



Research Article

## Effect of Short-term Consumption of Spinach Powder on the Aerobic and Anaerobic Performance of the Upper and Lower Body of Active Young People

Seyyed Amir Mousavi<sup>1</sup> , Maryam Ebrahimi<sup>2</sup> , Abuzar Jorbonian<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup> MSc in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

\* **Corresponding author:** Abuzar Jorbonian, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. Email: [jorbonian.a@guilan.ac.ir](mailto:jorbonian.a@guilan.ac.ir)

DOI: [10.32592/cmja.14.3.37](https://doi.org/10.32592/cmja.14.3.37)

### How to Cite this Article:

Mousavi S A, Ebrahimi M, Jorbonian A. Effect of Short-term Consumption of Spinach Powder on the Aerobic and Anaerobic Performance of the Upper and Lower Body of Active Young People. *Complement MedJ*. 2024;14(3): 37-46. DOI: [10.32592/cmja.14.3.37](https://doi.org/10.32592/cmja.14.3.37)

Received: 10 Feb 2024

Accepted: 05 Aug 2024

### Keywords:

Anaerobic power

Nitrate

Spinach

VO<sub>2</sub> max

©2024 Arak University of Medical Sciences

### Abstract

**Introduction:** Considering the variety of nutritional supplements, choosing a suitable and available supplement for improving sports performance is important. Spinach is one such dietary supplement that contains inorganic nitrate/nitrite that appears to enhance vascular function, cognition, and physical performance. Therefore, this study aimed to investigate the effect of short-term consumption of spinach powder on the aerobic and anaerobic performance of active young individuals.

**Materials and Methods:** After specifying the criteria for entering the research, 14 healthy and active men and women (age: 22.71±1.81 years, body mass index: 22.70±2.57 kg/m<sup>2</sup>) participated in this research. Once the subjects provided written consent, they were randomly assigned to two groups: supplement (50 g per day of spinach powder) and placebo (50 g per day of rice flour+green food powder). Both groups followed this regimen for 14 days. Before and 48 hours after the last dose of the supplement, the aerobic and anaerobic performance of the individuals' upper and lower bodies was evaluated using the Astrand ergometer test, Bruce treadmill test, 30-second Wingate cycling test, and 30-second hand crank test. To analyze the data, a 2×2 ANOVA test and Bonferroni pairwise comparisons were used in SPSS software version 26.

**Results:** The results of this study indicated that 14 days of spinach powder consumption had no significant effect on maximum oxygen consumption in maximal tests (P=0.59) and sub-maximal tests (P=0.08), as well as on peak (P=0.12), average (P=0.46), and minimum (P=0.63) anaerobic power, maximum pedal speed (P=0.55) and maximum speed retention time in the upper body (P=0.12) and lower body (P=0.97).

**Conclusion:** The results of this research showed that short-term consumption of spinach failed to improve the aerobic and anaerobic performance of active individuals. Therefore, the results do not support the use of spinach for enhancing athletic performance indicators.

## INTRODUCTION

One of the important goals of athletes and researchers is to improve and develop the level of physical fitness. In this regard, the use of regular or unique training programs in each sport increases the physical performance and physical fitness of individuals. To maximize the effects of exercise training, sports nutrition is also considered. With the advancement of sports physiology, metabolism, and nutrition, it has been proven that diet and nutritional intake affect the performance of athletes. Today, the use of dietary and sports supplements to improve body composition and performance has become highly popular among people, especially athletes, while the benefits of dietary supplements, as people believe, have not been fully proven.

There is significant evidence supporting the role of nitrate-containing dietary supplements in increasing nitric oxide (NO)-induced vascular dilation through an oxygen-independent pathway that affects arterial hemodynamics. NO is a compound that causes vasodilation, improves calcium management, enhances athletic performance, and increases the speed of skeletal muscle contraction. Dietary nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) act as a precursor to NO and are present in large amounts in some plants, such as beetroot and spinach.

The high presence of NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, iron, zinc, magnesium, plant steroids, and other vital compounds, such as vitamins B and C, in red spinach hypothesizes that spinach consumption improves cardiovascular activity, neurotransmission, and strength and delays fatigue. However, considering the limited and inconsistent studies on the observed effects of spinach on aerobic and anaerobic performance, as well as the scarcity of red spinach species in Iran, the present study decided to examine the effect of short-term consumption of the native green spinach species available and inexpensive on the aerobic and anaerobic performance of young athletes.

## METHODS

The present applied study was conducted using a randomized design with a pretest-posttest and placebo group. The statistical population consisted of men and women aged 18 to 26 in Rasht, with a normal body mass index (between 18 and 24.9 kg/m<sup>2</sup>) and a history of regular exercise in the past 3 years. After announcing the call for proposals and specifying the criteria for entering the research, 20 people volunteered, and finally, 14 individuals (7 women and 7 men) completed the protocol based on the criteria for entering the research.

The subjects were asked to avoid strenuous activity and caffeinated foods 24 hours before the test. During the pre-test session, participants completed a 10-minute general warm-up followed by stretching. They then performed the 6-minute Astrand sub-test on the Monarch aerobic ergometer model LC4, took a 15-minute rest, and proceeded with the 30-second Wingate test on the Monarch foot ergometer model 894E. After another 15-minute rest, they conducted the 30-second Crank test on the Monarch hand ergometer model 891E, followed by another 15-minute rest. Finally, the Bruce maximum test was conducted on the Cosmos T150 treadmill, and the test data was recorded. The

leaves of green spinach (*Spinacia oleracea*) from a specific harvest in the city of Rasht were purchased. After being wiped and washed, they were naturally dried in the sun and turned into a soft powder using a milling machine. The spinach supplement group in the trials was asked to add 50 g of spinach powder to their dishes daily for 14 days, along with their usual diet, such as soups, stews, salads, and yogurt. The placebo group (rice flour+green food powder) also took the placebo during the same period. The allocation of spinach or placebo supplements was conducted in a blind manner; therefore, participants were unaware of which group they belonged to. Forty-eight hours after the last supplement, the tests were repeated under the same conditions as the pre-test. During this time, variables related to aerobic power were measured in the sub-maximal test, while anaerobic power components and the fatigue index were recorded for both the upper and lower body during the maximum test. After confirming the normal distribution of data with the Shapiro-Wilk test, a combined variance analysis test and Bonferroni paired comparisons were used to analyze the results. All statistical analyses were carried out in SPSS software version 26, with a significance level of  $\alpha=0.05$ .

