

## تأثیر مکمل دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و برخی متغیرهای فیزیولوژیکی طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی

زهرآ نوروژی<sup>۱</sup>، حسن پوررضی<sup>۲</sup>✉، عباس صادقی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸

۱- گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

✉ نویسنده مسئول:  
[pourrazi@soc.ikiu.ac.ir](mailto:pourrazi@soc.ikiu.ac.ir)

### چکیده

**هدف:** پژوهش حاضر با هدف تعیین اثر مکمل دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و برخی متغیرهای فیزیولوژیکی طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی انجام شد.

**روش شناسی:** در یک مطالعه نیمه تجربی متقاطع دوسویه کور، ۱۰ زن شناگر حرفه‌ای جوان به صورت داوطلبانه شرکت کردند. پس از تعیین فازهای قاعدگی (فاز میانی فولیکولار: روزهای ۲-۵ و فاز لوتئال: روزهای ۱۷-۲۱ چرخه)، هر شرکت کننده شنای ۱۰۰ متر را در دو شرایط مصرف مکمل آب چغندر (۵۰ گرم پودر چغندر پس از صبحانه و ۱.۵ ساعت قبل از شنا) و بدون مکمل اجرا کرد. متغیرهای عملکرد ورزشی، درک فشار، ضربان قلب، فشار خون سیستولی و pH ادراری پس از شنا اندازه گیری شد. داده‌ها با آزمون‌های t همبسته و مستقل در سطح معناداری  $p < 0.05$  تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** بر اساس یافته‌های این مطالعه، هیچ تفاوت معناداری بین فازهای فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی در شرایط مصرف دارونما یا مکمل آب چغندر در متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). همچنین، مصرف مکمل آب چغندر در مقایسه با دارونما تأثیر معناداری بر زمان شنای ۱۰۰ متر ( $p = 0.65$ ) در فاز فولیکولی و  $p = 0.99$  در فاز لوتئالی، فشار خون سیستولی ( $p = 0.12$  و  $p = 0.29$ )، و pH ادراری ( $p = 0.39$  و  $p = 0.77$ ) در هیچ یک از فازها نداشت. با این حال، میزان درک فشار در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی در گروه مصرف کننده مکمل آب چغندر به طور معناداری کمتر از گروه دارونما بود (به ترتیب  $p = 0.02$  و  $p = 0.01$ ). علاوه بر این، ضربان قلب پس از شنای ۱۰۰ متر تنها در فاز فولیکولی در گروه مصرف کننده مکمل آب چغندر کاهش معناداری نشان داد ( $p = 0.02$ )، در حالی که این تفاوت در فاز لوتئالی معنادار نبود ( $p = 0.16$ ).

**نتیجه گیری:** در کل به نظر می‌رسد مکمل کوتاه مدت آب چغندر عملکرد شنای ۱۰۰ متر را بهبود نمی‌بخشد، اما ممکن است درک فشار و ضربان قلب پس از شنا را کاهش دهد.

**واژگان کلیدی:** مکمل آب چغندر، شنای ۱۰۰ متر، میزان درک فشار، ضربان قلب، چرخه قاعدگی.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

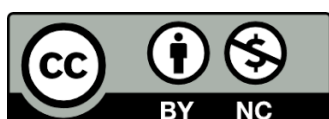
تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان

شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

نوع دسترسی: آزاد

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143579.1086>



Copyright ©The authors

ارجاع دهی:

Nourozi Z, Pourrazi H, Sadegi A. The effect of acute beetroot juice supplementation on 100-m swimming performance and some physiological variables across the menstrual cycle. **Research in Exercise Nutrition**. 2025;3(3):13-23, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143579.1086>.

## The Effect of Acute Beetroot Juice Supplementation on 100-m Swimming Performance and Some Physiological Variables across the Menstrual Cycle

Zahra Norouzi<sup>1</sup>, Hassan Pourrazi<sup>1✉</sup>, Abbas <sup>1</sup>

Received: 2025/04/28

Accepted: 2025/05/12

### Abstract

**Aim:** The present study was conducted with the aim of determining the effect of acute beetroot juice supplementation on 100m swimming performance and some physiological variables during different phases of the menstrual cycle.

**Method:** In a randomized, double-blind, crossover quasi-experimental study, ten young female competitive swimmers voluntarily participated. After menstrual cycle phase determination (mid-follicular phase: days 2-5; luteal phase: days 17-21), each participant performed a 100-meter swim under two conditions: with beetroot juice supplementation (50g beetroot powder consumed after breakfast and 1.5 hours before swimming) and without supplementation. Post-swim measurements included athletic performance, perceived exertion, heart rate, systolic blood pressure, and urinary pH. Data were analyzed using paired and independent t-tests with a significance level set at  $p < 0.05$ .

**Results:** The findings of this study revealed no significant differences between the follicular and luteal phases of the menstrual cycle under either placebo or beetroot juice supplementation conditions for the evaluated variables ( $p > 0.05$ ). Furthermore, beetroot juice supplementation showed no significant effect compared to placebo on 100-meter swim time ( $p = 0.65$  in the follicular phase and  $p = 0.99$  in the luteal phase), systolic blood pressure ( $p = 0.29$  and  $p = 0.12$ , respectively), or urinary pH ( $p = 0.77$  and  $p = 0.39$ , respectively) in either phase. However, the perceived exertion rate was significantly lower in the beetroot juice group compared to placebo during both the follicular and luteal phases ( $p = 0.02$  and  $p = 0.01$ , respectively). Additionally, post-swim heart rate showed a significant reduction only during the follicular phase in the beetroot juice group ( $p = 0.02$ ), while this difference was not significant in the luteal phase ( $p = 0.16$ ).

**Conclusion:** In general, In summary, short-term beetroot juice supplementation does not enhance 100m swim performance, but may reduce perceived exertion and post-exercise heart rate in female swimmers.

**Keywords:** Beetroot juice supplement, 100m swimming, Rating of perceived exertion, Heart rate, Menstrual cycle.

1- Department of sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

✉ Corresponding author:

[pourrazi@soc.ikiu.ac.ir](mailto:pourrazi@soc.ikiu.ac.ir)

ISSN: 2980-8960

All rights of this article are reserved for Authors.

