



Ministry of Science, Research and Technology
Sport Sciences Research Institute

Sport Physiology

Journal homepage: <https://spj.ssrc.ac.ir>



Original Article

The Effect of Four Weeks Beta-Alanine Consumption on Lactate and Anaerobic Performance in Female Amateur Swimmers

Farzaneh Samadian¹, Mohsen Ebrahimi*²

1. MSc of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Semnan university, Semnan, Iran
2. Associate Professor of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Semnan university, Semnan, Iran

Received: 17-Sep-2025 | Accepted: 30-Sep-2025 | Online Available: 31-Jan-2026

*Corresponding Author: Mohsen Ebrahimi, E-mail: mebrahimi@semnan.ac.ir

How to Cite: Samadian, Farzaneh; Ebrahimi, Mohsen. (2026). The Effect of Four Weeks Beta-Alanine Consumption on Lactate and Anaerobic Performance in Female Amateur Swimmers. *Sport Physiology*, 18(69):34-47. (In Persian). Doi: [10.22089/spj.2025.18295.2385](https://doi.org/10.22089/spj.2025.18295.2385)

Extended Abstract

Background and Purpose

In many sports activities and at the end of training and competition, the athlete enters the fatigue phase. Fatigue disrupts the rate of muscle production and shortening, causing a continuous and repetitive activity that depends on the intensity and duration of the activity. Therefore, the athlete's performance decreases and his performance is affected. Some supplements and sports drinks claim to delay or reduce the perception of fatigue. Beta-alanine can have beneficial effects on sports performance variables, blood lactate and fatigue index. The present study was conducted to investigate the effect of beta-alanine consumption on lactate and anaerobic performance of female swimmers.

Materials and Methods

In this semi-experimental study, 30 female swimmers aged 17-25 from Tehran province participated. Initially, all subjects completed health status questionnaires and informed consent by the athlete. The inclusion criteria for the present study were having at least three years of experience in swimming, not participating in other sports, being at least 17 and not more than 25 years old, not having any pathological symptoms, history of fractures, surgeries, or joint diseases in the lower limbs or spine in the past 7 years. Also, in order to eliminate the effect of previous training on the levels of research variables, the swimmers were given a 48-hour rest before implementing the training protocol and supplement consumption. At the beginning of the research



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

protocol, the demographic characteristics of the subjects, such as height, weight, and body mass index, were measured. Then, the subjects were randomly assigned to two placebo and beta-alanine groups. The beta-alanine group took two 400 mg capsules daily and the placebo group took 500 mg dextrose capsules one hour before training for four weeks. The subjects performed their daily training for three days a week, swimming 1.5 hours every other day for a distance of about 2.5 km. The 100 and 200 m breaststroke swimming records were taken in the first and last sessions. The SAST test was used to measure anaerobic power. Immediately after the last training session and beta-alanine supplementation, lactate and pH were measured. Blood lactic acid concentration was measured using a lactometer. Data were evaluated using analysis of variance with repeated measures.

Results

The results of the repeated measures analysis of variance test showed that four weeks of beta-alanine consumption had a significant effect on blood lactate ($P=0.009$, $F=7.79$), and it can be said that the lactate level in the beta-alanine group was significantly reduced compared to the placebo group. Beta-alanine has a significant effect on the 100-meter swimming record ($P=0.001$, $F=37.59$) and 200-meter swimming record ($P=0.001$, $F=28.63$) of swimmers. After four weeks of beta-alanine consumption, the 100-meter and 200-meter swimming records improved significantly. Beta-alanine consumption had a significant effect on the anaerobic power of the first ($P=0.001$, $F=42.54$), second ($P=0.001$, $F=42.53$), third ($P=0.001$, $F=1.87$), fourth ($P=0.001$, $F=139.57$), and fifth ($P=0.001$, $F=82.99$) female swimmers, and it can be said that the time in the beta-alanine group was significantly reduced compared to the placebo group. In other words, beta-alanine consumption improved the anaerobic power of the female swimmers. However, it did not have a significant effect on pH ($P=0.747$, $F=106$) and the anaerobic power of the sixth ($P=0.249$, $F=1.38$).