## RESULTS

Based on the results of calorie intake and the percentage of nutrient intake, no difference was found between the subjects. According to the findings, it was observed that aerobic power did not significantly change in the placebo group compared to the pre-test ( $P=0.385$ ), while in the spinach group, it was about 16% higher ( $P=0.026$ ). However, there was no significant difference between the two groups ( $P=0.703$ ). Maximal oxygen consumption values, examined by the maximum test, showed that there was no significant change in the placebo group ( $P=0.747$ ) and the spinach supplement group ( $P=0.240$ ) compared to the initial values of each group, and no significant difference was observed between the groups ( $P=0.079$ ).

The results of the present study demonstrated that the components of upper and lower body anaerobic performance, including peak power, average power, minimum power, maximum speed of racing, and maximum speed retention, did not significantly change in the groups studied, and there was also no difference between the two groups ( $P>0.05$ ).

## CONCLUSION

The results of the present study indicated that a daily intake of 50 mg of dried green spinach could not improve the aerobic and anaerobic performance of active individuals. Therefore, this amount of supplementation is not recommended for individuals who intend to improve sports performance, especially aerobic and anaerobic power. However, further research is needed for more accurate results.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee in Research at Gilan University (IR.GUILAN.REC.1401.026). The principles of the Declaration of Helsinki, including obtaining informed consent from the participants and the confidentiality of their information, have been observed.

## Funding

There is no funding support.

### **Authors' Contributions**

The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

### **Conflict of Interest**

The authors declare no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

We are grateful to all those who provided scientific consulting for this study.



## اثر مصرف کوتاه‌مدت پودر اسفناج بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی بالاتنه و پایین‌تنه افراد جوان فعال

سید امیر موسوی<sup>۱</sup>، مریم ابراهیمی<sup>۲</sup>، ابوذر جوربنیان<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

<sup>۲</sup> استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

\* نویسنده مسئول: ابوذر جوربنیان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. ایمیل: [jorbonian.a@guilan.ac.ir](mailto:jorbonian.a@guilan.ac.ir)

### چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۵

واژگان کلیدی:

اسفناج

نیترات

حداکثر اکسیژن مصرفی

توان بی‌هوازی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

**مقدمه:** با توجه به تنوع مکمل‌های غذایی، انتخاب یک مکمل مناسب و در دسترس برای بهبود عملکرد ورزشی اهمیت بالایی دارد. اسفناج یکی از این مکمل‌های غذایی است که دارای نیترات / نیتريت غير ارگانیک است که به نظر می‌رسد عملکرد عروقی، شناخت و عملکرد فیزیکی را افزایش می‌دهد. از این رو، هدف از مطالعه حاضر، اثر مصرف کوتاه‌مدت پودر اسفناج بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی افراد جوان فعال است. **روش کار:** پس از مشخص کردن معیارهای ورود به تحقیق، ۱۴ نفر از زنان و مردان سالم و فعال (سن: ۱/۸۱ ± ۲۲/۷۱ سال، شاخص توده بدنی: ۲/۵۷ ± ۲۲/۷۰ کیلوگرم بر مترمربع) در این پژوهش شرکت کردند. از آزمودنی‌ها، رضایت‌نامه کتبی آگاهانه دریافت شد، سپس به صورت تصادفی به دو گروه مکمل (۵۰ گرم در روز پودر اسفناج) و دارونما (۵۰ گرم در روز آرد برنج + رنگ سبز خوراکی) تقسیم شدند که به مدت ۱۴ روز مصرف کردند. قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین وهله مصرف مکمل، عملکرد هوازی و عملکرد بی‌هوازی بالاتنه و پایین‌تنه افراد با آزمون‌های ارگومتر آستراند، تردمیل بروس، وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای پا و کرنک ۳۰ ثانیه‌ای دستی ارزیابی شد. به منظور آنالیز داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس ۲×۲ و مقایسه‌های زوجی بونفرونی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مصرف ۱۴ روز مصرف پودر اسفناج، اثر معناداری بر حداکثر اکسیژن مصرفی در آزمون‌های بیشینه ( $P = 0/59$ ) و زیربیشینه ( $P = 0/08$ ) و همچنین اوج ( $P = 0/12$ )، میانگین اوج ( $P = 0/46$ ) و حداقل ( $P = 0/63$ ) توان بی‌هوازی، حداکثر سرعت پدال زدن ( $P = 0/55$ ) و مدت زمان حفظ حداکثر سرعت در بالاتنه ( $P = 0/12$ ) و پایین‌تنه ( $P = 0/97$ ) نداشت. **نتیجه‌گیری:** نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف کوتاه‌مدت اسفناج، منجر به بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی افراد فعال نمی‌شود؛ بنابراین، یافته‌های مطالعه حاضر نتایج مربوط به استفاده از اسفناج جهت بهبود شاخص‌های عملکرد ورزشی را حمایت نمی‌کند.

آستانه تهویه‌ای طی آزمون ورزش درجه‌بندی شده را ۶۵ تا ۷۵ دقیقه پس از مصرف افزایش می‌دهد (۱۰). گروهی از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که ۷ روز مکمل‌دهی RSE، رکورد ورزشکاران را به طور قابل توجهی کاهش و قدرت و سرعت در طول یک تایم‌تریل ۴ کیلومتری دوچرخه‌سواری را افزایش داده است. همچنین، شواهدی مبنی بر حمایت از اثر مثبت مصرف  $\text{NO}_3^-$  رژیمی بر بهبود عملکرد مقاومتی مشاهده شد (۱۱). گروهی دیگر از محققان نیز مشاهده کردند که مصرف اسفناج (حاوی ۱۸۰ میلی‌گرم نیترات) باعث بهبود توان اوج تست وینگیست در ورزشکاران بیس‌بال شد (۱۲). ریموند (Raymond) و همکاران نیز مشاهده کردند که مصرف اسفناج قرمز شاخص خستگی در ۳ آزمون وینگیست متوالی با ۲ دقیقه استراحت بین وهله‌ها را کاهش داده اما اثری بر توان اوج یا میانگین ندارد (۱۳). این در حالی است که گزارش شده است مصرف روزانه ۴ گرم عصاره اسفناج قرمز حاوی ۶ میلی‌مول نیترات فواید ارگونومیک ایجاد کرده و تحمل فشار تمرین شدید را بهبود می‌بخشد (۱۴).

