؟

روش‌کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح دوسویه کور (Double-blind) بود. جامعه آماری این پژوهش را ورزشکاران مرد برخی رشته‌های وزنی (کشتی، جودو، کاراته، تکواندو) در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال تشکیل داد. از بین داوطلبان مشارکت در این تحقیق ۲۱ نفر شرایط شرکت در این تحقیق را داشتند که یک نفر به طور تصادفی حذف و ۲۰ نفر دیگر به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. لازم به ذکر می‌باشد که حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران تعیین شد. شرایط ورود شرکت‌کنندگان به این پژوهش عبارت بودند از: دامنه سنی بین ۱۸ تا ۲۵ سال، سابقه تمرینی به مدت حداقل ۲ سال (۳ جلسه در هفته) در یکی از رشته‌های وزنی (کشتی، جودو، کاراته، تکواندو)، سابقه حداقل یکبار کاهش وزن در سونا. هم‌چنین معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل مصرف سیگار، دارو، مواد مخدر یا مکمل ورزشی و غیرورزشی چه با منشاء گیاهی و چه سنتزی (حداقل در ۶ ماه گذشته)، سابقه‌ی انواع بیماری‌ها (کبدی، قلبی-عروقی، تنفسی، کلیوی و متابولیکی، عفونی، ایمنی، متابولیکی، تنفسی و ارتوپدی) حساسیت به مصرف داروها، بالا بودن فشار خون، آسیب‌دیدگی به ویژه در ناحیه مچ پا، کمر و زانو بود. لازم به ذکر است که سلامت عمومی شرکت‌کنندگان توسط پزشک مورد تأیید قرار گرفت. یک هفته قبل از شروع عصاره‌دهی، از آزمودنی‌ها دعوت به عمل آمد تا به منظور آگاهی از برنامه‌ی انجام تحقیق، مراحل و اهداف آن، و اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی (درصد چربی بدن، قد، وزن و تعیین نمایه توده بدن BMI)، **و توان هوازی بیشینه**، هم‌چنین اخذ رضایت‌نامه کتبی شرکت در این تحقیق در جلسه‌ی ارزیابی و توجیهی شرکت نمایند. قبل از دریافت رضایت‌نامه از آزمودنی‌ها برای شرکت در پژوهش، اطلاعات لازم در خصوص ماهیت، نحوه اجرا، ناراحتی‌های مرتبط با کاهش وزن در سونا و نمونه‌گیری و نکاتی که باید برای شرکت در این پژوهش رعایت شود، به صورت کتبی و شفاهی اطلاع‌رسانی شد. لازم به ذکر می‌باشد فرایندهای بکار رفته منطبق با استانداردهای اخلاقی کمیته مسئول در رابطه با آزمایش‌های انسانی دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره) به تبعیت از قوانین ملی و هم‌چنین بیانیه هلسینکی در سال ۱۹۷۵ (بازبینی شده در سال ۲۰۰۸) بوده است. پس از دریافت رضایت‌نامه به منظور همگن‌سازی آزمودنی‌ها، اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی (سن، قد، وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن) و توان هوازی بیشینه، انجام شد. در نهایت با در نظر گرفتن این شاخص‌ها و پس از اطمینان از همگن بودن داده‌ها، شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی ساده به دو گروه همگن ۱۰ نفری کنترل و مکمل (مصرف کننده عصاره آبی زعفران) تقسیم شدند، تا در زمان معین جهت کاهش وزن به سونا و سپس به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد جهت اندازه‌گیری توان هوازی بیشینه مراجعه کنند. هم‌چنین از آزمودنی‌ها خواسته شد در طول دوره‌ی چهار روزه تحقیق برنامه غذایی خود را تغییر ندهند و در هیچ‌گونه فعالیت بدنی شرکت نکنند؛ هم‌چنین از مصرف دارو یا مکمل ورزشی و یا

غیرورزشی و هر گونه قرص یا مکمل دارویی پرهیز کنند. هم‌چنین از آن‌ها خواسته شد پرسش‌نامه یاد آمد غذایی را در خلال سه روز قبل از کاهش وزن در سونا بر اساس برنامه زمان‌بندی شده تکمیل کرده و روز کاهش وزن در سونا به پژوهشگر تحویل دهند، تا متوسط کالری دریافتی و متوسط کربوهیدرات، چربی، پروتئین و ویتامین‌های E ,C.A دریافتی توسط نرم‌افزار تجزیه و تحلیل مواد غذایی (Nutritionist IV computer program) مورد تحلیل قرار گیرد. قبل از انجام مداخلات، دو گروه بر اساس **توان هوازی بیشینه،** درصد چربی بدن (Body Fat percent)، سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی مقایسه شدند که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت (جدول ۱).

به منظور کنترل نسبی تغذیه آزمودنی‌ها از روش خود گزارش‌دهی تغذیه‌ای (پرسش‌نامه یادآمد غذایی) در خلال دوره سه روزه قبل از کاهش وزن در سونا استفاده شد (۱۴). هم‌چنین در روز کاهش وزن در سونا (در روز چهارم دوره تحقیق) پس از نمونه‌گیری خون در حالت ۱۲ ساعت ناشتا یک وعده صبحانه استاندارد حاوی ۵۰۰ کیلو کالری انرژی (ترکیب صبحانه شامل ۸۰ گرم نان، ۱۰ گرم کره، ۲۰ گرم مربای هویج، ۸۰ میلی‌لیتر شیر، ۱۰ گرم شکر)، به تمامی آزمودنی‌ها داده شد.

وزن‌کشی قبل از ورود به سونا (سونای خشک) با حداقل پوشش (شورت ورزشی) انجام شد. آزمودنی‌ها بعد از وزن‌کشی جهت کاهش ۴ درصد وزن بدن، سونای خشک با دمای ۸۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰ تا ۴۰ را تجربه کردند. آزمودنی‌ها تا مادامی که ۴ درصد از وزن خویش را کم کنند به صورت تناوب‌های ۱۰ دقیقه‌ای در معرض سونا قرار گرفتند (در خلال این دوره چندین بار از هر آزمودنی وزن‌کشی به عمل آمد تا آزمودنی به طور دقیق از میزان کاهش وزن و وزن باقی‌مانده آگاهی یابند) وزن‌کشی نهایی آزمودنی پس از خشک کردن بدن و تعویض شورت ورزشی انجام گرفت.