Conclusion

The results of the present study showed that beta-alanine supplementation for four weeks in female amateur swimmers significantly reduced blood lactate, improved 100- and 200-meter breaststroke records, and increased anaerobic power compared to the placebo group; while no significant change was observed in blood pH levels. More specifically, the mean blood lactate decreased after the intervention in the beta-alanine group, the 100-meter and 200-meter swimming records improved significantly, and anaerobic power also showed a significant increase. Beta-alanine supplementation affects aerobic and anaerobic capacity, increased exercise intensity, improved performance, increased carnosine and histidine, changes in plasma hydrogen ion levels, and reduced fatigue (16). Beta-alanine plays a prominent role in regulating muscle buffering capacity, and changes in blood lactate have been observed with its consumption. It seems that beta-alanine consumption increases an individual's ability to perform more intense exercise. Beta-alanine has a buffering effect due to the imidazole ring in its structure and its high concentration in human skeletal muscle (17). Physiologically, the main mechanism of action of beta-alanine is related to the increase in muscle carnosine levels. Carnosine acts as an intracellular buffer and prevents the decrease in muscle pH by inhibiting the excessive increase in H^+ ions (produced

during intense exercise) (18). This leads to a delay in the onset of muscle fatigue, increased exercise tolerance, and improved anaerobic performance. Although blood pH did not change significantly in the present study, the reduction in lactate and improvement in anaerobic power are likely due to this buffering effect of carnosine in the intracellular environment of the muscle, which may not be clearly reflected in the blood.

Keywords: Beta-Alanine, Anaerobic Performance, Blood Lactate, pH.

Article Message

The results showed that daily consumption of two 400 mg beta-alanine capsules per day for four weeks can improve performance and anaerobic capacity in athletes, therefore, taking into account the precautions, it can be suggested to swimmers to use beta-alanine supplementation to improve their records and anaerobic capacity.

Ethical Considerations

The present study was conducted in accordance with the ethical principles of Semnan University of Medical Sciences with ethical considerations with the approved code (IR.SEMUMS.REC.1403.330).

Authors' Contributions

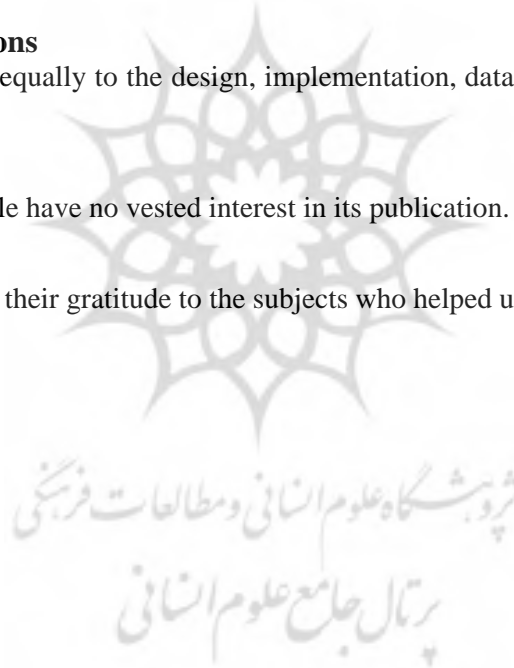
All authors contributed equally to the design, implementation, data analysis, and writing of the article.

Conflict of Interest

The authors of this article have no vested interest in its publication.

Acknowledgments

The researchers express their gratitude to the subjects who helped us in this project.





Ministry of Science, Research and Technology
Sport Sciences Research Institute

فیزیولوژی ورزشی

وبگاه نشریه: <https://spj.ssric.ac.ir>



مقاله پژوهشی

تأثیر چهار هفته مصرف بتا آلانین بر لاکتات و عملکرد بی‌هوازی دختران شناگر آماتور

فرزانه صمدیان^۱ ID، محسن ابراهیمی^{۲*} ID

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۳ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۱ | تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱

*نویسنده مسئول: محسن ابراهیمی، ایمیل: mebrahimi@semnan.ac.ir

نحوه ارجاع‌دهی: صمدیان، فرزانه؛ ابراهیمی، محسن. (۱۴۰۵). تأثیر چهار هفته مصرف بتا آلانین بر لاکتات و عملکرد بی‌هوازی دختران شناگر آماتور. فیزیولوژی ورزشی، ۱۸(۶۹): ۳۴-۴۷.