وجود نیترات بالا، آهن، روی، منیزیم، استروئیدهای گیاهی و سایر ترکیبات حیاتی مانند ویتامین‌های گروه C، B و ... در اسفناج قرمز این فرضیه را ایجاد می‌کند که مصرف اسفناج باعث بهبود فعالیت سیستم قلبی - عروقی، بهبود انتقال عصبی و افزایش قدرت و به تاخیر انداختن خستگی شود. با این حال، با توجه به مطالعات محدود و متناقض درباره آثار مشاهده‌شده اسفناج در عملکرد هوازی و بی‌هوازی و همچنین کمیاب بودن گونه اسفناج قرمز در ایران، مطالعه حاضر بر آن شد که اثر مصرف کوتاه‌مدت گونه بومی اسفناج سبز در دسترس و ارزان‌قیمت را بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران جوان بررسی کند.

## روش کار

### طرح پژوهش

مطالعه کاربردی حاضر با طرح تصادفی با پیش‌آزمون - پس‌آزمون و حضور دارونما و در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه گیلان انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل مردان و زنان ۱۸ تا ۲۶ سال سالم شهرستان رشت، با شاخص توده بدنی طبیعی (بین ۱۸ تا ۲۴/۹ کیلوگرم بر متر مربع) و سابقه تمرین ورزشی منظم در ۳ سال گذشته بوده است. پس از اعلام فراخوان طرح و مشخص کردن معیارهای ورود به تحقیق، ۲۰ نفر داوطلب شدند که در نهایت، ۱۴ نفر (۷ زن و ۷ مرد) بر اساس معیارهای خروج از پژوهش، شیوه‌نامه را به پایان رساندند. برای قرار دادن آزمودنی‌ها در گروه‌های پژوهش، از روش تصادفی ساده استفاده شد. به این منظور، ابتدا برای هر یک از آزمودنی‌ها (به تفکیک برای دو جنسیت) شماره‌ای در نظر گرفته شد و شماره‌ها درون ظرفی قرار گرفتند و به صورت کاملاً تصادفی این شماره‌ها انتخاب شدند. آزمودنی‌ها با توجه به شماره انتخاب‌شده، در گروه‌های مکمل و دارونما قرار گرفتند. اندازه نمونه با استفاده از نرم‌افزار G\*Power و با توجه به طرح تحقیق،  $\alpha=0/05$  و توان ۸۰٪ و با مقادیر قابل انتظار متغیرهای پژوهش، ۱۴ نفر محاسبه شد. مشخصات آزمودنی‌های پژوهش حاضر در جدول (۱) ارائه شده است. معیارهای ورود به مطالعه حاضر، مبتلا نبودن به بیماری‌های متابولیک و قلبی - عروقی، نبود هرگونه حساسیت غذایی، آسیب اسکلتی - عضلانی و استفاده نکردن از مکمل‌های ورزشی بوده است. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل آسیب دیدن آزمودنی حین اجرای تحقیق و مصرف نکردن دو دوز متوالی مکمل، در نظر گرفته شد.

پس از توضیح کامل فرایند پژوهش، شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه شرکت در پژوهش را به صورت کتبی تکمیل و امضا کردند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا یادآمد غذایی ۳ روزه، شامل روزهای کاری و تعطیل را تکمیل

یکی از هدف‌های مهم ورزشکاران و پژوهشگران، بهبود و توسعه سطح آمادگی جسمانی است. در این باره، استفاده از برنامه‌های تمرینی منظم و یا منحصر به فرد در هر رشته ورزشی، افزایش عملکرد بدنی و آمادگی جسمانی افراد را به همراه دارد (۱). برای به حداکثر رسیدن اثرهای ناشی از تمرین‌های ورزشی، تغذیه ورزشی نیز مد نظر قرار می‌گیرد. با پیشرفت علوم فیزیولوژی ورزشی، متابولیسم و تغذیه، این موضوع ثابت شده است که رژیم غذایی و دریافت‌های تغذیه‌ای بر عملکرد ورزشکاران تاثیر دارد و امروزه استفاده از مکمل‌های غذایی و ورزشی به منظور بهبود ترکیب بدن و عملکرد بین افراد به ویژه ورزشکاران بسیار محبوب شده است (۱)؛ این در حالی است که فواید مکمل‌های غذایی، آن طور که افراد باور کرده‌اند، به طور کامل به اثبات نرسیده‌اند.

شواهد قابل توجهی در حمایت از نقش مکمل‌های غذایی حاوی نیترات برای افزایش اتساع عروق ناشی از اکسید نیتریک (Nitric oxide -NO) از طریق مسیر مستقل از اکسیژن وجود دارد که بر همودینامیک شریانی اثر می‌گذارد (۲). NO ترکیبی است که باعث اتساع عروق، بهبود مدیریت کلسیم، بهبود عملکرد ورزشی و افزایش سرعت انقباض عضلات اسکلتی می‌شود. نیترات‌های غذایی ( $\text{NO}_3^-$ ) به عنوان پیش‌ساز برای NO عمل می‌کنند و در برخی گیاهان مانند چغندر و اسفناج به میزان زیادی وجود دارند (۳). مکمل‌های حاوی  $\text{NO}_3^-$  با بهبود توانایی عضلات در استفاده از اکسیژن، عملکرد تایم‌تریل و عملکرد دویدن متناوب با شدت بالا و عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشند (۴). برای مثال، نشان داده‌اند که مصرف آب چغندر که حاوی نیترات بالایی است، منجر به افزایش توان بی‌هوازی می‌شود (۵). هرچند مطالعات ضد و نقیضی در این باره نیز وجود دارد که تاثیر نداشتن مصرف آب چغندر را بر عملکرد ورزشی نشان می‌دهند (۶)؛ به نظر می‌رسد که منابع مختلف حاوی نیترات، بتوانند اثرهای متفاوتی را بر عملکرد ورزشی افراد داشته باشند.