از کلاله خشک شده زعفران قائنات جهت تهیه عصاره استفاده شد. برای آماده کردن عصاره آبی زعفران از روش خیساندن (Maceration method) استفاده شد. به این ترتیب که پس از ریختن کلاله خشک شده زعفران در داخل ظرف شیشه‌ای استوانه‌ای (بشر) به ازای هر ۱ گرم کلاله زعفران ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ظروف اضافه گردید و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بر روی دستگاه چرخاننده به آرامی مخلوط گردیده تا استخراج به خوبی صورت گیرد. سپس مخلوط حلال و گیاه توسط صافی از هم جدا تا عصاره اولیه بدست آید. عصارهٔ اولیه وارد دستگاه تقطیر در خلاء گردیده و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حلال آن‌ها به آرامی تبخیر گردید و عصاره تغلیظ شده بدست آمد. محلول حاصل به مدت دو هفته در دستگاه بن‌ماری با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا حلال عصاره نیز به آرامی تبخیر شده و پودر عصاره به جا بماند (۱۵). پودر عصاره‌ها تا زمان استفاده در فریزر و در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

آزمودنی‌های گروه مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)، و کنترل در سه روز پیش از اجرای سونا به ترتیب ۵ میلی‌گرم عصاره زعفران و دارونما را به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز، را در ۲ نوبت (صبح و ظهر) در ساعات مشابه و یک ساعت پس از مصرف وعده‌ی غذایی، مصرف کردند (۱۶). روز چهارم تحقیق که روز استفاده از سونا بود، میزان مصرف روزانه عصاره زعفران و دارونما (۵ میلی‌گرم عصاره زعفران و دارونما را به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) به صورت یک وعله‌ای و یک ساعت پس از صرف صبحانه و ۳ ساعت پیش از سونا بود. عصاره زعفران و دارونما (لاکتوز) به شکل کپسول‌های ۵۰۰ میلی‌گرمی (کپسول‌های خالی تهیه شده حداکثر ۵۰۰ میلی‌گرم گنجایش داشتند و به شکل دستی از عصاره زعفران یا لاکتوز پر شدند) که از نظر شکل، رنگ و اندازه مشابه ولی میزان وزن آن‌ها با توجه به وزن آزمودنی متفاوت بود به روش دوسوکور مصرف شدند. به این صورت که نه آزمودنی‌ها و نه محقق از محتوای کپسول‌ها آگاهی نداشت. در واقع فرد دیگری مسئول پر کردن و توزیع کپسول‌ها بین آزمودنی‌ها بود. این فرد ظروف حاوی کپسول‌ها را شماره‌گذاری کرده و در برگه دوسوکور یادداشت می‌کرد. پس از پایان پروتکل تحقیق، برگه در اختیار محقق قرار گرفت. تمامی آزمودنی‌ها در خلال مدت زمان ۴ روزه تحقیق هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند.

شاخص‌های تن سنجی جهت اندازه گیری قد با استفاده از متر نواری در حالت ایستاده و بدون کفش با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. وزن با استفاده از ترازوی کفه‌ای با دقت ۵۰۰ گرم و با حداقل لباس و بدون کفش اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن با تقسیم وزن بدن (برحسب کیلوگرم) بر توان دوم قد آزمودنی‌ها (بر حسب متر) بدست آمد. هم‌چنین درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از کالیپر لافایت و با استفاده از فرمول ۳ نقطه‌ای (ضخامت چین پوستی در نواحی سینه، شکم و وسط ران) جکسون و پولاک برای مردان اندازه‌گیری شد (۱۷).

توان هوازی بیشینه آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون بروس در دو مرحله اندازه‌گیری شد. مرحله اول یک هفته پیش از اجرای تحقیق و مرحله دوم بلافاصله پس از سونا (متعاقب نمونه‌گیری خونی) بود. بدین شیوه که آزمودنی‌ها پس از انجام حرکات کششی، به مدت ۵ دقیقه با دویدن آرام روی نوارگردان با شیب صفر درجه به گرم کردن می‌پرداختند. سپس آزمون با سرعت ۲/۷۴ کیلومتر در ساعت و شیب ۱۰ درجه آغاز شد و سرعت و شیب نوارگردان هر ۳ دقیقه یک بار به صورت فزاینده و به طور خودکار افزایش پیدا می‌کرد تا افراد به سرحد واماندگی می‌رسیدند. زمان رسیدن واماندگی هنگامی بود که آزمودنی‌ها قادر به ادامه‌ی

فعالیت دویدن نبودند (۱۸). این آزمون در شرایط استاندارد با رطوبت نسبی ۵۰–۵۵ درصد، دمای ۲۸–۲۶ درجه سانتی‌گراد و در ساعت ۱۱–۸ صبح در آزمایشگاه فیزیولوژی انجام شد. لازم به ذکر می‌باشد که قبل از اجرای آزمون بروس آزمودنی‌ها با نحوه انجام آن به صورت تئوری و عملی آشنا شدند.