چکیده

هدف: برخی مکمل‌ها از قبیل بتا آلانین با افزایش کارنوزین عضلانی می‌توانند تحمل خستگی را بهبود بخشند؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مصرف بتا آلانین بر لاکتات و عملکرد بی‌هوازی دختران شناگر انجام شد. مواد و روش‌ها: در این پژوهش، ۳۰ دختر شناگر ۲۵-۱۷ ساله آماتور (شاخص توده بدنی ۲۳/۳±۲/۶) شرکت کردند و به صورت تصادفی در دو گروه دارونما و بتا آلانین قرار گرفتند. گروه بتا آلانین روزانه دو عدد کپسول ۴۰۰ میلی‌گرمی و گروه دارونما کپسول‌های ۵۰۰ میلی‌گرمی دکستروز را یک ساعت قبل از تمرین به مدت چهار هفته مصرف کردند. آزمودنی‌ها تمرینات روزانه خود را به مدت سه روز در هفته به صورت یک روز در میان، ۱/۵ ساعت شنا در مسافت حدود ۲/۵ کیلومتر انجام دادند. رکورد شنای ۱۰۰ و ۲۰۰ متر کرال سینه در جلسه اول و جلسه آخر گرفته شد. برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی از آزمون SAST استفاده شد. لاکتات خون با استفاده از دستگاه لاکتومتر سنجیده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری نشان داد که مصرف بتا آلانین بر لاکتات خون ($P=0/009$)، رکورد شنای ۱۰۰ متر ($P=0/001$)، ۲۰۰ متر ($P=0/001$) و توان بی‌هوازی ($P<0/0001$) دختران شناگر تأثیر معنادار داشت؛ ولی مصرف بتا آلانین بر pH دختران شناگر تأثیر معنادار نداشت ($P=0/747$).

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر اثر مثبت مصرف کپسول ۴۰۰ میلی‌گرمی بتا آلانین را بر بهبود عملکرد و توان بی‌هوازی دختران شناگر نشان داد. مصرف بتا آلانین موجب کاهش معنادار لاکتات خون دختران شناگر شد؛ بنابراین استفاده از آن می‌تواند برای بهبود سرعت شناگران آماتور مفید باشد.

واژگان کلیدی: بتا آلانین، عملکرد بی‌هوازی، لاکتات خون، pH



مقدمه

موفقیت ورزشکار به شرایط ویژه نوع تمرین، مدت زمان تمرین، فشار، تکرار و دیگر اصول فعالیت ورزشی بستگی دارد (۱). ورزش شنا، به ویژه در مسافت‌های متوسط مانند ۱۰۰ و ۲۰۰ متر کرال سینه، عمدتاً متکی بر سیستم انرژی بی‌هوازی لاکتیکی است که منجر به خستگی می‌شود (۲). خستگی عضلانی یکی از محدودکننده‌های اصلی عملکرد در ورزش‌های با شدت بالا و مدت زمان متوسط، نظیر شنای سرعتی است (۳). از دیدگاه فیزیولوژیک، خستگی نه تنها پیامد کاهش انرژی درون سلولی، بلکه ناشی از اختلالات متابولیک نظیر تجمع یون‌های هیدروژن (H^+)، افزایش اسیدیته (افت pH عضله) و کاهش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک است که همگی عملکرد انقباضی عضله را مختل می‌کنند (۴). در سطح مولکولی، اسیدی شدن عضله می‌تواند با کاهش حساسیت فیلامان‌های تروپونین به کلسیم و مهار آزادسازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی، کارایی انقباض را کاهش دهد (۵). در این میان، یکی از عوامل درون سلولی مؤثر در مقابله با خستگی، کارنوزین عضلانی است؛ یک دی‌پپتید متشکل از بتا‌آلانین و هیستیدین که در فیبرهای عضلانی نوع II (سرعتی) تجمع می‌یابد و نقش کلیدی در بافرینگ یون‌های H^+ و حفظ تعادل اسید-باز عضله دارد (۶). از آنجاکه سنتر کارنوزین در عضله محدود به میزان بتا‌آلانین در دسترس است، مصرف مکمل بتا‌آلانین می‌تواند به طور مؤثر غلظت کارنوزین را افزایش دهد و توانایی بافری عضله را بهبود بخشد (۷).