از بین منابع حاوی نیترات، می‌توان به اسفناج نیز اشاره کرد. اسفناج (*Spinacia oleracea*)، گیاه برگ‌ی سبز تیره متعلق به خانواده آمارانتیسیا (*Amaranthaceae*) است و اعتقاد بر این است که منشأ آن ایران بوده و در متون قدیمی چینی نیز با نام «گیاه ایران» از آن یاد شده است (۷). اسفناج بیش از ۸۰ گونه داشته و از سبزیجات غنی از فیتونوترینت‌ها (Phytonutrients) و ترکیبات بیواکتیوی مانند بتاکاروتن ( $\beta$ -Carotene)، لوتئین (Lutein)، زیزانتین (Zeaxanthin)، اسکوربیک‌اسید، فلاونوئیدها و پلی‌فنول‌ها است و همچنین، از منابع ارزان‌قیمت فیبرهای غذایی و مواد معدنی مانند کلسیم، پتاسیم، فسفر، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز به شمار می‌رود (۸) و به اشکال مختلف خام، پخته، خشک‌شده، عصاره و عرق در بخشی از غذاها و نوشیدنی‌ها استفاده می‌شود. علاوه بر آثار آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و ضد چاقی اسفناج (۲)، مطالعات جدید به پتانسیل نیترات و آهن موجود در گونه‌های مختلف اسفناج برای تقویت عملکرد ورزشی پرداخته‌اند؛ ریزمغذی‌هایی که نشان داده شده است به طور قابل توجهی قدرت و استقامت عضلانی را بهبود می‌بخشند (۹).

بیشتر مطالعات مرتبط با اسفناج نشان داده‌اند که اسفناج قرمز (Red spinach extract-RSE) منبعی غنی از  $\text{NO}_3^-$  است که سطوح  $\text{NO}_3^-$  پلاسما را ۳۰ دقیقه پس از مصرف افزایش می‌دهد و اخیراً به مثابه یک مکمل غذایی جدید غنی از  $\text{NO}_3^-$  به بازار معرفی شده است. افزون بر آن، نشان داده شده است که دوز  $1 \text{ g/kg}$  RSE به طور قابل توجهی

توان هوازی در آزمون زیربیشینه، توان هوازی در آزمون بیشینه، مولفه‌های توان بی‌هوازی و شاخص خستگی برای بالاتنه و پایین‌تنه ثبت شدند.

### آزمون‌های اندازه‌گیری شده

جهت برآورد اکسیژن مصرفی در فعالیت زیربیشینه، از آزمون آستراند روی ارگومتر هوازی مونارک استفاده شد (۱۵). این آزمون ۶ دقیقه‌ای با ۷۰ دور در دقیقه با بار کار ۶۰۰ تا ۹۰۰ کیلوپوند بر متر در دقیقه برای مردان و ۶۰ دور در دقیقه با بار کار ۴۵۰ تا ۶۰۰ کیلوپوند بر متر در دقیقه برای زنان انجام شد که متناسب با سطح آمادگی فرد و در بازه ضربان قلب بین ۱۲۵ تا ۱۷۰ ضربه در دقیقه اضافه‌بار اعمال شد. سپس با استفاده از فرمول زیر، اکسیژن مصرفی محاسبه شد.

مردان:

$$VO_{2max} = (0.0212 \times (100 \times (48/5) - \text{ضربان قلب} \times 0.769) / (0.299) + \text{بار کاری} \times 0.193) \times \text{زمان}$$

زنان:

$$VO_{2max} = (0.0193 \times (100 \times (56/1) - \text{ضربان قلب} \times 0.769) / (0.326) + \text{بار کاری} \times 0.193) \times \text{زمان}$$

عملکرد بی‌هوازی پایین‌تنه با آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای روی ارگومتر پایی مونارک ارزیابی شد. در این آزمون، آزمودنی شروع به رکاب زدن کرده و با رسیدن به اوج RPM، باری معادل ۷/۵٪ وزن او اعمال می‌شد و فرد تا ۳۰ ثانیه به رکاب زدن ادامه می‌داد. برای بررسی عملکرد بی‌هوازی بالاتنه، از آزمون کرنک دستی روی ارگومتر دستی بی‌هوازی مونارک استفاده شد. مشابه با آزمون وینگیت، این آزمون ۳۰ ثانیه‌ای پدال زدن با دست با اعمال ۵/۵٪ وزن بدن مقاومت انجام شد. توان بی‌هوازی اوج، حداقل و میانگین (به وات)، زمان ماندن در اوج (ثانیه) با نرم‌افزار ثبت شده و شاخص خستگی با فرمول زیر محاسبه شد (۱۶):

$$100 \times \frac{\text{حداقل توان} - \text{حداکثر توان}}{\text{حداکثر توان}} = \text{شاخص خستگی} (\%)$$

کنند و میزان دریافت کالری مصرفی و درصد درشت‌مغذی‌ها با نرم‌افزار Nutrition4 تخمین زده شد. سپس، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک اولیه شامل قد و وزن و چین پوستی ۳ نقطه‌ای (برای زنان: نقاط فوق خاصره، ران، پشت بازو؛ برای مردان: سینه، شکم، ران) انجام شده و شاخص توده بدنی و درصد چربی افراد نیز محاسبه شد.

از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از آزمون از فعالیت شدید و مصرف مواد غذایی حاوی کافئین بپرهیزند. در جلسه پیش‌آزمون، پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و حرکات کششی، به ترتیب آزمون زیربیشینه ۶ دقیقه‌ای آستراند روی ارگومتر هوازی مونارک مدل LC4، ۱۵ دقیقه استراحت، آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای روی ارگومتر پایی مونارک مدل 894E، ۱۵ دقیقه استراحت، آزمون کرنک ۳۰ ثانیه‌ای روی ارگومتر دستی مونارک مدل 891E، ۱۵ دقیقه استراحت و در نهایت آزمون بیشینه بروس روی تردمیل Cosmos T150 را اجرا کردند و اطلاعات آزمون‌ها ثبت شد.

### مکمل باری

مکمل تحقیق حاضر برگ‌های اسفناج سبز (Spinacia oleracea) بود که از محصول یک برداشت مشخص در شهر رشت، خریداری شدند و پس از پاک کردن و شست‌وشو، به روش طبیعی با آفتاب خشک شده و با دستگاه آسیاب به پودر نرم تبدیل شدند. نمونه پودر شده برای بررسی محتویات به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه گیلان ارسال شد که در جدول (۲) ارائه شده است. از آزمودنی‌های گروه مکمل اسفناج خواسته شد به مدت ۱۴ روز در کنار رژیم غذایی معمول خود روزانه ۵۰ گرم پودر اسفناج را به غذاهای خود مانند سوپ و آش، خورش‌ها، سالاد، ماست و ... اضافه کنند. گروه دارونما (آرد برنج + پودر خوراکی رنگ سبز) نیز در همان مدت، ماده دارونما را مصرف کردند. نحوه در اختیار قرار دادن مکمل اسفناج یا دارونما به صورت یک‌سو کور بود و آزمودنی‌ها نمی‌دانستند که در کدام گروه قرار دارند. ۴۸ ساعت پس از آخرین وهله مصرف مکمل، آزمون‌ها با شرایط پیش‌آزمون تکرار شدند و متغیرهای