Owner and Publisher: University of Kurdistan

Journal ISSN (online): 2980-8960

Access Type: Open Access

Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143579.1086>



Copyright ©The authors

### Citation:

Nourozi Z, Pourrazi H, Sadegi A. The effect of acute beetroot juice supplementation on 100-m swimming performance and some physiological variables across the menstrual cycle. *Research in Exercise Nutrition*. 2025;3(3):13-23, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143579.1086>.

## مقدمه

ورزشکاران حرفه‌ای رشته‌های مختلف همواره به دنبال بهبود عملکرد ورزشی و کسب نتایج مطلوب در مسابقات هستند (۱). در این بین، کوشش بسیاری برای دستیابی به رکوردهای جدید در زنان شناگر (۲، ۳) بویژه در طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی در حال انجام است (۴، ۵). یکی از مسائل مهم و قابل بحث در خصوص فعالیت‌های ورزشی زنان، چگونگی تاثیر متقابل فعالیت ورزشی و چرخه قاعدگی است (۶-۴). چرخه قاعدگی با مرحله خونریزی شروع و با مرحله فولیکولی دنبال می‌شود و نهایتاً با مرحله لوتئالی به اتمام می‌رسد. این احتمال وجود دارد که تغییرات هورمونی به ویژه استروژن و پروژسترون ممکن است به بهبود یا کاهش عملکرد ورزشی در زنان مختلف چرخه قاعدگی منجر شود (۴، ۶). این امر به ویژه هنگام شرکت در مسابقات همراه با شروع خونریزی در زنان شناگر از حساسیت بیشتری برخوردار است. با توجه به تحقیقات انجام شده نوسانات هورمونی طی چرخه قاعدگی به تغییراتی در حجم پلاسما، هموگلوبین خون، تجمع لاکتات خون، سوخت و ساز چربی و دمای بدن می‌انجامد و این ممکن است عملکرد شناگران زن را تحت تاثیر قرار داده و موجب تضعیف آن گردد (۶-۴). لذا، استفاده از روش‌های مختلف برای بهبود عملکرد زنان ورزشکار به ویژه در دوره مسابقات و طی چرخه قاعدگی مورد توجه بسیاری از محققان و متخصصان فیزیولوژی ورزشی قرار گرفته است.

در این بین، استفاده از مکمل‌های دارویی و غذایی برای ارتقای عملکرد ورزشی و بهبود متغیرهای فیزیولوژیک در زنان چرخه قاعدگی می‌تواند موثر باشد (۱). آب چغندر، یک منبع طبیعی غنی از نیترات است که اثرات آن بر عملکرد ورزشی به دلیل همین محتوای نیترات می‌باشد و به عنوان پیش ساز اکسید نیتریک فعال بیولوژیکی عمل می‌کند (۱، ۲، ۹-۷). آب چغندر حاوی غلظت بالایی از نیترات (تا ۱۱/۴ گرم در لیتر) در مقایسه با آب آشامیدنی یا سایر غذاها و نوشیدنی‌ها است (۱۰، ۱۱). بعلاوه، آب چغندر حاوی سطوح بالایی از آنتی اکسیدانها و ترکیبات تقویت کننده سلامت مانند پتاسیم، منیزیم، اسید فولیک، آهن، روی، کلسیم، فسفر، سدیم، نیاسین، بیوتین می‌باشد (۱۲). در بدن انسان نیترات موجود در آب چغندر به نیتريت و متعاقباً به اکسید نیتريك (NO) تبدیل می‌شود؛ چندین مطالعه نشان داد که آب چغندر سینتیک اکسیژن در عضلات را بهبود می‌بخشد (۱۳) که این امر می‌تواند اختلالات متابولیک در عضلات ناشی از تجمع متابولیت‌های تولیدی در طی تنفس

بی‌هوازی را کاهش دهد (۱۰، ۱۱، ۱۵). لذا، به نظر می‌رسد که مکمل نیترات به شکل آب چغندر اثر قابل اندازه‌گیری بر پارامترهای فیزیولوژیکی دارد؛ با این حال، احتمالاً علاقه ورزشکاران بیشتر به تأثیر آب چغندر بر عملکرد ورزشی باشد. اگرچه، مزایای آن ممکن است به سطح آمادگی هوازی فرد بستگی داشته باشد (۷، ۱۴، ۱۵). ریچاردز و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که پس از مصرف آب چغندر جریان خون عضلانی از طریق گشاد شدن عروق در طول تمرینات با دست در بزرگسالان جوان افزایش می‌یابد (۱۶). پینا و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای بر روی شناگران نشان دادند که هزینه انرژی هوازی بعد از مصرف آب چغندر کاهش می‌یابد و از این طریق باعث بهبود عملکرد شنا می‌شود (۱۷). با این حال و برخلاف نتایج مطالعات مذکور، لووینگ و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که مکمل‌دهی نیترات هیچ اثر مفیدی بر عملکرد شنای مسافت کوتاه و مراحل زیر آب در شناگران نخبه نداشت (۱۸). در این بین، در کنار نتایج ضد و نقیض در خصوص مکمل‌های حاوی نیترات بر عملکرد ورزشی، استفاده از مکمل آب چغندر طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی برای ارتقای عملکرد ورزشی زنان مساله را پیچیده‌تر می‌کند. بر اساس بررسی‌های انجام شده تا این لحظه، مطالعات چندانی در زمینه استفاده از مکمل آب چغندر برای بهبود عملکرد ورزشی زنان در فازهای مختلف چرخه قاعدگی انجام نشده است و با توجه به مطالعات اندک در این زمینه و اطلاعات ضد و نقیض سوالات و ابهامات بسیاری در این خصوص وجود دارد. لذا مطالعه حاضر با توجه به نیاز و ضرورت‌های مذکور و با هدف تعیین تاثیر مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر تایم تریل و برخی متغیرهای فیزیولوژیک طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی انجام شد.