میزان مالون دی‌آلدئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم در سه مرحله اندازه‌گیری شدند؛ مرحله اول: ۷۲ ساعت پیش از اجرای سونا (متعاقب۷۲ ساعت عدم فعالیت ورزشی) جهت مشخص کردن سطوح پایه شاخص‌های مورد نظر تحقیق؛ مرحله دوم: ۴ ساعت قبل از اجرای سونا (متعاقب۷۲ ساعت عدم فعالیت ورزشی در حالت ناشتا) جهت مشخص کردن تاثیرات مصرف سه روزه عصاره زعفران بر سطوح شاخص‌های مورد نظر تحقیق؛ و مرحله سوم: بلافاصله بعد از کاهش وزن با سونا جهت مشخص کردن اثر یک جلسه سونا بر سطوح شاخص‌های مورد نظر تحقیق و احتمالا تاثیر مصرف عصاره زعفران بر این شاخص‌ها. قبل از هر نوبت خون‌گیری، آزمودنی‌ها چند دقیقه در حالت نشسته به استراحت پرداختند، از هر نفر در هر نوبت، هفت میلی‌لیتر خون از ورید بازویی گرفته شد. نمونه‌های خونی مرحله اول و دوم متعاقب دوازده ساعت ناشتا از آزمودنی‌ها گرفته شد. دو میلی‌لیتر از خون گرفته شده در هر مرحله جهت شمارش کامل سلول‌های خونی (Complete Blood cell count) جهت تعیین تغییرات حجم خون و پلاسما در ویال‌های مخصوص حاوی ماده ضدانعقاد ریخته شد و خوب به هم زده شد. پنج میلی‌لیتر از خون باقی‌مانده بدون افزودن ماده‌ی ضدانعقاد جهت لخته شدن به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه انکوبه و به دنبال آن به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم حاصل جدا شد و تا زمان انجام آزمایشات به صورت منجمد در دمای ۸۰– درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سرم به دست آمده برای اندازه‌گیری مالون دی‌آلدئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام مورد استفاده قرار گرفت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم با استفاده از روش Ferric reducing ability of plasma و دستگاه اسپکتروفتومتر (ساخت شرکت بیوتک آمریکا) در طول موج ۵۹۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. غلظت مالون دی‌آلدئید سرمی با استفاده از کیت معتبر شرکت کایمن شیمیکال (Cayman chemical) کشور آمریکا با حساسیت M μ ۰/۰۸ و ضریب تغییرات درونی ۵/۸ درصد اندازه‌گیری شد. به منظور حذف اثرات سونا و شرایط آزمایشگاهی روی شاخص‌های خونی اندازه‌گیری شده، تغییرات حجم پلاسما (PV) با استفاده معادله‌ی دیل (Dill) و کاستیل (Costill) و با استفاده از مقادیر هموگلوبین (HB) و هماتوکریت (HCT) نمونه‌ها در پیش و پس‌آزمون، محاسبه شد (۱۹).

$$\%\Delta PV= [(HB1/HB2)\times((100-HCT2)/(100-HCT1))-1]\times 100$$

همگنی متغیرها در گروه‌های تحقیق با استفاده از آزمون لون، و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف، (K-S) تعیین شد. برای مقایسه میانگین داده‌های حاصل از دو گروه در سه نوبت اندازه‌گیری از روش تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر (repeated measures ANOVA) با آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. هم‌چنین برای مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی داده‌های حاصل از دو نوبت اندازه‌گیری از آزمون‌های تی وابسته و مستقل استفاده شد. در این اندازه‌گیری‌ها مقدار **P**<۰/۰۵ به معنی سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد. تمام امور آماری با نرم‌افزار SPSS-.16 انجام شد.

یافته‌ها

مشخصات عمومی آزمودنی‌های به تفکیک گروه در جدول ۱ ارائه شده است. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در شاخص‌های توان هوازی بیشینه، توده بدن، درصد چربی بدن، سن، قد و وزن وجود ندارد (**P**>۰/۰۵). بنابراین گروه‌ها با یکدیگر همگن بودند. هم‌چنین در جدول ۱ ترکیب مواد غذایی دریافتی روزانه (ترکیبات عصاره زعفران در گروه تجربی جزء مواد غذایی دریافتی محاسبه نشده است) در خلال دوره سه روزه قبل از اجرای سونا ارائه شده است. یافته‌های پژوهش نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار شاخص‌های ذکر شده در دو گروه کنترل و تجربی می‌باشد (**P**>۰/۰۵).

مقدار مالون دی‌آلدئید سرم هر دو گروه، گروه مکمل عصاره آبی زعفران و گروه دارونما در مرحله دوم اندازه‌گیری، نسبت به مرحله اول تغییر معنی‌داری نیافت (به ترتیب **P**=۰/۷۴۵ و **P**=۰/۹۳۲) (تغییرات درون‌گروهی). بر این اساس سه روز مکمل‌دهی عصاره آبی زعفران، موجب تغییر معنی‌داری در میزان مالون دی‌آلدئید سطوح استراحتی سرم گروه مکمل عصاره آبی زعفران نشد. هم‌چنین مقدارمالون دی‌آلدئید سرم گروه کنترل متعاقب سونا (مرحله سوم اندازه‌گیری) نسبت به سطوح استراحتی پیش از سونا (مرحله دوم اندازه‌گیری) به طور معنی‌داری افزایش نشان داد (**P**=۰/۰۰۱) (تغییرات درون‌گروهی). با این وجود میزان افزایش مالون دی‌آلدئید سرم گروه مکمل عصاره آبی زعفران در مرحله سوم اندازه‌گیری نسبت به مرحله دوم اندازه‌گیری معنی‌دار نبود (**P**=۰/۰۵۳). بر این اساس چهار روز مکمل‌دهی عصاره آبی زعفران (با احتساب یک وهله پیش از سونا)، از تغییر معنی‌دار میزان مالون دی‌آلدئید سرم گروه مکمل عصاره آبی زعفران متعاقب سونا جلوگیری کرد (جدول ۲).

مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم گروه مکمل عصاره آبی زعفران در مرحله دوم اندازه‌گیری، نسبت به مرحله اول به طور معنی‌داری افزایش یافت (**P**=۰/۰۴۰). با این وجود، این تغییر در گروه کنترل معنی‌دار نبود (**P**=۰/۹۴۲). بر این اساس سه روز مکمل‌دهی عصاره آبی زعفران، موجب افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم در گروه مکمل عصاره آبی زعفران شد.

هم‌چنین مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم گروه کنترل متعاقب سونا (مرحله سوم اندازه‌گیری) نسبت به سطوح استراحتی پیش از تمرین (مرحله دوم اندازه‌گیری) به طور معنی‌داری کاهش نشان داد (P=۰/۰۰۱). با این وجود، میزان کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم گروه مکمل عصاره آبی زعفران در مرحله سوم اندازه‌گیری نسبت به مرحله دوم اندازه‌گیری معنی‌دار نبود (P=۰/۰۶۱). بر این اساس چهار روز مکمل‌دهی عصاره آبی زعفران (با احتساب یک وهله پیش از سونا)، از کاهش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرم متعاقب سونا جلوگیری کرد (جدول ۳).