جدول ۱: ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه مکمل اسفناج	گروه دارونما
سن (سال)	22/38 ± 2/00	23/17 ± 1/60
قد (سانتیمتر)	177/54 ± 12/65	163/32 ± 6/00
وزن (کیلوگرم)	69/11 ± 11/80	63/78 ± 10/87
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	21/84 ± 2/48	23/86 ± 2/41
متابولیسم پایه (کیلوکالری)	1652/50 ± 244/84	1409/50 ± 195/29
درصد چربی	11/88 ± 5/51	24/00 ± 6/23
کالری مصرفی (کالری)	2099/37 ± 556/59	1729/11 ± 302/18
مصرف کربوهیدرات (%)	70/42 ± 2/74	62/02 ± 12/82
مصرف چربی (%)	11/71 ± 2/81	19/77 ± 10/09
مصرف پروتئین (%)	17/92 ± 1/34	22/04 ± 10/17

جدول ۲: محتوای مواد مغذی در ۱۰۰ گرم پودر اسفناج خشک

ماده مغذی	نتیجه
آهن (%)	0/212
کلسیم (%)	0/973
منیزیم (%)	0/998
نیترات (میلی‌گرم)	236
چربی (% وزنی)	6/34
پروتئین (% وزنی)	22/46
کربوهیدرات (% وزنی)	62/66
فیبر (% وزنی)	8/54

در حالی که در گروه اسفناج، حدود ۱۶٪ بیشتر شده بود ( $P = ۰/۰۲۶$ ). با وجود این، تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد ( $P = ۰/۷۰۳$ ). مقادیر  $VO_{2max}$  با آزمون بیشینه نشان داد که در گروه دارونما ( $P = ۰/۷۴۷$ ) و مکمل اسفناج ( $P = ۰/۲۴۰$ ) تغییر معناداری نسبت به مقادیر اولیه هر گروه وجود نداشت و بین گروه‌ها نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P = ۰/۰۷۹$ ) (شکل ۱).

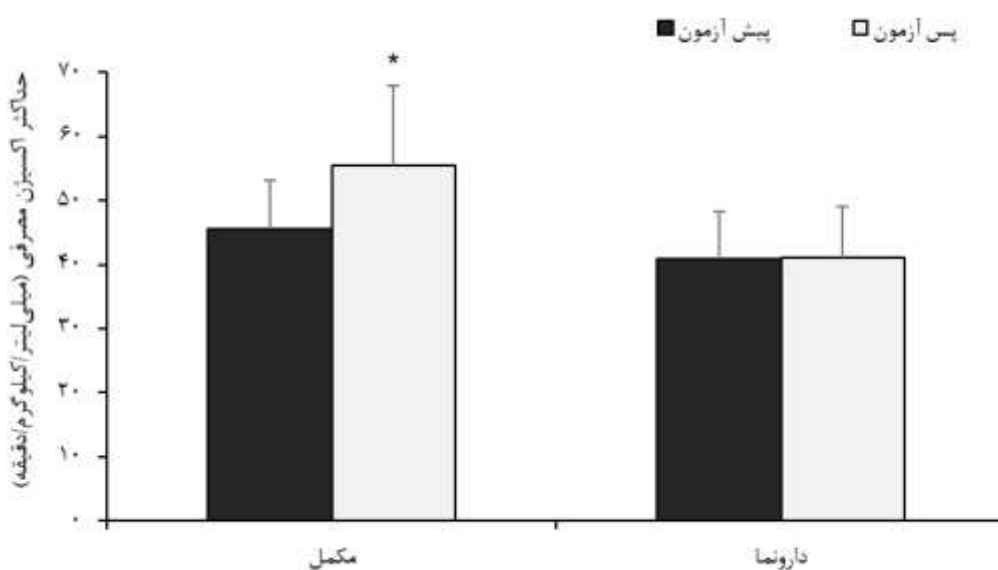
نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مولفه‌های عملکرد بی‌هوازی بالاتنه و پایین‌تنه از جمله اوج توان، میانگین توان، حداقل توان، حداکثر سرعت رکاب زدن و مدت زمان حفظ حداکثر سرعت در گروه‌های مورد پژوهش تغییر معناداری نداشته است؛ همچنین بین دو گروه نیز تفاوتی مشاهده نشد ( $P > ۰/۰۵$ ) (جدول‌های ۳ و ۴).

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

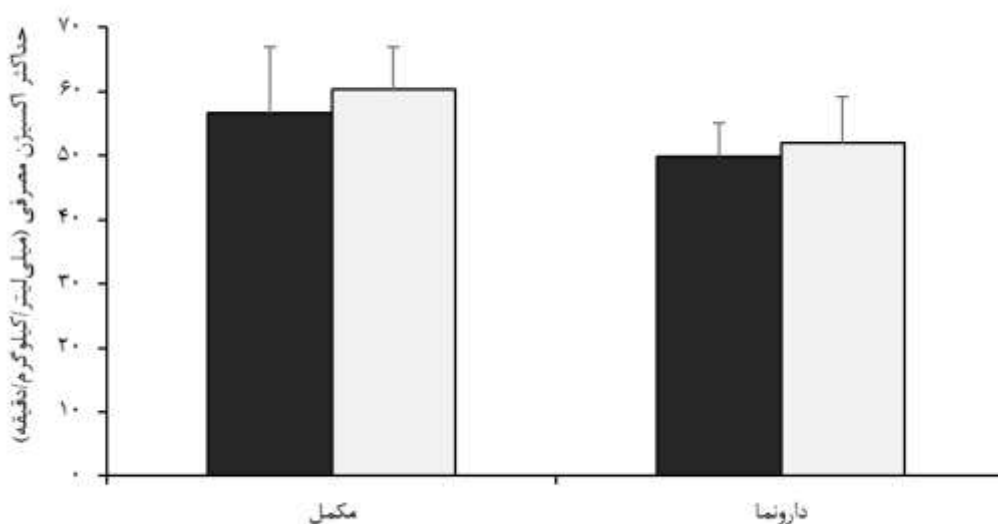
پس از تایید توزیع طبیعی داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک، از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی ۲ در ۲ و مقایسه‌های زوجی بونفرونی برای تحلیل نتایج استفاده شد. همه تجزیه و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و در سطح معناداری  $\alpha = ۰/۰۵$  انجام شد.