## روش‌شناسی:

مطالعه حاضر از نوع مطالعات نیمه تجربی و کاربردی است که به شکل طرح متقاطع و به صورت دو سوبه‌کور اجرا شد. جامعه آماری تحقیق حاضر، شناگران زن نخبه با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۴ سال بودند. با توجه به ماهیت و هدف تحقیق و براساس فرمول تعیین نمونه در جامعه با تعداد نامشخص، ۲۷ نفر زن شناگر واجد شرایط با سابقه حداقل ۵ سال تمرین و شرکت در مسابقات شنا به شکل داوطلبانه و در دسترس برگزیده شدند. قاعدگی نامنظم و اختلالات مرتبط با آن، مصرف مواد غذایی و مکمل‌های حاوی نیترات، استعمال الکل و دخانیات و رکورد نامناسب شنا از معیارهای خروج از مطالعه محسوب می‌شد. در نهایت بر اساس ارزیابی‌های اولیه، ۱۰ زن شناگر جوان به

عنوان عدم حضور هورمون استروژن و اوج حضور استروژن در نظر گرفته شد. نمونه های خونی توسط روش الیزا و کیت دیامترا (پیکوگرم/میلی لیتر) آنالیز شدند.

روش اجرا و رکورد گیری شنای ۱۰۰ متر قبل از انجام رکوردگیری، آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه گرم کردن در خشکی و آب را انجام دادند و سپس مسافت ۱۰۰ متر با شنای کرال سینه اجرا کردند. تست شنا در یک استخر به طول ۲۵ متر انجام گرفت و همه آزمودنی‌ها می‌بایست در طول و با استارت آزمون را انجام می‌دادند. کرومومتر بلافاصله بعد از اعلام فرمان رو فعال و به محض برخورد دست شناگر با دیوار در مسافت آخر قطع می‌شد.

روش تهیه و مصرف مکمل آب چغندر ابتدا پودر چغندر از شرکت بالمی لایف تهران خریداری شده و برای ارزیابی مقدار نیترات موجود در پودر، محصول به مرکز ارزیابی مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی قزوین ارسال شد. پس از تعیین مقدار نیترات موجود در محصول، طبق منابع موجود، هر آزمودنی مقدار ۵۰ گرم پودر چغندر مخلوط در ۲۰۰ سی سی آب (معادل غلظت ۱۱-۸ میلی مولار بر لیتر) را بعد از وعده صبحانه یکسان (حدود ۶۰۰ کیلوکالری شامل ۶۰٪ کربوهیدرات، ۲۰٪ چربی و ۲۰٪ پروتئین) و یک ساعت و نیم قبل از انجام شنای ۱۰۰ متر مصرف کرد (۱، ۷). برای ارزیابی مقدار نیترات در پودرچغندر، ابتدا ۱۰ گرم نمونه در ۱۰۰ سی سی آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه جوشانده شده و سپس ۲ سی سی استات روی و ۲ سی سی هگزاسیانوفرات پتاسیم به محلول اضافه شده و صاف گردید. سپس، زیر صافی به بالن ۲۰۰ انتقال داده شده و با آب مقطر به حجم ۲۰۰ سی سی رسانده شد و در ادامه با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR5000، کشور آلمان) نیترات نمونه با ریجننت نیترات خوانده و ثبت شد. آزمودنی‌ها در وضعیت دارونما، ۲۰۰ سی سی آب طعم دار و دارای رنگ خوراکی شبیه به پودر چغندر مصرف کردند.

روش جمع‌آوری نمونه ادراری و ارزیابی pH ادراری نمونه ادراری هر آزمودنی در هر دو فاز چرخه قاعدگی با و بدون مصرف مکمل و در دو مرحله قبل و بعد از رکوردگیری شنا در ظروف استریل جمع‌آوری و برای ارزیابی مقدار pH ادراری در حداکثر دو ساعت زمان به آزمایشگاه منتقل شد. pH ادرار از طریق سنجش روی نوار ادراری اندازه‌گیری گردید به گونه ای که از عدد ۴ الی ۹ قابل سنجش بود. در هر مرحله عدد مذکور براساس رنگ از نارنجی به سمت قهوه‌ای متغیر بود. عدد ۶ نشان دهنده خنثی، محدوده‌ی بالاتر از عدد ۶ قلیایی و از ۶ به پایین نشان دهنده‌ی اسیدی بود.

روش ارزیابی میزان درک فشار، ضربان قلب و فشار خون سیستولی قبل از شروع اجرای شنا، مقیاس درک فشار بورگ به آزمودنی‌ها توضیح داده شد و آنان بلافاصله بعد از انجام رکوردگیری مقدار فشار

عنوان نمونه آماری انتخاب شد. کلیه مراحل تحقیق بر اساس اصول کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی قزوین انجام شد (IR.QUMS.REC.1402.208). متغیرهای مد نظر شامل عملکرد شنای ۱۰۰ متر، میزان درک فشار، ضربان قلب، فشار خون سیستولی و pH ادراری طی دو فاز چرخه قاعدگی، در یکی از روزهای ۵-۲ آغاز چرخه (فاز میس فولیکولار) و یکی از روزهای ۱۷-۲۱ چرخه (فاز لوتئال) با و بدون مصرف مکمل آب چغندر ارزیابی شدند (نمودار ۱).

نمودار ۱. شماتیک فرآیند اجرای تحقیق طی فازهای فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی

براساس نمودار ۱، اجرای طرح متقاطع بدین شکل بود که در ابتدا فازهای فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی ۱۰ زن شناگر جوان براساس خوداظهاری و ارزیابی میزان هورمون استروژن به صورت فردی تعیین شد. هر آزمودنی در بخش اول پژوهش (یعنی دوره مصرف دارونما)، شنای ۱۰۰ متر کرال سینه را یک بار در یکی از روزهای ۵-۲ آغاز چرخه (فاز میس فولیکولار) و بار دیگر در یکی از روزهای ۲۱-۱۷ چرخه (فاز لوتئال) اجرا نمود. اگر فازهای چرخه قاعدگی چند آزمودنی با هم مطابقت داشت، طبیعتاً پروتکل شنا در این بخش به شکل چندنفردی اجرا می‌شد و در غیر این صورت آزمودنی به صورت فردی و در زمان مقرر فاز فولیکولی و لوتئالی به اجرای فعالیت ورزشی مدنظر مبادرت می نمود. زمان، مکان، دما، رطوبت و نحوه اجرای پروتکل شنای ۱۰۰ متر کرال سینه برای همه آزمودنی‌ها یکسان و مشابه بود. بعد از اتمام بخش اول پژوهش؛ یعنی اجرای شنا در دوره مصرف دارونما و در دوفاز چرخه قاعدگی، در بخش دوم پژوهش، همین روند دقیقاً برای همه آزمودنی‌ها تکرار شد با این تفاوت که قبل از اجرای فعالیت ورزشی به جای دارونما، آب چغندر مصرف می کردند. به عبارتی در بخش دوم، شنای ۱۰۰ متر کرال سینه را یک بار در یکی از روزهای ۵-۲ آغاز چرخه (فاز میس فولیکولار) و بار دیگر در یکی از روزهای ۲۱-۱۷ چرخه (فاز لوتئال) همراه با مصرف مکمل آب چغندر اجرا شد. روش تعیین شروع خونریزی ماهیانه، روش اجرا و رکورد گیری شنای ۱۰۰ متر، روش تهیه و مصرف مکمل آب چغندر و نحوه ارزیابی متغیرهای مورد نظر در ادامه به تفصیل ارائه شده است.