نتایج حاصل نشان داد که تفاوت معنی‌داری از نظر میانگین مقدار توان هوازی بیشینه بین دو گروه در پیش‌آزمون (یک هفته قبل از شروع عصاره‌دهی) و پس‌آزمون (بلافاصله پس از سونا) وجود نداشت (P<۰/۰۵). هم‌چنین مقدار توان هوازی بیشینه هر دو گروه متعاقب سونا به طور معنی‌داری کاهش نشان داد (P>۰/۰۵). (جدول ۴).

جدول ۱: مشخصات فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها و مواد غذایی دریافتی روزانه در طی دوره سه روز تحقیق

	گروه	میانگین±انحراف استاندارد	سطح معنی‌داری
سن (سال)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۲۰/۹±۳/۱	۰/۸۱۲
	کنترل (دارونما)	۲۱/۴±۳/۶	
وزن (کیلوگرم)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۷۴/۹±۶/۷	۰/۷۹۴
	کنترل (دارونما)	۷۳/۵±۷/۱	
قد (سانتی‌متر)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۱۷۶/۹±۴/۸	۰/۷۳۱
	کنترل (دارونما)	۱۷۸/۲±۵/۳	
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۲۵/۱ ± ۳/۳	۰/۸۴۵
	کنترل (دارونما)	۲۴/۵ ±۴/۱	
چربی بدن (درصد)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۱۶/۱ ±۴/۱	۰/۹۱۰
	کنترل (دارونما)	۱۵/۳ ± ۴/۶	
توان هوازی بیشینه (میلی‌لیتر/کیلوگرم /دقیقه)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۴۲/۵±۷/۳	۰/۸۹۴
	کنترل (دارونما)	۴۳/۶±۵/۹	
انرژی دریافتی (کیلوکالری)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۲۶۴۵/۱±۴۱/۱۱	۰/۸۸۲
	کنترل (دارونما)	۲۵۹۴±۶۱/۱۶	
کربوهیدرات (گرم)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۳۶۳/۶۹±۱۵۳/۱	۰/۶۱۱
	کنترل (دارونما)	۳۵۶/۶۷±۱۲۴/۸	
پروتئین (گرم)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۱۶۵/۳±۲۱/۳۲	۰/۷۴۵
	کنترل (دارونما)	۱۶۲/۱۲±۱۸/۲۸	
چربی (گرم)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۵۸/۸±۱۰/۱	۰/۸۹۱
	کنترل (دارونما)	۵۷/۶±۷/۳	
ویتامین E (میلی‌گرم)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۵۴/۱±۱۲/۶	۰/۸۵۰
	کنترل (دارونما)	۵۲/۳۱±۹/۱	
ویتامین C (میلی‌گرم)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۲۱۱/۱۰±۴۱/۱۲	۰/۷۱۹
	کنترل (دارونما)	۲۱۸/۹±۳۸/۱۹	
ویتامین A (RE)	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۱۶۲۰±۵۹/۴۸	۰/۶۵۸
	کنترل (دارونما)	۱۶۴۰±۶۰/۵۷	

جدول:۲: میزان مالون دی‌آلدئید دو گروه در سه مرحله اندازه‌گیری

شاخص	گروه‌های تحقیق	مرحله اول اندازه‌گیری (۷۲ ساعت پیش از سونا)	مرحله دوم اندازه‌گیری (۴ ساعت پیش از سونا)	مرحله سوم اندازه‌گیری (بلافاصله پس از سونا)
میزان مالون دی‌آلدئید (نانومول/لیتر)	کنترل	۰/۵۱۶±۱/۹۲	۰/۴۴۲±۱/۹۳	۰/۸۱۳*±۲/۹۶
	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۰/۶±۱/۹۴	۰/۳۸±۱/۹۲	۰/۰۷۸#±۲/۲

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف معیار می‌باشند؛ * اختلاف معنی‌دار نسبت به مرحله قبلی اندازه‌گیری (درون‌گروهی). #اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل (بین‌گروهی).

جدول ۳: میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام دو گروه در سه مرحله اندازه‌گیری

شاخص	گروه‌های تحقیق	مرحله اول اندازه‌گیری (۷۲ ساعت پیش از سونا)	مرحله دوم اندازه‌گیری (بلافاصله پیش از سونا)	مرحله سوم اندازه‌گیری (بلافاصله پس از سونا)
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (میلی‌مول/لیتر)	کنترل	۰/۱۲±۰/۸۳	۰/۱۰±۰/۸۱	۰/۲۴*±۰/۶۹
	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۰/۱۵±۰/۸۵	۰/۱۶*±۰/۹۳ #	۰/۲۴±۰/۸۸ #

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف معیار می‌باشند؛ * اختلاف معنی‌دار نسبت به مرحله قبلی اندازه‌گیری (درون‌گروهی). #اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل (بین‌گروهی).

جدول۴:. میزان توان هوازی بیشینه دو گروه در دو مرحله اندازه‌گیری

شاخص	گروه‌های تحقیق	مرحله اول اندازه‌گیری (یک هفته قبل از شروع عصاره‌دهی)	مرحله دوم اندازه‌گیری (بلافاصله پس از سونا)
توان هوازی بیشینه (میلی‌لیتر/کیلوگرم /دقیقه)	کنترل	۴۳/۶±۵/۹	۳۴/۸±۶/۳*
	مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران)	۴۲/۵±۷/۳	۳۷/۱±۴/۱ *

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف معیار می‌باشند؛ * اختلاف معنی‌دار نسبت به مرحله قبلی اندازه‌گیری (درون‌گروهی).