### یافته‌ها

با توجه به نتایج مربوط به کالری مصرفی و درصد دریافت درشت‌مغذی‌ها، مشخص شد که تفاوتی بین آزمودنی‌ها وجود ندارد. با توجه به یافته‌ها، مشاهده شد که توان هوازی با آزمون زیربیشینه در گروه دارونما نسبت به پیش‌آزمون، تغییر معنادار نداشت ( $P = ۰/۳۸۵$ );



الف



ب

شکل ۱: تغییرهای حداکثر اکسیژن مصرفی گروه‌های تحقیق  
 الف: آزمون زیر بیشینه آستراند؛ ب: آزمون بیشینه بروس  
 \* نشان‌دهنده تفاوت معنادار با پیش‌آزمون ( $P < ۰/۰۵$ )



جدول ۳: میانگین و انحراف معیار مولفه‌های عملکرد بی‌هوازی بالانتنه آزمودنی‌ها

متغیر	گروه مکمل اسفناج		گروه دارونما	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
توان اوج (وات بر کیلوگرم)	۴/۴۴±۱/۷۸	۵/۱۰±۲/۰۲	۴/۴۳±۲/۰۸	۶/۱۸±۳/۲۷
میانگین توان (وات بر کیلوگرم)	۳/۱۶±۱/۳۵	۳/۵۸±۱/۴۸	۲/۸۶±۱/۱۷	۲/۹۸±۰/۹۰
حداقل توان (وات بر کیلوگرم)	۴/۰۹±۲/۱۱	۴/۲۸±۱/۸۵	۴/۶۶±۲/۸۲	۷/۰۲±۵/۱۸
حداکثر سرعت (دور در دقیقه)	۱۴۵/۰۹±۲۵/۹۵	۱۴۵/۰۹±۲۹/۷۲	۱۳۸/۵۰±۷/۶۶	۱۵۲/۶۰±۱۵/۲۱
زمان حفظ حداکثر سرعت (میلی‌ثانیه)	۱۷۰/۶۲±۹۵/۹۱	۲۰۱/۳۸±۸۹/۹۵	۲۰۳/۸۸±۹۸/۹۳	۲۳۵/۸۳±۸۱/۷۴
شاخص خستگی (/)	۶۱/۲۷±۹/۲۵	۶۳/۴۹±۶/۷۴	۵۹/۴۳±۴/۳۱	۶۰/۲۹±۷/۱۲

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار مولفه‌های عملکرد بی‌هوازی پایین‌تنه آزمودنی‌ها

متغیر	گروه مکمل اسفناج		گروه دارونما	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
توان اوج (وات بر کیلوگرم)	۹/۳۳±۱/۳۸	۹/۶۸±۱/۴۶	۹/۸۸±۱/۶۹	۹/۸۰±۱/۶۷
میانگین توان (وات بر کیلوگرم)	۷/۲۲±۱/۲۱	۷/۳۱±۱/۳۳	۷/۱۸±۱/۱۴	۷/۱۶±۰/۹۷
حداقل توان (وات بر کیلوگرم)	۴/۸۱±۰/۹۸	۵/۳۰±۰/۴۵	۵/۷۴±۰/۹۱	۵/۷۳±۱/۶۰
حداکثر سرعت (دور در دقیقه)	۱۵۰/۳۰±۱۹/۸۰	۱۵۷/۷۶±۱۴/۶۴	۱۴۸/۳۰±۹/۹۶	۱۵۱/۶۷±۲۱/۴۴
زمان حفظ حداکثر سرعت (میلی‌ثانیه)	۳۷۸/۷۵±۱۳۴/۸۴	۲۸۱/۷۵±۱۲۵/۲۸	۴۰۸/۶۷±۱۴۸/۶۸	۳۵۲/۵۰±۱۲۴/۴۳
شاخص خستگی (/)	۵۲/۱۱±۱۰/۳۱	۵۵/۶۰±۸/۲۵	۵۸/۳۳±۳/۵۴	۵۷/۷۱±۶/۵۸

## بحث

نیترات مشتق شده از مکمل، بررسی شده است. از این رو، از اسفناج نیز همانند چغندر، به عنوان مکملی غنی از نیترات یاد شده است. گروهی از محققان نیز از گونه اسفناج قرمز که در ایران کمیاب است به عنوان منبع نیتراتی نام برده‌اند (۲، ۱۱، ۱۳). مطالعات نشان داده‌اند که مکمل‌دهی مزمن اسفناج، NO و تحمل ورزش شدید را از طریق حذف لاکتات تولیدی و افزایش ظرفیت انتقال‌دهنده مونوکربوکسیلات، بهبود می‌دهد (۱۴). همچنین، استفاده از مکمل‌هایی با نیترات بالا، منجر به افزایش سطح اکسید نیتریک می‌شود که به نوبه خود عملکرد اندتلیال را بهبود می‌بخشد و فشار خون را کاهش می‌دهد (۱۸). افزون بر آن، با افزایش اکسید نیتریک، کارایی میتوکندری نیز افزایش می‌یابد و اکسیژن در دسترس سلول قرار می‌گیرد. در نتیجه، عملکرد هوازی و حتی بی‌هوازی بهبود می‌یابد. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر، شاخص خستگی نیز کاهش نیافت، به نظر می‌رسد که مصرف پودر اسفناج سبز علاوه بر بهبود ندادن توان خروجی افراد، نتوانست منجر به حفظ توان در طول فعالیت ورزشی، شود.

در پژوهش حاضر از پودر اسفناج خشک شده به دلیل در دسترس بودن در تمام فصل‌ها استفاده شد. جالب آن که نتایج آنالیز نمونه اسفناج به کار رفته در پژوهش حاضر نشان داد که محتوای ریزمغذی‌های موجود در اسفناج خشک قابل مقایسه با مقادیر گزارش شده در نوع تر خام یا پخته و یا گونه اسفناج قرمز نیست (۸، ۱۹، ۲۰). مقادیر مواد مغذی در ۱۰۰ گرم نمونه اسفناج خشک مطالعه حاضر، شامل ۶/۳۴٪ چربی، ۲۳/۹۶٪ پروتئین، ۶۹/۷٪ کربوهیدرات، ۰/۲۱٪ آهن، ۰/۹۷٪ کلسیم، ۱٪ منیزیم، ۹٪ فیبر و ۲۳۶ میکروگرم (۳/۸۱ میکرومول) نیترات بوده است. همان گونه که مشاهده می‌شود، میزان درشت‌مغذی‌ها در مقایسه با نوع خام اسفناج نسبتاً مشابه است، اما میزان ریزمغذی‌ها به طور قابل توجهی کمتر است؛ بنابراین، به نظر می‌رسد خشک کردن گیاه اسفناج با روش معمول و زیر آفتاب احتمالاً باعث از دست رفتن ریزمغذی‌ها و همچنین محتوای نیترات می‌شود. لازم به یادآوری است که دوز مصرف اسفناج در پژوهش حاضر ۵۰ گرم بوده است؛ از این رو، احتمالاً میزان ناچیز آهن، کلسیم، نیترات و سایر ریزمغذی‌ها حتی به دنبال ۱۴ روز مصرف روزانه به حدی نبوده است که عملکرد هوازی یا بی‌هوازی آزمودنی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