بتا‌آلانین نقش‌های متعددی همچون بافرینگ از طریق کنترل میزان سنتر کارنوزین، کاهش تولید رادیکال‌های آزاد و تجمع ذرات فعال اکسیژن، تنظیمات آنزیمی، تنظیم آزادسازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی و رگ‌گشایی را بر عهده دارد (۸). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که مصرف مزمن بتا‌آلانین (عموماً چهار تا شش گرم در روز به مدت چهار تا شش هفته) موجب افزایش معنادار ظرفیت بی‌هوازی، کاهش سطح لاکتات خون پس از فعالیت شدید و بهبود عملکرد در فعالیت‌های متناوب یا کوتاه‌مدت شدید می‌شود که همگی بیانگر تأخیر در بروز خستگی هستند (۹). این اثرات، به ویژه در ورزش‌هایی مانند شنا که وابسته به سیستم‌های انرژی بی‌هوازی لاکتیک است، درخور توجه است. ساندرز^۱ و همکاران در پژوهشی به بررسی اثرات ۲۴ هفته مکمل بتا-آلانین بر محتوای کارنوزین عضلات، بیان ژن و ظرفیت دوچرخه‌سواری با شدت بالا پرداختند. آن‌ها بیان کردند، مکمل‌سازی بتا‌آلانین به ۶/۴ گرم در روز به مدت ۲۴ هفته، در مردان تمرین کرده، سبب افزایش سطوح کارنوزین شده و باعث بهبود عملکرد ورزشی آن‌ها شده است (۱۰). دسالس پینلی^۲ و همکاران اثر ارگوژنیک بتا‌آلانین همراه با بی‌کربنات سدیم را بر عملکرد شنا با شدت بالا، بررسی کردند. در مطالعه اول، ۱۶ شناگر برای دریافت بتا‌آلانین (۳/۲ گرم در روز به مدت یک هفته و ۶/۴ گرم در روز به مدت چهار هفته) یا دارونما (دکستروز) تعیین شدند. در ابتدا و پس از دریافت پنج هفته مکمل، مسابقات ۱۰۰ و ۲۰۰ متر انجام شد. در مطالعه دوم، ۱۴ نفر برای دریافت بتا‌آلانین (۳/۲ گرم در روز به مدت یک هفته و ۶/۴ گرم در روز به مدت سه هفته) یا دارونما تعیین شدند. آزمایش‌های زمانی یک بار قبل و دو بار بعد از مکمل (با دارونما و بی‌کربنات سدیم)، به صورت متقاطع انجام شد. نتایج نشان داد، مکمل بتا‌آلانین و بی‌کربنات سدیم عملکرد شنای ۱۰۰ و ۲۰۰ متر را بهبود

1. Saunders
2. de Salles Painelli

بخشید. همچنین مصرف هم‌زمان مکمل بتاآلانین و بی‌کربنات سدیم باعث بهبود بیشتر و غیرمعتادار عملکرد شد (۱۱). درمقابل، جمشیدی حسین‌آبادی و همکاران، تغییر غیرمعتادار لاکتات خون را پس از ۲۱ روز با مصرف ۳ گرم بتاآلانین مشاهده کردند (۱۲).