روش تعیین شروع خونریزی ماهیانه و فازهای چرخه قاعدگی تعیین شروع خونریزی و فازهای چرخه براساس خوداظهاری و سابقه ثبت شده فرد و ارزیابی میزان هورمون استروژن در خون بود. نمونه‌ها در طول یک سیکل قاعدگی و براساس خوداظهاری تعقیب شده و از آنها خونگیری بعمل آمد. روزهای خونگیری طبق اظهارات خود فرد شامل یکی از روزهای ۵-۲ آغاز چرخه (فاز میس فولیکولار) و یکی از روزهای ۲۱-۱۷ چرخه (فاز لوتئال) به ترتیب به

دوره فولیکولی و لوتئالی؛  $p = 0/31$ ،  $p = 0/41$ ). همچنین، تفاوت معنی‌داری بین مصرف دارونما و مکمل آب چغندر در خصوص زمان شنای ۱۰۰ متر (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛  $p = 0/65$ ،  $p = 0/99$ )، فشار خون سیستولی (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛  $p = 0/29$ ،  $p = 0/12$ ) و pH ادراری (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛  $p = 0/39$ ،  $p = 0/77$ ) در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی مشاهده نشد. این در حالی بود که میزان رکورد شنای ۱۰۰ متر در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی هنگام مصرف مکمل آب چغندر بهتر از مصرف دارونما بود (جدول ۲). همچنین، میزان درک فشار در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی در دوره مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما به طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛  $p = 0/02$ ،  $p = 0/01$ ). در نهایت، ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر در گروه مکمل نسبت به دارونما تنها در فاز فولیکولی به طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛  $p = 0/02$ ،  $p = 0/16$ ). هر چند تعداد ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر در گروه مکمل نسبت به دارونما در فاز لوتئالی نیز به طور غیرمعنی‌داری کمتر بود (جدول ۲).

### بحث

مطالعه حاضر، به منظور تعیین تاثیر مکمل‌دهی حاد آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و برخی متغیرهای فیزیولوژیکی طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی انجام شد. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که فازهای مختلف دوره قاعدگی چه در حالت مصرف دارونما و چه در حالت مصرف مکمل آب چغندر تاثیر معنی‌داری بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر نداشتند. اگرچه رکورد شنا در دوره لوتئالی نسبت به فولیکولی حدود ۲ درصد بهتر بود. مشابه با یافته مطالعه حاضر، نتایج مطالعه جولیان و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که فاز چرخه قاعدگی بر توانایی دویدن در بسیاری از جنبه‌های مختلف شتاب و سرعت تأثیر نمی‌گذارد. به‌عنوان مثال زمان دوی ۵ متر، ۱۰ متر و ۳۰ متر تحت تأثیر فاز سیکل قرار نگرفت (۱۹). همچنین هاگوود و همکاران (۲۰۲۴) گزارش کردند مصرف آب چغندر طی فازهای چرخه قاعدگی (اوایل و اواخر فولیکولی) تأثیری بر نتایج توان و سرعت بیشینه نداشت (۴). اگرچه در برخی تحقیقات دیگر گزارش شده است که در فاز لوتئال زمان رسیدن به واماندگی در ورزشکاران افزایش پیدا می‌کند که منشا آن می‌تواند افزایش اثر تحریکی هورمون استروژن بر متابولیسم چربی و ذخیره سازی گلیکوژن باشد. در زمینه عملکرد بی‌هوازی نیز در این مرحله حداکثر پاسخ لاکتات به فعالیت ورزشی تا حدودی سرکوب می‌شود که نشان از تغییر توان بی‌هوازی در خلال چرخه قاعدگی دارد، بدین معنی که در طول مرحله لوتئال سهم گلیکولیز بی‌هوازی در تامین انرژی فعالیت نسبت به مراحل دیگر کمتر است که می‌تواند بطور غیر مستقیم بازتابی از فعالیت افزایش یافته دستگاه هوازی در این مرحله باشد (۲۰، ۲۱).

وارد شده را بر اساس مقیاس بورگ ۱۵ نقطه‌ای (۲۰-۶) از خیلی سبک تا خیلی سخت) اعلام و ثبت شد. برای اندازه‌گیری ضربان و فشار خون سیستولی نیز از دستگاه فشارسنج دیجیتالی بازویی (Beurer مدل BM96، ساخت آلمان) استفاده شد. در ارزیابی پایه، آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه در حالت سکون و وضعیت نشسته روی صندلی قرار گرفتند اما در ارزیابی بعدی، ضربان قلب و فشارخون سیستولی بلافاصله بعد از اتمام شنای ۱۰۰ متر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

### روش آماری

در این بخش، ابتدا برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. سپس، داده‌های حاصله توسط آزمون‌های t همبسته و t مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تحلیل‌های آماری در سطح آماری  $P < 0/05$  با استفاده از نرم افزار آماری SPSS22 انجام شد.

### یافته‌ها

جدول ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها را به شکل میانگین و انحراف استاندارد نشان می‌دهد. داده‌های جمع‌آوری شده طبق نتایج آزمون شاپیرو-ویلک توزیع طبیعی داشت ( $p > 0/05$ ).