انواع عصاره یا آب‌پز شده اسفناج حاوی سطوح بالای فیتوکمیکال‌های شیمیایی و مینرال‌ها است (۲۱) که این مقادیر احتمالاً در اسفناج خشک شده در مقایسه با تازه یا آب‌پز شده تا حدود زیادی کاهش می‌یابد. همچنین زمانی

هدف مطالعه حاضر، بررسی اثر مصرف کوتاه‌مدت پودر اسفناج بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران جوان بوده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۱۴ روز مصرف پودر اسفناج، منجر به بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی نمی‌شود. همسو با نتایج مطالعه حاضر، موسوی و همکاران نشان دادند که مصرف عصاره اسفناج سبب بهبود توان انفجاری والیبالیست‌های جوان نمی‌شود (۱۷). همچنین هاینس و همکاران نیز در پژوهشی با هدف بررسی تأثیر عصاره اسفناج قرمز بر عملکرد پرس سینه، اکسیژن‌رسانی عضلات و عملکرد شناختی در مردان تمرین‌کرده مقاومتی، گزارش کردند که ۷ روز مصرف عصاره اسفناج قرمز تغییر معناداری در عملکرد، اکسیژن‌رسانی عضلات و امتیازات استروپ حین یا بعد از تمرین پرس روی نیمکت در مردان تمرین‌کرده مقاومتی ایجاد نمی‌کند (۹). به نظر می‌رسد که نوع اسفناج در مطالعه موسوی و همچنین نوع فعالیت ورزشی در مطالعه هاینس، از دلایل بهبود نیافتن در عملکرد ورزشی باشد؛ چرا که با توجه به مطالعات گذشته، مصرف قابل توجه نیترات، سبب افزایش گردش خون شده که به نوبه خود منجر به بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی می‌شود؛ ولی در فعالیت‌های مقاومتی، افزایش جریان خون نقش اندکی در بهبود قدرت عضلانی دارد. برای تایید این مطالب، مور و همکاران (۱۰) اثر حد عصاره اسفناج قرمز را بر روی عملکرد ورزشی ارزیابی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که در گروه مکمل، اکسیژن مصرف و آستانه تهویه‌ای به طور معناداری افزایش یافته است. به نظر می‌رسد که کم بودن نیترات موجود در مکمل اسفناج مطالعه حاضر نسبت به مطالعه مور و همکاران، از مهم‌ترین دلایل ناهمسو بودن این نتایج باشد. آن‌ها در مطالعه خود از اسفناج قرمز و به شکل خام آن استفاده کرده‌اند؛ ولی در مطالعه حاضر از اسفناج سبز و شکل خشک شده، استفاده شد و احتمالاً مصرف این مکمل نتوانست منجر به افزایش جریان خون و در ادامه بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی شود. هرچند نتایج این مطالعه نشان داد که در گروه مکمل، توان هوازی با آزمون زیربیشینه بهبود یافت؛ ولی از آنجایی که تفاوتی با گروه دارونما نداشت، نمی‌توان به طور قطع آن را ناشی از مصرف اسفناج در نظر گرفت.

مطالعات گذشته در زمینه اثر مکمل‌های گیاهی بر ظرفیت عملکردی از جمله توان هوازی و بی‌هوازی، بیشتر با تکیه بر مقادیر



هرچند برای نتایج دقیق‌تر، نیاز به پژوهش‌های بیشتری در این باره وجود دارد.

#### محدودیت تحقیق

از محدودیت‌های مطالعه حاضر، کنترل نکردن دقیق چرخه قاعدگی آزمودنی‌های زن بود که نمی‌توان اثرهای آن را بر نتایج تحقیق، نادیده گرفت. همچنین، اندازه‌گیری نکردن مقادیر نیتريت و لاکتات پلاسما، از دیگر محدودیت‌های این مطالعه به شمار می‌رود.

#### تشکر و قدردانی

از همه افراد آزمودنی در این پژوهش، قدردانی می‌شود. این مطالعه با شناسه IR.GUILAN.REC.1401.026 مورد تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه گیلان قرار گرفته است.

#### حامی مالی

این مطالعه هیچ‌گونه حامی مالی نداشته است.

#### سهم نویسندگان

؟؟؟

#### تضاد منافع

در این پژوهش، هیچ‌گونه تعارض منافی برای نویسندگان وجود ندارد.

#### References

- Bohlooli S, Barmaki S, Khoshkharesh F, Nakhostin-Roohi B. The effect of spinach supplementation on exercise-induced oxidative stress. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2014; 55(6): 609-14. [pmid: 24921623](#)
- Jovanovski E, Bosco L, Khan K, Au-Yeung F, Ho H, Zurbau A, et al. Effect of spinach, a high dietary nitrate source, on arterial stiffness and related hemodynamic measures: a randomized, controlled trial in healthy adults. *Clinical nutrition research*. 2015;4(3):160-7. [doi: 10.7762/cnr.2015.4.3.160](#) [pmid: 26251834](#)
- Monroe DC, Gist NH, Freese EC, O'connor PJ, McCully KK, Dishman RK. Effects of sprint interval cycling on fatigue, energy, and cerebral oxygenation. *Medicine and science in sports and exercise*. 2016;48(4):615-24. [doi: 10.1249/MSS.0000000000000809](#) [pmid: 26559448](#)
- Muchate NS, Rajurkar NS, Suprasanna P, Nikam TD. NaCl induced salt adaptive changes and enhanced accumulation of 20-hydroxyecdysone in the in vitro shoot cultures of *Spinacia oleracea*. *Scientific reports*. 2019;9(1):12522. [doi: 10.1038/s41598-019-48737-6](#) [pmid: 31467324](#)
- Jodra, P.; Dominguez, R.; Sánchez-Oliver, A.J.; Veiga-Herreros, P.; Bailey, S.J. Effect of Beetroot Juice Supplementation on Mood, Perceived Exertion, and Performance During a 30-Second Wingate Test. *Int. J. Sport. Physiol. Perform.* 2020;15(2):243-248. [doi:10.1123/ijspp.2019-0149](#) [pmid: 31172827](#)
- Wong TH, Sim A, Burns SF. The Effect of Beetroot Ingestion on High-Intensity Interval Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2021;13(11):3674. [doi: 10.3390/nu13113674](#) [pmid: 34835931](#)
- Hu J, Mou B, Vick BA. Genetic diversity of spinach (*Spinacia oleracea* L.) germplasm accessions and 10 commercial hybrids assessed by TRAP markers. *Genetic resources and crop evolution*. 2007;54:1667-74. [doi: 10.1007/s10722-006-9175-4](#)
- Roberts JL, Moreau R. Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. *Food & function*. 2016;7(8):3337-53. [doi: 10.1039/c6fo00051g](#) [pmid:27353735](#)
- Haynes IV JT, Townsend JR, Aziz MA, Jones MD, Littlefield LA, Ruiz MD, et al. Impact of red spinach extract supplementation on bench press performance, muscle oxygenation, and cognitive function in resistance-trained males. *Sports*. 2021;9(6):77. [doi: 10.3390/](#)