با توجه به نقش کلیدی کارنوزین در تأخیر خستگی عضلانی و شواهد علمی مبنی بر اثربخشی مکمل‌یاری بتاآلانین بر عملکرد ورزشی در شرایط بی‌هوازی، بررسی تأثیر این مکمل در جمعیت‌های خاص، به‌ویژه دختران شناگر، اهمیت مضاعفی دارد. از آنجاکه اغلب مطالعات پیشین روی ورزشکاران مرد یا جمعیت‌های بزرگسال انجام شده‌اند، اطلاعات موجود در خصوص پاسخ فیزیولوژیک دختران ورزشکار به این نوع مداخله محدود است؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف پرکردن این خلأ علمی و ارائه شواهد کاربردی برای مربیان، متخصصان تغذیه ورزشی و ورزشکاران طراحی شده است تا تأثیر بتاآلانین بر شاخص‌های خستگی و عملکرد بی‌هوازی در شرایط تمرینی واقعی بررسی شود.

روش پژوهش

در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۴۰ نفر از شناگران دختر ۱۷ تا ۲۵ ساله استان تهران که در استخر علی‌ابیطالب پاکدشت همه‌روزه تمرینات خود را انجام می‌دادند، پس از فراخوان اعلام آمادگی کرده و در یک جلسه توجیهی حضور پیدا کردند و درباره فرایند انجام تحقیق (هدف و روش اجرای آزمون) آگاه شدند. سپس ۳۰ نفر از افراد واجد شرایط به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. در ابتدا تمامی آزمودنی‌ها پرسشنامه‌های وضعیت سلامت و رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل کردند. از معیارهای ورود به مطالعه حاضر می‌توان داشتن حداقل سه سال سابقه فعالیت در رشته ورزشی شنا، شرکت نکردن در سایر رشته‌های ورزشی، دارا بودن حداقل سن ۱۷ و حداکثر سن ۲۵ سال، نداشتن هرگونه علائم پاتولوژی، سابقه شکستگی، جراحی یا بیماری‌های مفصلی در اندام‌های تحتانی یا ستون فقرات در هفت سال گذشته را نام برد. از معیارهای خروج نیز می‌توان به ایجاد درد در هر قسمت از بدن در حین انجام آزمون، به صورتی که فرد قادر به همکاری نباشد و همچنین تشخیص محقق در اینکه فرد همکاری مناسب در طول زمان مطالعه و انجام برنامه تمرینی را ندارد، اشاره کرد. در تحقیق حاضر برای حذف اثر تمرینات قبلی بر سطوح متغیرهای تحقیق، استراحت ۴۸ ساعته قبل از اجرای پروتکل تمرینی و مصرف مکمل به شناگران داده شد.

روش اجرا

در ابتدای شروع پروتکل تحقیق، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها از قبیل قد، وزن و شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شد (شاخص توده بدنی با تقسیم وزن برحسب کیلوگرم بر مجذور قد برحسب متر محاسبه شد). سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفره قرار گرفتند. در ادامه به مدت چهار هفته گروه مکمل بتاآلانین، بتاآلانین ابوفنس^۱ ساخت کشور فرانسه را به مقدار روزانه دو عدد کیسول ۴۰۰ میلی‌گرم و گروه دارونما کیسول‌های ۵۰۰ میلی‌گرمی دکستروز را روزانه یک ساعت قبل از تمرین به مدت چهار هفته، مصرف کردند. در طی دوره مصرف

1. Abufence

مکمل، آزمودنی‌ها تمرینات روزانه خود را به مدت سه روز در هفته به صورت یک روز در میان ۹۰ دقیقه شنا در مسافت حدود ۲/۵ کیلومتر، انجام دادند. (۱۳).