بحث

نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که یک جلسه سونای منتج به کاهش ۴ درصدی وزن باعث کاهش معنی‌دار توان هوازی بیشینه در هر دو گروه کنترل و مکمل، افزایش معنی‌دار غلظت مالون دی‌آلدئید و کاهش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم گروه کنترل شد، در حالی‌که به نظر می‌رسد مصرف عصاره آبی زعفران از تغییر معنی‌دار شاخص‌های مالون دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم گروه مکمل (مصرف کننده عصاره زعفران) جلوگیری کرد. همسو با نتایج پژوهش حاضر، در مورد افزایش معنی‌دار غلظت مالون دی‌آلدئید و کاهش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم گروه کنترل Sutkowy و همکاران نشان دادند که میزان مالون دی‌آلدئید و فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی کاتالاز متعاقب یک جلسه سونا به طور معنی‌داری نسبت به پیش از تمرین افزایش می‌یابد (۵). در مطالعه‌ای دیگر Zinchuk و همکاران گزارش دادند که میزان مالون دی‌آلدئید متعاقب یک جلسه سونا به طور معنی‌داری افزایش و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پلاسما کاهش می‌یابد (۶). از مهم‌ترین عواملی که منجر به تولید گونه‌های اکسیژنی فعال در سونا می‌شود، می‌توان به عوامل محیطی و متابولیکی مثل هایپرترمی، دهیدراسیون و فشار اسموتیک اشاره کرد (۷). هنگامی که بدن در معرض گرمای بالای ۴۰ درجه قرار بگیرد، زنجیره انتقال الکترونی میتوکندری دچار اختلال شده و منجر به تولید اکسیژن یکتایی می‌شود (۲۰). هم‌چنین گرما منجر به فعال شدن فسفولیپاز (phospholipases) شده که باعث رها شدن اسید آراشیدونیک (arachidonic acid) و دیگر متابولیت‌ها (metabolites) می‌شود. فسفولیپاز یکی از عوامل تقویت کننده تولید گونه‌های اکسیژنی فعال در عضله می‌باشد. از سویی در دمای بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از لکوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها به شدت افزایش می‌یابد (۲۱). هم‌چنین ایسکمی–رپرفیوژن ناشی از تغییر در جریان خون امعاء و احشاء در خلال گرما یکی دیگر از عوامل بروز استرس اکسایش در خلال سونا می‌باشد. به شکلی که در گرمای ۴۱/۵ درجه جریان خون امعاء و احشاء حدود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد، با ادامه در معرض گرما بودن و با تعریق بیشتر حجم خون کم‌تر شده و در نتیجه جریان خون آن ناحیه بیشتر کاهش یافته و تولید گونه‌های اکسیژنی فعال نیز افزایش بیشتری می‌یابد (۲۲). از سویی در مواقعی که تعریق موجب کاهش وزن حدود ۴ درصد یا بیشتر می‌شود توام با افزایش ویسکوزیته پلاسما، هماتوکریت و غلظت پروتئین‌های خون نیز افزایش می‌یابد. افزایش پروتئین‌های پلاسما مثل فیبرینوژن و گلوبولین هم‌چنین از دست رفتن آب ویسکوزیته

پلاسما را افزایش می‌دهد. این تغییرات موجب شیر استرس (Shear stress) شده که موجب سیگنال‌هایی در دیواره عروق می‌شود که منجر به انتشار نیتریت‌اکساید و گونه‌های اکسیژنی فعال در دیواره عروق می‌شود. هم‌چنین شیر استرس (کششی که جریان خون به دیواره عروق وارد می‌کند) موجب همولیز شده که این عامل نیز موجب تولید گونه‌های اکسیژنی فعال از طریق ردوکس شیمیایی آهن (iron redox chemistry) با آسکروبات و اکسیژن می‌شود. بنابراین تغییر در رئولوژی خون (blood rheology) و شیر استرس که در نتیجه دهیدراسیون (dehydration) رخ می‌دهد می‌تواند منجر به تولید گونه‌های اکسیژنی فعال شود (۷).

در دیگر یافته تحقیق مشاهده شد که میزان مالون دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم گروه مصرف کننده عصاره زعفران متعاقب یک جلسه سونا تغییر معنی‌داری نشان نداد. احتمالا مصرف عصاره زعفران باعث تقویت ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم شده و از افزایش میزان مالون دی‌آلدئید سرم به عنوان یکی از فرآورده‌ای نهایی استرس اکسایش جلوگیری کرده است. تحقیق حاضر اولین پژوهشی است که در مورد تاثیر مصرف عصاره آبی کلاله زعفران در جلوگیری از اثرات مخرب سونای منجر به کاهش وزن، بر سیستم دفاع ضداکسایش ورزشکاران انجام شده است. بنابراین محقق نتوانست تحقیقات همسو در این بخش را گزارش کند. در نتیجه به گزارش تحقیقاتی که در مورد اثرات ضداسترس اکسایشی زعفران که در شرایطی به غیر از آب‌زدایی بدن در سونا انجام شده اشاره شده است. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج تحقیقات Mehdizadeh و همکاران (۱۱)، Khosravi و همکاران (۲۳)، Hosseinzadeh و همکاران (۱۳) که نشان دادند عصاره زعفران از وقوع استرس اکسیداتیو در بافت‌های مختلف جلوگیری می‌کند همسو می‌باشد.