جدول ۱- ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها ( $n=10$ ).

| شاخص                                            | میانگین $\pm$ انحراف معیار |
|-------------------------------------------------|----------------------------|
| سن (سال)                                        | ۲۱/۲ $\pm$ ۳/۴۹            |
| قد (سانتی متر)                                  | ۱۶۱/۴ $\pm$ ۴/۶۴           |
| وزن بدن (کیلوگرم)                               | ۵۸/۷ $\pm$ ۹/۳             |
| شاخص توده بدنی (وزن به کیلوگرم/مجدور قد به متر) | ۲۲/۲ $\pm$ ۲/۷             |
| استروژن در دوره فولیکولی (پیکوگرم/میلی‌لیتر)    | ۳۹/۶ $\pm$ ۲/۷             |
| استروژن در دوره لوتئالی (پیکوگرم/میلی‌لیتر)     | ۱۵۳/۱۸ $\pm$ ۷/۳           |

یافته‌های آزمون تی همبسته نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین فاز فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی در دو وضعیت مصرف دارونما یا مکمل آب چغندر در متغیرهای ارزیابی شده وجود ندارد (جدول ۲). با این حال، میزان رکورد شنای ۱۰۰ متر در هر دو وضعیت مصرف دارونما و مکمل آب چغندر طی دوره لوتئالی اندکی بهتر از دوره فولیکولی بود (به ترتیب در

جدول ۲- نتایج آزمون t همبسته در دو وضعیت مصرف دارونما و مکمل آب چغندر طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی

نوروزی و همکاران: تأثیر مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و ...

| متغیر                                                   | وضعیت    | مرحله        | $\Delta$           | t     | p     |
|---------------------------------------------------------|----------|--------------|--------------------|-------|-------|
| زمان شنای ۱۰۰ متر<br>(ثانیه)                            | دارونما  | فاز فولیکولی | $88/10 \pm 9/7$    | ۱/۰۶  | ۰/۳۱۳ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $87/11 \pm 2/1$    |       |       |
|                                                         | آب چغندر | فاز فولیکولی | $85/9 \pm 4/6$     | ۱/۳۵  | ۰/۴۱۸ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $84/10 \pm 3/8$    |       |       |
| میزان درک فشار                                          | دارونما  | فاز فولیکولی | $13/1 \pm 2/7^*$   | -۱/۱۵ | ۰/۲۷۹ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $13/1 \pm 8/6^*$   |       |       |
|                                                         | آب چغندر | فاز فولیکولی | $11/2 \pm 9/0^2$   | -۰/۴۸ | ۰/۶۴  |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $12/1 \pm 1/4$     |       |       |
| ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر<br>(ضربان/دقیقه)          | دارونما  | فاز فولیکولی | $145/13 \pm 1/7^*$ | ۰/۶۹  | ۰/۵۰۷ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $141/14 \pm 4/0^5$ |       |       |
|                                                         | آب چغندر | فاز فولیکولی | $11 \pm 13/1/32$   | -۰/۶۲ | ۰/۵۴۵ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $133/10 \pm 4/5$   |       |       |
| فشار خون سیستولی متعاقب شنای ۱۰۰ متر<br>(میلی‌متر جیوه) | دارونما  | فاز فولیکولی | $139/6 \pm 1/8$    | ۰/۷   | ۰/۴۹۶ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $137/7 \pm 6/2$    |       |       |
|                                                         | آب چغندر | فاز فولیکولی | $134/10 \pm 8/7$   | ۰/۹۵  | ۰/۳۶۶ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $131/9 \pm 5/6$    |       |       |
| pH ادراری متعاقب شنای ۱۰۰ متر                           | دارونما  | فاز فولیکولی | $5/1 \pm 8/0^9$    | ۱/۰۱  | ۰/۳۷۴ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $5/0 \pm 2/44$     |       |       |
|                                                         | آب چغندر | فاز فولیکولی | $1 \pm 6$          | ۱     | ۰/۳۶۹ |
|                                                         |          | فاز لوتئالی  | $5/0 \pm 6/89$     |       |       |

\* اختلاف معنی دار با گروه آب چغندر؛  $p < 0.05$ .

کرده‌اند (۲۷، ۲۸). با این حال، و بر اساس نتایج ضد و نقیض مطالعات بیشتری در این زمینه اثرگذاری مکمل آب چغندر بر عملکرد ورزشی و رقابت به ویژه در حوزه زنان مورد نیاز است.

در خصوص فشار خون سیستولی و اسیدیته ادراری در مطالعه حاضر، تاثیر معنی‌داری از مصرف مکمل آب چغندر در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی مشاهده نشد. برخی از مطالعات قبلی با تحقیق حاضر همسو هستند به طوری که زمانی و همکاران (۲۰۲۱) در یک مطالعه مروری اشاره داشتند که فشار خون سیستولی نه در حالت استراحت و نه بعد از فعالیت ورزشی پس از مصرف آب چغندر غنی از نیترات در مقایسه با دارونما تغییر نکرده است (۱۰). در پژوهش پرز و همکاران (۲۰۱۹) نیز پس از یک هفته مصرف مکمل آب چغندر هیچ تغییر قابل توجهی در فشار خون سیستولی طی فعالیت ورزشی زیربیشینه مشاهده نشد (۳۰). با این حال، پژوهشگران عنوان داشتند که خواندن و ثبت فشار خون سیستولی به دلیل نوسان دستگاه در حین فعالیت ورزشی دشوار بود، که ممکن است بر اندازه‌گیری دقیق آن تاثیر بگذارد (۳۰). کریگر و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که مصرف حاد نوشیدنی حاوی نیترات قبل از فعالیت ورزشی تاثیری بر فشار خون شریانی ورزشکاران نخبه هوازی ندارد (۳۱). برخلاف یافته‌های مطالعه حاضر و مطالعات مذکور، اولسون و همکاران (۲۰۱۹) عنوان داشتند که مصرف حاد و بلندمدت آب چغندر باعث کاهش فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در هر دو حالت استراحت و فعالیت با شدت متوسط در افراد سالم می‌شود (۷). به نظر می‌رسد ریشه این اختلاف در تفاوت آزمودنی‌های مورد استفاده از نظر جنسیت (۲۶) و سطح آمادگی جسمانی (۱۰) باشد به طوری که اکثر مطالعاتی که اثراتی را بر فشار خون نشان ندادند، از ورزشکاران "خوب" تمرین کرده "یا" "نخبه" به عنوان آزمودنی استفاده کردند. در مقابل، مطالعاتی که اثرات مثبت را نشان می‌دهند با افراد سالم و ورزشکاران تفریحی انجام شده است. این ممکن است به دلیل سازگاری‌های ناشی از تمرین باشد، به عنوان مثال سطح نیترات و نیتريت پلاسما افراد تمرین کرده دو برابر بالاتر از افراد تمرین نکرده است (۱۰). همچنین، گروسچچکی و همکاران (۲۰۲۳) اشاره داشتند که برخلاف مردان، آب چغندر تاثیری بر کاهش فشار خون در زنان ندارد (۲۶). این موارد ممکن است بر نحوه پاسخ بدن به مکمل حاوی نیترات تأثیر بگذارد. همچنین این امکان وجود دارد که رابطه دوز-پاسخ بین مصرف نیترات و تغییرات در عملکرد ورزشی و متغیرهای فیزیولوژیک در افراد نخبه در مقایسه با افراد غیر نخبه متفاوت باشد، به طوری که ممکن است برای ایجاد بهبود عملکرد ورزشی به دوزهای بیشتر نیترات و یا دوره‌های طولانی‌تر مکمل نیاز باشد (۳۲).