در این تحقیق، شناگران قبل از شروع، ۱۰ دقیقه در خشکی عمل گرم کردن را انجام دادند. بلافاصله پس از آن، گرم کردن در آب انجام شد. پس از اتمام و یک دوره کوتاه چنددقیقه‌ای که به استراحت اختصاص داشت، توان بی‌هوای با استفاده از آزمون^۱ SAST اندازه‌گیری شد (۱۴). آزمون SAST ابزاری مفید برای پیش‌بینی نتایج ورزشی در مسافت کوتاه یعنی شنای آزاد ۱۰۰ متر است؛ بدین صورت که در این آزمون طی کردن مسافت ۲۵ متری شش بار در کمترین زمان ممکن و در حین انجام حرکت کراال سینه انجام شد. ۱۰ ثانیه استراحت غیرفعال بین تکرارها وجود داشت. در روزهای اول و آخر آزمون، رکورد شنای ۱۰۰ متر و ۲۰۰ متر کراال سینه از آزمودنی‌ها گرفته شد؛ بر این اساس، برای ثبت بهترین رکورد، از هر آزمودنی سه بار تست گرفته و بهترین رکورد ثبت شد.

روش‌های آزمایشگاهی

بلافاصله بعد از آخرین جلسه تمرین و مصرف مکمل بتا‌آلانین، لاکتات و pH اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری غلظت اسید لاکتیک خون با استفاده از دستگاه لاکتومتر صورت گرفت (۱۵). این دستگاه با ابعاد کوچک دستی از طریق اسپکتروفتومتری آنزیمی میزان غلظت لاکتات خون را به واحد میلی‌مول در لیتر نشان می‌دهد. نحوه استفاده از آن به این شکل است که ابتدا کیت مخصوص در منفذ دستگاه قرار می‌گیرد و سپس یک قطره خون از انگشت اشاره فرد روی کیت قرار می‌گیرد؛ به طوری که پت مربوط توسط خون به طور کامل پوشانده می‌شود. پس از چند ثانیه دستگاه میزان غلظت لاکتات خون را روی صفحه نمایش می‌دهد.

روش آماری

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. در تحلیل استنباطی داده‌ها، برای بررسی تفاوت بین دو گروه از آزمون تی مستقل، به‌منظور بررسی اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون تی وابسته و برای بررسی تفاوت بین دو گروه از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری استفاده شد. محاسبات آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ در سطح معناداری $p \leq 0/05$ انجام گرفت.

نتایج

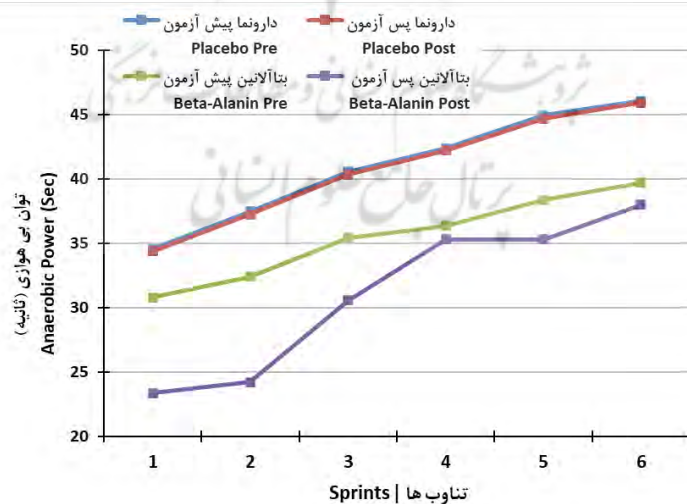
در جدول (۱) میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف نشان داده شده است. نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری در جدول (۲) نشان می‌دهد که مصرف چهار هفته بتا‌آلانین اثر معناداری بر لاکتات خون داشت ($F=7/79, P=0/009$)؛ بنابراین می‌توان گفت میزان لاکتات در گروه بتا‌آلانین به طور معناداری در مقایسه با گروه دارونما کاهش داشت. بتا‌آلانین بر رکورد شنای ۱۰۰ متر ($F=37/59, P=0/001$)، $F=573$ و رکورد شنای ۲۰۰ متر ($F=28/63, P=0/001$)، $F=506$ شناگران تأثیر معناداری داشت؛ یعنی بعد از چهار هفته مصرف بتا‌آلانین رکورد شنای ۱۰۰ و ۲۰۰ متر بهبود معناداری داشت. مصرف بتا‌آلانین بر توان بی‌هوای بار