Mehdizadeh و همکاران (۱۱) عنوان کردند عصاره زعفران از افزایش لاکتات‌دهیدروژناز (lactate dehydrogenase)، ایزوآنزیم قلبی کراتین‌کیناز سرم و مالون دی‌آلدئید بافت قلب موش‌ها متعاقب سکته، از طریق جلوگیری از تغییر در وضعیت ردوکس سلول‌های قلبی جلوگیری می‌کند (۱۱). هم‌چنین Khosravi و همکاران (۲۳) عنوان کردند عصاره آبی زعفران از کاهش معنی‌دار سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بافت کبد و افزایش میزان مالون دی‌آلدئید این بافت متعاقب یک وهله فعالیت وامانده‌ساز جلوگیری می‌کند. Hosseinzadeh و همکاران (۱۳) نیز عنوان کردند عصاره زعفران با تقلیل استرس اکسیداتیو ناشی از ایسکمی–رپرفیوژن در مغز از تخریب سلول‌های مغزی جلوگیری می‌کند. مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله زعفران عمدتا از دو طریق سیستم آنتی‌اکسیدانی سلول‌ها را تقویت کرده و میزان تولید اکسیدان‌ها در سلول‌ها را کاهش داده و سلول‌ها را برابر استرس اکسیداتیو مقاوم می‌کنند. ابتدا با تحریک افزایش بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و دوم بلوکه کردن مسیرهای تولید و یا واکنش مستقیم با رادیکال‌های آزاد (۲۴). در تحقیق حاضر عصاره زعفران به عنوان یک مکمل آنتی‌اکسیدانی شناخته شده احتمالا با استفاده از یکی یا هر دو روش فوق عمل نموده است. عناصر تشکیل دهنده عصاره زعفران از جمله سافرنال از طریق افزایش بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی SOD، CAT و گلوتاتیون S–ترانسفراز (Glutathione S-Transferase) سیستم دفاع آنتی‌اکسیدان آنزیمی را تقویت کرده و میزان تولید رادیکال‌های آزاد با منشاء برون و درون میتوکندریایی را کاهش داده، و پراکسیداسیون لیپیدی را در شرایط درون و برون بدنی بلوکه می‌کنند (۱۶). هم‌چنین کاروتنوئیدهای حاوی زعفران از جمله کروسین‌ها و کروستین هم به طور مستقیم با آنیون‌های سوپراکسید و سایر رادیکال‌ها و گونه‌های اکسیژنی فعال واکنش کرده و با پایدار کردن آن‌ها سلول‌ها را در مقابل استرس اکسیداتیو محافظت می‌کنند (۲۵). هم‌چنین گروه هیدروکسیل فلاونوئیدهای عصاره زعفران توسط رادیکال‌ها اکسیده شده و از این طریق به صورت مستقیم رادیکال‌های آزاد را خنثی می‌کنند. از سویی دیگر فلاونوئیدها با تداخل در عملکرد نیتریک‌اکسیدستاز (nitric oxide synthase) مانع تولید بیش از حد نیتریک‌اکساید (nitric oxide) که یکی از منابع اصلی آسیب‌های بافتی است می‌شوند. همچنین فلاونوئیدهای موجود در عصاره زعفران با مهار عمل گزانتین اکسیداز مانع تولید رادیکال فعال سوپراکسید شده و از این طریق یکی از منابع اصلی تولید رادیکال‌های آزاد و آسیب بافتی در خلال سونا را بلوکه می‌کنند (۲۵). هم‌چنین گزانتین‌اکسیداز (xanthine oxidase) به عنوان یک منبع اکسیدانی عمل کرده و یک شیمیوتاکتیک برای نوتروفیل‌ها می‌باشد که با بلوکه شدن عمل آن فراخوان نوتروفیل‌ها و در نتیجه آسیب‌های ناشی از نوتروفیل‌ها را که یکی از منابع مهم آسیب‌های اکسیداتیو در خلال سونا می‌باشد کاهش می‌دهد. هم‌چنین فلاونوئیدها با کاهش تعداد لوکوسیت‌های غیرمتحرک و مهار دگرانولاسیون نوتروفیل‌ها که از عوامل بروز استرس اکسیداتیو در خلال سونا می‌باشند، مانع از تشکیل رادیکال‌های آزاد مشتق شده از اکسیژن و هم‌چنین رهایی اکسیدان‌های سمی، واسطه‌های التهابی و فعال‌سازی بیشتر سیستم کمپلمان می‌شوند و به طور کلی با کاهش واکنش‌های التهابی، هم‌چنین مهار متابولیسم اسیدآراشیدونیک، شلاته کردن آهن و در نتیجه حذف فاکتورهای مسبب برای توسعه‌ی رادیکال‌های آزاد، اثرات ضدرادیکال‌های آزاد خود را اعمال می‌کنند (۲۶). از دیگر روش‌هایی که سونا موجب بروز استرس اکسیداتیو می‌شود، کاهش جریان خون یا هیپوکسی در امعاء و احشاء می‌باشد که شرایط مشابه با ایسکمی البته با اثرات مخرب کمتری ایجاد می‌کند (۲۷). سنتز رادیکال‌های آزاد و اثرات مخرب ناشی از نیتریک‌اکساید (NO) و گزانتین‌اکسیداز در شرایط هیپوکسی به

سرعت افزایش می‌یابد، هیپوکسی از عوامل اصلی آسیب‌های اکسیداتیو در سونا می‌باشد، به‌طوری که حدود ۴۰ درصد از جریان خون به امعاء و احشاء در سونا کاهش می‌یابد که منجر به هیپوکسی در این نواحی از بدن می‌شود. از سویی ترکیبات زعفران اثرات ضدایسکمی در بافت‌های مختلف مثل هیپوکامپ مغز، کلیه، قلب و عضله دارند (۱۶). بنابراین اثرات تخریبی ناشی از نیتریک‌اکساید (NO) و گزانتین‌اکسیداز در خلال سونا در نتیجه هیپوکسی توسط عصاره زعفران بلوکه می‌شود.