این مساله احتمالاً بر میزان pH ادراری نیز اثرگذار بوده است به طوری که در مطالعه حاضر مصرف مکمل آب چغندر تاثیری بر میزان pH

همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن بود که مصرف مکمل آب چغندر تاثیری بر زمان شنای ۱۰۰ متر، فشار خون سیستولی و pH ادراری در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی ندارد. اگرچه میزان رکورد شنای ۱۰۰ متر در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی هنگام مصرف مکمل آب چغندر حدود ۳-۴ درصد بهتر از مصرف دارونما بود. با این حال، میزان درک فشار در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی در دوره مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما به طور معنی‌داری کمتر بود و تعداد ضربان قلب پس از فعالیت ورزشی نیز در دوره فولیکولی هنگام مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. در مطالعه‌ای روی دوندگان تمرین کرده در آزمون ۵۰۰۰ متر هنگام مصرف مکمل آب چغندر هیچ بهبود معنی‌داری مشاهده نشد، اگرچه در قسمت ۱/۱ مایل آخر مسابقه، ۵ درصد سریع‌تر دویدند (۲۲). بخشی از این عدم بهبود عملکرد می‌تواند مربوط به زمان مصرف مکمل باشد. شرکت کنندگان مکمل را ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت ورزشی مصرف کردند. در برخی مطالعات که مکمل آب چغندر سبب بهبود عملکرد شده بود، مکمل ۱۵۰ تا ۱۸۰ دقیقه قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده و تاثیر بهتری مشاهده شد (۲۳). همچنین، در مطالعه‌ای که بر روی شناگران حرفه‌ای انجام شد، هیچ اثر مفیدی بر عملکرد شنای مسافت کوتاه و مراحل زیر آب یافت نشد (۱۸). مورنو و همکاران (۲۰۲۴) نیز عنوان داشتند که مصرف یک دوز آب چغندر تاثیری بر عملکرد شناگران طی شنای اینتروال (۶×۱۰۰) نداشت (۲). با این حال نتایج برخی مطالعات با تحقیق حاضر متناقض بود. پینا و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که آب چغندر هزینه انرژی هوازی را در شناگران کاهش داده و عملکرد شنا را بهبود بخشید (۱۷). در این راستا، شانون و همکاران (۲۰۱۶) نیز به این نتیجه رسیدند که عملکرد دویدن ۱۵۰۰ متر بعد از مصرف مکمل آب چغندر به طور قابل توجهی بهبود یافت، اما در دویدن ۱۰۰۰۰ متر بهبودی مشاهده نشد (۲۴).

مزایای مصرف مکمل آب چغندر ممکن است به سطح آمادگی هوازی فرد (۱) دوز نیترات مصرفی (۱، ۲۵) و جنسیت آزمودنی‌ها (۲۶) بستگی داشته باشد. در ورزشکاران حرفه‌ای، دوز بالای نیترات به شکل آب چغندر (۸/۴ میلی مول نیترات) ممکن است عملکرد را در مقایسه با دوز متوسط نیترات (۴/۲ میلی مول نیترات) و فاقد نیترات بهبود بخشد (۲۵). شبیه به این موضوع در مطالعه ارگول و همکاران (۲۰۲۳) نیز مشاهده می‌شود (۱). از طرفی پروتکل فعالیت ورزشی مورد استفاده نیز می‌تواند از علل مهم تناقض نتایج باشد. این احتمال وجود دارد که آب چغندر می‌تواند عملکرد اسپرینتهای مکرر با استراحت‌های کوتاه، زمانی که PCR عضلانی و تولید نیرو به طور کامل بازیابی نمی‌شود، بهبود بخشد (۲۷). در همین راستا، سایر مطالعات با استفاده از سرعت‌های کوتاه‌تر و دوره‌های ریکاوری کوتاه‌تر، اثرات انرژی‌زای آب چغندر را مشاهده

### تشکر و قدردانی

از همه عوامل دخیل در پژوهش به ویژه شرکت کنندگان و آزمودنی های محترم کمال تشکر بعمل می‌آید.

### تعارض منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تضاد منافی در رابطه با انتشار آن ندارند.

### منابع

1. Eroğlu MN, Vatansever Ş. The Effect of Different Doses of Beetroot Juice on Exercise Performance: An Experimental Study. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*. 2023 Sep 1;15(3). <https://doi.org/10.5336/sportsci.2023-95613>
2. Moreno-Herederó B, Morencos E, Morais JE, Barbosa TM, Veiga S. A Single Dose of Beetroot Juice not Enhance Performance during Intervallic Swimming Efforts. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2024 Mar;23(1):228. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.228>
3. Moreno B, Morencos E, Vicente-Campos D, Muñoz A, González-García J, Veiga S. Effects of beetroot juice intake on repeated performance of competitive swimmers. *Frontiers in Physiology*. 2023 Jan 10;13:1076295. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1076295>
4. Hogwood AC, Ortiz de Zavallos J, Kruse KE, Buckley M, De Guzman J, DeJong Lempke A, Weltman A, Allen JD. The Effects of Inorganic Nitrate Supplementation on Muscular Power and Endurance Across the Menstrual Cycle. *Journal of Applied Physiology*. 2024 Oct 17. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00323.2024>
5. Hogwood AC, Ortiz de Zavallos J, Kruse KE, De Guzman J, Buckley M, Weltman A, Allen JD. The effects of inorganic nitrate supplementation on exercise economy and endurance capacity across the menstrual cycle. *Journal of Applied Physiology*. 2023 Nov 1;135(5):1167-75. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00221.2023>
6. Benito PJ, Alfaro-Magallanes VM, Rael B, Castro EA, Romero-Parra N, Rojo-Tirado MA, Peinado AB. Effect of menstrual cycle phase on the recovery process of high-intensity interval exercise—a cross-sectional observational study. *International Journal of Environmental*