که اسفناج به صورت پخته یا عصاره آن مصرف شود، مقادیر اگزالات (به عنوان ماده مضر) به میزان زیادی کاهش پیدا می‌کند؛ این در حالی است که در گونه خام و خشک‌شده احتمالاً مقادیر بیشتری دارد و ممکن است با ترکیب با کلیسم بر عملکرد فیزیولوژیک آثار منفی داشته باشد (۲۲)؛ از این رو، بخش عمده‌ای از مشاهده نکردن تغییر فاکتورهای عملکردی را به دنبال مصرف کوتاه‌مدت پودر اسفناج می‌توان متوجه استفاده از پودر خشک‌شده و ضعیف‌شده اسفناج در مقایسه با نوع تازه دانست که حاوی نیترات و مواد معدنی کمتری بوده و آثار زیادی ایجاد نکرده است. با توجه به مقادیر بیان‌شده در مطالعات گذشته، احتمالاً استفاده از اسفناج تازه در انواع سالاد، غذاها یا نوشیدنی‌ها و یا نوع پخته آن آثار بهتری بر عملکرد داشته باشد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی اثر محتوای نیترات یک محصول اسفناج به شکل‌های مختلف خام، پخته و یا عصاره‌گیری شده بر عملکرد بررسی شود. یافتن بهترین شکل مصرف اسفناج با بیشترین محتوای مواد مغذی می‌تواند به افراد ورزشکار در جهت تامین این مواد از منابع ارزان‌قیمت و در دسترس کمک کند.

#### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مصرف روزانه ۵۰ میلی‌گرم اسفناج سبز خشک‌شده، نمی‌تواند سبب بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی افراد فعال شود؛ بنابراین، این مقدار از مکمل برای افرادی که قصد بهبود عملکرد ورزشی به ویژه توان هوازی و بی‌هوازی را دارند، توصیه نمی‌شود.

- [sports9060077](#) [pmid: 34071862](#)
- Moore AN, Haun CT, Kephart WC, Holland AM, Mobley CB, Pascoe DD, et al. Red spinach extract increases ventilatory threshold during graded exercise testing. *Sports*. 2017;5(4):80. [doi: 10.3390/sports5040080](#) [pmid: 29910440](#)
- Gonzalez AM, Accetta MR, Spitz RW, Mangine GT, Ghigiarelli JJ, Sell KM. Red spinach extract supplementation improves cycle time trial performance in recreationally active men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021; 35(9):2541-5. [doi: 10.1519/JSC.0000000000003173](#) [pmid: 31136549](#)
- Townsend JR, Hart TL, Haynes IV JT, Woods CA, Toy AM, Pihera BC, et al. Influence of Dietary Nitrate Supplementation on Physical Performance and Body Composition Following Offseason Training in Division I Athletes. *Journal of Dietary Supplements*. 2022;19(4):534-49. [doi: 10.1080/19390211.2021.1900482](#) [pmid:33754923](#)
- Raymond MV, Yount TM, Rogers RR, Ballmann CG. Effects of Acute Red Spinach Extract Ingestion on Repeated Sprint Performance in Division I NCAA Female Soccer Athletes. *Oxygen*. 2023;3(1):133-42. [doi: 10.3390/oxygen3010010](#)
- Linoby A, Nurthaqif M, Mohamed MN, Mohd Saleh M, Md Yusoff Y, Md Radzi NAA, et al., editors. Nitrate-rich red spinach extract supplementation increases exhaled nitric oxide levels and enhances high-intensity exercise tolerance in humans. *International Conference on Movement, Health and Exercise*; 2019: Springer. [doi: 10.1007/978-981-15-3270-2\\_43](#)
- Astrand PO. Measurement of maximal aerobic capacity. *Canadian Medical Association Journal*. 1967;96(12):732. [pmid: 6020866](#)
- Inbar O, Bar Or O, Skinner J S. The wingate anaerobic test. *Champaign, Illinois: Human Kinetics*. 1996. [Link](#)
- Mosavi R, Dehghani, K, Mahmoudi R. Effect of spinach extract supplementation on the jump of the young volleyball players. *Second national conference on new achievements in physical education and sports*. Chabahat, 2016. [Link](#)
- Bond H, Morton L, & Braakhuis AJ. Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 2012; 22(4), 251-256. [doi: 10.1123/ijsnem.22.4.251](#) [pmid: 22710356](#)
- Singh J, Jayaprakasha G, Patil BS. Extraction, identification, and potential health benefits of spinach flavonoids: A review. *Advances in Plant Phenolics: From Chemistry to Human Health*. 2018:107-36. [doi: 10.1021/bk-2018-1286.ch006](#)

20. Vyas M. Nutritional profile of spinach and its antioxidant & antidiabetic evaluation. *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)*. 2017;**11**(3): 192-198. [Link](#)
21. Kala A, Prakash J. Nutrient composition and sensory profile of differently cooked green leafy vegetables. *International Journal of Food Properties*. 2004;**7**(3):659-69. [doi: 10.1081/IJFP-200033079](#)
22. Das SG, Savage G. Oxalate content of Indian spinach dishes cooked in a wok. *Journal of food composition and analysis*. 2013;**30**(2):125-9. [doi: 10.1016/j.jfca.2013.03.001](#)