در دیگر یافته پژوهش حاضر مشخص شد که یک جلسه سونای منتج به کاهش ۴ درصدی وزن باعث کاهش معنی‌دار توان هوازی بیشینه در هر دو گروه کنترل و مکمل شد. همسو با نتایج پژوهش حاضر، Hoseynian و همکاران Otani و همکاران نیز نشان دادند که متعاقب آب‌زدایی بدن توان هوازی بیشینه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۲۸ و ۲۹). در کل عوامل فیزیولوژیکی که متعاقب آب‌زدایی ناشی از سونا منجر به کاهش توان هوازی بیشینه فرد می‌شوند، عبارتند از: کاهش حجم پلاسما، افزایش ضربان قلب زیر بیشینه، کاهش حداکثر برون‌ده قلبی، افزایش ضربان قلب، کاهش حجم ضربه‌ای و حجم خون، افزایش فشار قلبی، افت فشار وریدی خون، کاهش حجم و جریان پوستی خون، افزایش دمای مرکزی بدن، اختلال در فراهمی مواد غذایی و دفع مواد زائد، تغییر در نظام متابولیسم بدن، افزایش مصرف گلیکوژن، انباشتگی لاکتات عضله، تغییر در عملکرد سیستم عصبی مرکزی، افزایش فشارهای فیزیولوژیکی، افزایش درک فشار، کاهش جریان خون، توان و عملکرد عضلات از طریق تغییر حرکت آب در بین غشاهای سلول و اختلال در شکل‌گیری پل‌های عرضی اکتین و میوزین و هم‌چنین کاهش عملکرد شناختی. شایان ذکر است که هر کدام از این عوامل می‌توانند به تنهایی بر کاهش توان هوازی بیشینه تأثیرگذار باشند (۳۰). با توجه به یافته‌های این بخش و بخش قبلی مشاهده شد که مصرف عصاره زعفران با وجود جلوگیری افزایش معنی‌داری میزان مالون دی‌آلدئید سرم در گروه مکمل (گروه مصرف کننده عصاره زعفران) نتوانست از کاهش معنی‌دار توان هوازی بیشینه آزمودنی‌ها متعاقب سونا جلوگیری کند. دلیل این یافته می‌تواند در این نکته نهفته باشد که استرس اکسیداتیو ناشی از هایپرترمی، دهیدراسیون و فشار اسموتیک در کاهش توان هوازی بیشینه متعاقب سونا تاثیری نداشته و احتمالا سایر عوامل ناشی از آب‌زدایی در سونا در کاهش توان هوازی بیشینه دخیل هستند. از دیگر دلایل احتمالی نتایج این بخش از تحقیق می‌توان به این نکته اشاره کرد که عصاره زعفران گرچه توانست از افزایش معنی‌داری میزان مالون دی‌آلدئید سرم جلوگیری کند ولی نتوانست از افزایش میزان مالون دی‌آلدئید سرم متعاقب سونا جلوگیری کند به شکلی که شاهد افزایش حدود ۱۰ درصدی در میزان این شاخص بودیم. شاید درصورت جلوگیری کامل از افزایش مالون دی‌آلدئید سرم با مصرف عصاره زعفران میزان توان هوازی بیشینه آزمودنی‌ها متعاقب سونا نیز کاهش نشان نمی‌داد. از سویی میزان توان هوازی بیشینه گروه مصرف کننده عصاره زعفران حدودا ۷ درصد از گروه کنترل کمتر کاهش نشان داد (به طور غیرمعنی‌دار). بنابراین علت افزایش مالون دی‌آلدئید سرم و کاهش توان هوازی بیشینه متعاقب سونا در گروه مکمل احتمالا می‌تواند ناشی از دوز پایین مصرفی در آزمودنی‌ها (اثرات آنتی‌اکسیدانی زعفران به مقدار دوز مصرفی وابسته می‌باشد) یا ناشی از مصرف کوتاه مدت زعفران (۴ روز با احتساب روز کاهش وزن در سونا) مربوط باشد، چراکه مصرف زعفران در مدت طولانی‌تر احتمالا در تنظیم مثبت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و تقویت دفاع آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی موثر تر عمل می‌کند (۱۶). بنابراین توصیه می‌شود که اولا تحقیقی با دوره طولانی‌تر مصرف زعفران و در ثانی در دوزهای مصرفی بیش‌تر از تحقیق جاری انجام شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق کاهش سریع وزن به روش آب‌زدایی بدن در سونا موجب وقوع استرس اکسایش و کاهش توان هوازی بیشینه می‌شود. احتمالا مصرف عصاره زعفران با تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدان از تغییرات معنی‌دار مالون دی‌آلدئید سرم ناشی از استرس اکسایش متعاقب سونا جلوگیری می‌کند، اما در پیشگیری از افت توان هوازی بیشینه تاثیری ندارد. بنابراین جهت جلوگیری از افت توان هوازی بیشینه ناشی از سونا باید به بررسی و رفع سایر تبعات منفی ناشی از آب‌زدایی بدن در سونا پرداخت. در کل با توجه به این مورد که تحقیق کنونی اولین موردی است که به بررسی اثر مصرف عصاره زعفران بر استرس اکسایش و توان هوازی بیشینه ناشی از آب‌زدایی در سونا می‌باشد، نتیجه‌گیری در این زمینه را با مشکل مواجه می‌کند و جهت نتیجه‌گیری قطعی تحقیقات بیشتری در این زمینه لازم است.

قدردانی

از تمامی ورزشکارانی که در انجام این طرح به عنوان آزمودنی همکاری نمودند سپاس‌گزاری می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره) استان لرستان شهرستان بروجرد به شماره مرجع ۱-IR-ABRUH ۱۳۹۷۳۸۰۲۱۰-به تایید رسیده است.

منابع مالی

حمایت مالی از این طرح تحقیقاتی تحت شماره گرنت ۱۳۴۸۳-۱۵۶۶۴ از طرف دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره) صورت پذیرفته است.

منافع متقابل

مؤلف اظهار می‌دارد که منافع متقابلی از تالیف یا انتشار این مقاله ندارد.

مشارکت مؤلفان

ا خ طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشت. هم‌چنین مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کرده است.