اداراری در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی نداشت. اگرچه میزان درک فشار و تعداد ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر هنگام مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما کمتر بود. در این راستا، لویت و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند مصرف مکمل آب چغندر موجب افزایش ۲۱ درصدی تحمل فعالیت ورزشی با شدت بالا در مقایسه با دارونما در شرایط هیپوکسیک شد (۳۳). همچنین، کلیفورد و همکاران (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل آب چغندر منجر به کاهش درد عضلانی و میزان درک فشار می‌شود (۳۴). همتی‌نفر و همکاران (۲۰۲۳) گزارش دادند که مصرف آب چغندر باعث کاهش دردناکی عضله در زنان والیبالیست شد (۸). با توجه به اینکه میزان درک فشار می‌تواند با کاهش فشار فیزیولوژیکی همراه گردد، کاهش فشارخون و ضربان قلب موجب کاهش میزان درک فشار می‌شود (۲۲، ۳۵). در این راستا و براساس نتایج مطالعه حاضر، تعداد ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر هنگام مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما در دوره فولیکولی به شکل معنی‌دار و در دوره لوتئالی به شکل غیرمعنی‌دار کمتر بود. داده های مربوط به ضربان قلب بایستی با احتیاط تفسیر شود چراکه به دلیل تغییرات فاحش استروژن و افزایش دمای بدن، ضربان قلب استراحت در فاز لوتئال افزایش می‌یابد (۳۶، ۳۷)، که می‌تواند پاسخ ضربان قلب به فعالیت ورزشی را تحت تأثیر خود قرار دهد. در مطالعه حاضر این موضوع احتمالاً یکی از عوامل تأثیرگذار مکمل آب چغندر بر ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر در فاز فولیکولی باشد. زمانی و همکاران (۲۰۲۱) در یک مقاله مروری عنوان داشتند که مکمل آب چغندر تأثیری بر ضربان و برون‌ده قلبی به ویژه در مردان ندارد اما شرایط در شرکت کنندگان زن می‌تواند متفاوت باشد. با این حال، اکثر مطالعات به غیر از یک مورد، هیچ تأثیری از مکمل آب چغندر بر ضربان قلب نشان نمی‌دهند (۱۰). در کل به نظر می‌رسد که سابقه تمرینی آزمودنی‌ها و زمان مصرف آب چغندر در این زمینه موثر باشد هر چند نیاز به مطالعات بیشتر در این زمینه کاملاً محسوس است. از طرفی، مطالعه حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که ممکن است بر نتایج حاصل اثرگذار بوده باشند که شامل تعداد پائین نمونه و انتخاب غیرتصادفی آنها، انحراف استاندارد بالا در برخی شاخص‌ها مانند ضربان قلب و عدم کنترل دقیق برخی متغیرهای مزاحم مانند شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها بود.

### نتیجه‌گیری

در کل و براساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر تأثیری بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر زنان طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی ندارد اما کاهش میزان درک فشار و ضربان قلب متعاقب اجرای شنای ۱۰۰ متر به ویژه در دوره فولیکولی ممکن است تأثیر پذیر باشد. با این حال اظهار نظر قطعی در این زمینه منوط به انجام تحقیقات بیشتر و گسترده‌تر است.

- Estevan MC, Herreros PV, Garnacho-Castaño MV. Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. *Nutrients*. 2017 Jan 6;9(1):43. <https://doi.org/10.3390/nu9010043>
14. Arnold JT, Oliver SJ, Lewis-Jones TM, Wylie LJ, Macdonald JH. Beetroot juice does not enhance altitude running performance in well-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015;40(6):590-5. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0470>
  15. Zoughaib WS, Fry MJ, Singhal A, Coggan AR. Beetroot juice supplementation and exercise performance: is there more to the story than just nitrate?. *Frontiers in Nutrition*. 2024 Feb 20;11:1347242. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1347242>
  16. Richards JC, Racine ML, Hearon Jr CM, Kunkel M, Luckasen GJ, Larson DG, Allen JD, Dinunno FA. Acute ingestion of dietary nitrate increases muscle blood flow via local vasodilation during handgrip exercise in young adults. *Physiological reports*. 2018 Jan;6(2):e13572. <https://doi.org/10.14814/phy2.13572>
  17. Pinna M, Roberto S, Milia R, Marongiu E, Olla S, Loi A, Migliaccio GM, Padulo J, Orlandi C, Tocco F, Concu A. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. *Nutrients*. 2014 Jan 29;6(2):605-15. <https://doi.org/10.3390/nu6020605>
  18. Lowings S, Shannon OM, Deighton K, Matu J, Barlow MJ. Effect of dietary nitrate supplementation on swimming performance in trained swimmers. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2017 Aug 1;27(4):377-84. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0251>
  19. Julian R, Hecksteden A, Fullagar HH, Meyer T. The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. *PloS one*. 2017 Mar 13;12(3):e0173951. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173951>
  20. Hashimoto H, Ishijima T, Hayashida H, Suzuki K, Higuchi M. Menstrual cycle phase and carbohydrate ingestion alter immune response following endurance exercise and high intensity time trial performance test under hot conditions. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2014 Dec;11:1-1. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-39>
  - Research and Public Health. 2023 Feb 13;20(4):3266. <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/4/3266>
  7. Olsson H, Al-Saadi J, Oehler D, Pergolizzi Jr J, Magnusson P. Physiological effects of beetroot in athletes and patients. *Cureus*. 2019 Dec;11(12). <https://doi.org/10.7759/cureus.6355>
  8. Hemmatinafar M, Zaremoayed L, Koushkie Jahromi M, Alvarez-Alvarado S, Wong A, Niknam A, Suzuki K, Imanian B, Bagheri R. Effect of Beetroot Juice Supplementation on Muscle Soreness and Performance Recovery after Exercise-Induced Muscle Damage in Female Volleyball Players. *Nutrients*. 2023 Aug 28;15(17):3763. <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/17/3763>
  9. Garnacho-Castaño MV, Pleguezuelos-Cobo E, Berbel M, Irurtia A, Carrasco-Marginet M, Castizo-Olier J, Veiga-Herreros P, Faundez-Zanuy M, Serra-Payá N. Effects of acute beetroot juice intake on performance, maximal oxygen uptake, and ventilatory efficiency in well-trained master rowers: a randomized, double-blinded crossover study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2024 Dec 31;21(1):2373170. <https://doi.org/10.1080/15502783.2024.2373170>
  10. Zamani H, De Joode ME, Hossein IJ, Henckens NF, Guggeis MA, Berends JE, de Kok TM, van Breda SG. The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2021 Mar 9;61(5):788-804. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1746629>
  11. Ferrada-Contreras E, Bonomini-Gnutzmann R, Jorquera-Aguilera C, Macmillan Kuthe N, Pena-Jorquera H, Rodriguez-Rodriguez F. Does co-supplementation with beetroot juice and other nutritional supplements positively impact sports performance?: a systematic review. *Nutrients*. 2023 Nov 19;15(22):4838. <https://doi.org/10.3390/nu15224838>
  12. Wootton-Beard PC, Ryan L. A beetroot juice shot is a significant and convenient source of bioaccessible antioxidants. *Journal of functional foods*. 2011 Oct 1;3(4):329-34. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.05.007>
  13. Domínguez R, Cuenca E, Maté-Muñoz JL, García-Fernández P, Serra-Paya N,