References

1. Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *Journal of Sports Sciences* 2011; **29**sup1: S101-S14. doi: 10.1080/02640 414.2011.565783
2. Sundgot-Borgen J, Meyer N L, Lohman T G, Ackland T R, Maughan R J, Stewart A D, et al. How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Br J Sports Med* 2013; **47**(16): 1012-1022. doi: 10.1136/ bjsports-2013-092966
3. Heinonen I, Laukkanen J A. The effects of heat and cold on health-with special reference to Finnish Sauna bathing. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2017; **12**: 36-45. doi: 10.1152/ajpregu.00115.2017
4. Carlton A, Orr R M. The effects of fluid loss on physical performance: A critical review. *Journal of Sport and Health Science* 2015; **4**(4): 357-363. doi: 10 .1016 /j. jshs. 2014.09.004
5. Sutkowy P, Woźniak A, Boraczyński T, Mila-Kierzenkowska C, Boraczyński M. The effect of a single Finnish sauna bath after aerobic exercise on the oxidative status in healthy men. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation* 2014; **74**(2): 89-94. doi: 10.3109/00365513.2013.860616
6. Zinchuk V, Zhadzko D. Sauna effect on blood oxygen transport and prooxidant-antioxidant balance in athletes. *Medicina Sportiva: Journal of Romanian Sports Medicine Society* 2012; **8**(3): 1883.
7. King M A, Clanton T L, Laitano O. Hyperthermia, dehydration, and osmotic stress: unconventional sources of exercise-induced reactive oxygen species. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2015; **310**(2): R105-R14. doi: 10.1152/ajpregu.00395.2015
8. Powers S K, Nelson W B, Hudson M B. Exercise-induced oxidative stress in humans: cause and consequences. *Free Radical Biology and Medicine* 2011; **51**(5): 942-950. doi: 10.1016/j.freeradbiomed. 2010.12.009
9. Ramezani T, Baharara J, Saghiri N. The Effect of Saffron Aqueous Extract (Crocus sativus L) on Osteogenic Differentiation of Rat Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells. *Journal of Birjand University of Medical Sciences* 2014; **21**(2): 169-178. (Persian).
10. Rezaee R, Hosseinzadeh H. Safranal: from an aromatic natural product to a rewarding pharmacological agent. *Iranian journal of basic medical sciences* 2013; **16**(1): 12.
11. Mehdizadeh R, Parizadeh M R, Khooei A-R, Mehri S, Hosseinzadeh H. Cardioprotective effect of saffron extract and safranal in isoproterenol-induced myocardial infarction in wistar rats. *Iranian journal of basic medical sciences* 2013; **16**(1): 56.
12. Khosravi A, Omid Ali F. The Effect of Saffron Stigmas Aqueous Extracts on Serum Cardiac Troponin T and Creatine Kinase MB Isoenzyme of Male Rats Following an Exhaustive Exercise. *Arak Medical University Journal* 2018; **21**(2): 43-54. (Persian).
13. Hosseinzadeh H, Sadeghnia H R, Ghaeni F A, Motamedshariaty V S, Mohajeri S A. Effects of saffron (Crocus sativus L.) and its active constituent, crocin, on recognition and spatial memory after chronic cerebral hypoperfusion in rats. *Phytotherapy Research* 2012; **26**(3): 381-386. doi: 10.1002/ptr.3566
14. Klipstein-Grobusch K d, Den Breeijen J, Goldbohm R, Geleijnse J, Hofman A, Grobbee D, et al. Dietary assessment in the elderly: validation of a semiquantitative food frequency questionnaire. *European Journal of Clinical Nutrition* 1998; **52**(8): 588. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600611
15. Singh J. Maceration, percolation and infusion techniques for the extraction of medicinal and aromatic plants. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants* 2008: 67. doi: 10.4172/map
16. Srivastava R, Ahmed H, Dixit R. Crocus sativus L: a comprehensive review. *Pharmacognosy reviews* 2010; **4**(8): 200. doi: 10.4103/0973-7847.70919
17. Olds T. *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses*. CBS Publishers & Distributors, 2006.
18. Bori Z, Zhao Z, Koltai E, Fatouros I G, Jamurtas A Z, Douroudos I I, et al. The effects of aging, physical training, and a single bout of exercise on mitochondrial protein expression in human skeletal muscle. *Experimental gerontology* 2012; **47**(6): 417-424. doi: 10.1016/j.exger.2012.03.004
19. Dill D B, Costill D L. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in

dehydration. *Journal of applied physiology* 1974; **37**(2): 247-248. doi: 10.1152/jappl.1974.37.2.247
20. Sørensen J G. Application of heat shock protein expression for detecting natural adaptation and exposure to stress in natural populations. *Current Zoology* 2010; **56**(6).
21. Rossi A, Coccia M, Trotta E, Angelini M, Santoro MG. Regulation of cyclooxygenase-2 expression by heat: a novel aspect of heat shock factor 1 function in human cells. *PLoS One* 2012; **7**(2): e31304. doi: 10.1371/journal.pone.0031304
22. Oliver S R, Phillips N A, Novosad V L, Bakos M P, Talbert E E, Clanton T L. Hyperthermia induces injury to the intestinal mucosa in the mouse: evidence for an oxidative stress mechanism. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2012; **302**(7): R845-R853. doi: 10.1152/ajpregu.00595.2011
23. Khosravi A, Omidali F, Rasoulian B, Choobineh S. The effects of Short-Term aqueous Saffron extracts consumption on malondialdehyde and anti-oxidant system content of liver of young male rats following an acute bout of exhaustive exercise. *Yafte* 2017; **19**(1). (Persian).
24. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews* 2010; **4**(8): 118. doi: 10.4103/0973-7847.70902
25. Bors W, Saran M, Michel C. Radical intermediates involved in the bleaching of the carotenoid crocin. Hydroxyl radicals, superoxide anions and hydrated electrons. *International Journal of Radiation Biology* 1982; **41**(5): 493-501. doi: 10.1080/09553008214550571
26. Nijveldt R J, van Nood E, van Hoorn D E, Boelens P G, van Norren K, van Leeuwen P A. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *The American journal of clinical nutrition* 2001; **74**(4): 418-425. doi: 10.1093/ajcn/74.4.418
27. Shave R, Baggish A, George K, Wood M, Scharhag J, Whyte G, et al. Exercise-Induced Cardiac Troponin ElevationEvidence, Mechanisms, and Implications. *Journal of the American College of Cardiology* 2010; **56**(3): 169-176. doi: 10.1016/j.jacc.2010.03.037
28. Hoseynian S L, Behzadi T, Koushki Jahromi M. Influence of Body Hydration in Moderate Weather on Aerobic, Anaerobic Capacity and Fatigue Index in Athletes Girls. *Navid No* 2018; **20**(64): 13-23. (Persian).
29. Otani H, Kaya M, Tsujita J, Hori K, Hori S. Low levels of hypohydration and endurance capacity during heavy exercise in untrained individuals. *Journal of Thermal Biology* 2006; **31**(1-2): 186-193. doi: 10.1016/j.jtherbio.2005.11.018
30. Sawka M N, Wenger C B, Pandolf K B. Thermoregulatory responses to acute exercise-heat stress and heat acclimation. *Handbook of physiology, section* 1996; **4**: 157-186. doi: 10.1002/cphy.cp040109