- exercise performance responses to nitrate supplementation. *Medicine and science in sports and exercise*. 2015;47(8):1643-51. <https://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000000577>
29. Thompson C, Vanhatalo A, Jell H, Fulford J, Carter J, Nyman L, Bailey SJ, Jones AM. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. *Nitric Oxide*. 2016 Dec 30;61:55-61. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.10.006>
  30. Perez JM, Dobson JL, Ryan GA, Riggs AJ. The effects of beetroot juice on VO<sub>2</sub>max and blood pressure during submaximal exercise. *International journal of exercise science*. 2019;12(2):332. <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/etd/1642/>
  31. Carriker CR, Rombach P, Stevens BM, Vaughan RA, Gibson AL. Acute dietary nitrate supplementation does not attenuate oxidative stress or the hemodynamic response during submaximal exercise in hypobaric hypoxia. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2018;43(12):1268-74. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0813>
  32. Wylie LJ, Kelly J, Bailey SJ, Blackwell JR, Skiba PF, Winyard PG, Jeukendrup AE, Vanhatalo A, Jones AM. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *Journal of applied physiology*. 2013 Aug 1;115(3):325-36. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00372.2013>
  33. Levitt EL, Keen JT, Wong BJ. Augmented reflex cutaneous vasodilatation following short-term dietary nitrate supplementation in humans. *Experimental physiology*. 2015 Jun 1;100(6):708-18. <https://doi.org/10.1113/EP085061>
  34. Clifford T, Berntzen B, Davison GW, West DJ, Howatson G, Stevenson EJ. Effects of beetroot juice on recovery of muscle function and performance between bouts of repeated sprint exercise. *Nutrients*. 2016 Aug 18;8(8):506. <https://doi.org/10.3390/nu8080506>
  35. Kordi MR, Salimi Nahrsooduz M, Hooshmand Moghadam B. The effects of beetroot consumption on blood pressure, heart rate, perceived exertion and the speed of running in young female athletes. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2020 Sep 10;25(4):79-92 [in Persian]. <http://sjku.muk.ac.ir/article-1-4615-en.html>
  21. Bradley PS, Bendiksen M, Dellal A, Mohr M, Wilkie A, Datson N, Orntoft C, Zebis M, Gomez-Diaz A, Bangsbo J, Krstrup P. The Application of the Y o-Y o Intermittent Endurance Level 2 Test to Elite Female Soccer Populations. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2014 Feb;24(1):43-54. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01483.x>
  22. Murphy M, Eliot K, Heuertz RM, Weiss E. Whole beetroot consumption acutely improves running performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2012 Apr 1;112(4):548-52. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2011.12.002>
  23. Kelly J, Vanhatalo A, Wilkerson DP, Wylie LJ, Jones AM. Effects of nitrate on the power-duration relationship for severe-intensity exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2013 Sep 1;45(9):1798-806. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31828e885c>
  24. Shannon OM, Duckworth L, Barlow MJ, Woods D, Lara J, Siervo M, O'Hara JP. Dietary nitrate supplementation enhances high-intensity running performance in moderate normobaric hypoxia, independent of aerobic fitness. *Nitric Oxide*. 2016 Sep 30;59:63-70. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.08.001>
  25. Hoon MW, Jones AM, Johnson NA, Blackwell JR, Broad EM, Lundy B, Rice AJ, Burke LM. The effect of variable doses of inorganic nitrate-rich beetroot juice on simulated 2000-m rowing performance in trained athletes. *International journal of sports physiology and performance*. 2014 Jul 1;9(4):615-20. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0207>
  26. Grosicki GJ, Flatt AA, Cross BL, Vondrasek JD, Blumenburg WT, Lincoln ZR, Chall A, Bryan A, Patel RP, Ricart K, Linder BA. Acute beetroot juice reduces blood pressure in young Black and White males but not females. *Redox Biology*. 2023 Jul 1;63:102718. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2023.102718>
  27. Wylie LJ, Bailey SJ, Kelly J, Blackwell JR, Vanhatalo A, Jones AM. Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. *European journal of applied physiology*. 2016 Feb;116:415-25. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3296-4>
  28. Porcelli S, Ramaglia M, Bellistri G, Pavei G, Pugliese L, Montorsi M, Rasica L, Marzorati M. Aerobic fitness affects the

performance. Clinics in sports medicine.  
2005 Apr 1;24(2):e51-82.  
<https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.01.003>

36. Yazar S. The effect of menstrual cycle phase on exercise capacity measured by treadmill exercise test. Turkish Journal of Sport and Exercise. 2015;17(1):12-5.  
<https://dergipark.org.tr/en/pub/tsed/issue/21507/230702>
37. Constantini NW, Dubnov G, Lebrun CM. The menstrual cycle and sport