1. Swimming Anaerobic Sprint Test

اول ($F=42/54, P=0/001, =0/603$)، بار دوم ($F=42/53, P=0/001, =0/603$)، بار سوم ($F=1/87, P=0/001$)، دختران ($F=99/82, P=0/001, =0/781$)، بار چهارم ($F=139/57, P=0/001, =0/833$) و بار پنجم ($F=99/82, P=0/001, =0/781$)، دختران شناگر تأثیر معناداری داشت؛ از این رو می‌توان گفت زمان در گروه بتاآلانین به طور معناداری در مقایسه با گروه دارونما کاهش داشت؛ به عبارت دیگر، مصرف بتاآلانین موجب بهبود توان بی‌هوازی دختران شناگر شد؛ با وجود این، اثر معناداری بر pH ($F=0/106, P=0/747, =0/004$) و توان بی‌هوازی بار ششم ($F=1/38, P=0/249, =0/047$) نداشت.

جدول ۱- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها | Table 1- Demographic characteristics of subjects

ویژگی Characteristics	گروه Group	میانگین \pm انحراف استاندارد Mean \pm SD	
سن (سال) Age (years)	دارونما Placebo	20.1 \pm 13.95	
	بتاآلانین Beta-alanine	21.2 \pm 26.18	
قد (سانتیمتر) Height (cm)	دارونما Placebo	169.97 \pm 3	
	بتاآلانین Beta-alanine	170.51 \pm 5	
وزن (کیلوگرم) Weight (kg)	دارونما Placebo	پیش‌آزمون Pre-test	58.6 \pm 7.1
		پس‌آزمون Post-test	58.4 \pm 6.5
	بتاآلانین Beta-alanine	پیش‌آزمون Pre-test	64.1 \pm 11.1
		پس‌آزمون Post-test	63.5 \pm 11.5
نمایه توده بدنی BMI	دارونما Placebo	پیش‌آزمون Pre-test	22.4 \pm 2.7
		پس‌آزمون Post-test	22.3 \pm 2.6
	بتاآلانین Beta-alanine	پیش‌آزمون Pre-test	24.2 \pm 2.6
		پس‌آزمون Post-test	23.9 \pm 2.9



شکل ۱- میانگین رکورد تناوب‌ها در آزمون SAST | Figure 1- Mean records of sprints in SAST test

جدول ۲- مقایسه آماری متغیرهای پژوهش | Table 2- Statistical comparison of research variables

p Value مقدار p	میانگین ± انحراف معیار Mean ± SD	مرحله Phase	گروه Group	متغیر Variable	مقدار p	
					بین گروهی	درون گروهی
0.009	3.22±0.42	قبل Pre	دارونما Placebo	لاکتات خون (میلی مول در لیتر) Blood lactate (mmol/L)	0.401	0.350
	3.31± 0.40	بعد Post				
	3.09± 0.46	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.001	0.019
	2.63± 0.58	بعد Post				
0.000*	114.3 ± 6.48	قبل Pre	دارونما Placebo	رکورد شنای ۱۰۰ متر (ثانیه) 100-m swimming record (sec)	0.443	0.86
	113.1 ± 7.33	بعد Post				
	116.5±9.36	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.001	0.000
	101.7±8.58	بعد Post				
0.000*	252.3±19.54	قبل Pre	دارونما Placebo	رکورد شنای ۲۰۰ متر (ثانیه) 200-m swimming record (sec)	0.745	0.642
	251.3±21.71	بعد Post				
	254.6±18.19	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.077	0.000
	238.5±16.06	بعد Post				
0.747	7.83±0.59	قبل Pre	دارونما Placebo	pH خون Blood pH	0.743	0.580
	7.86±0.52	بعد Post				
	7.76±0.67	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.827	0.299
	7.81±0.74	بعد Post				
0.000*	34.54±8.36	قبل Pre	دارونما Placebo	دور اول 1 st sprint	0.184	0.017
	34.38±8.39	بعد Post				
	30.79±6.61	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.000	0.000
	23.36±3.90	بعد Post				
0.000*	37.48±8.37	قبل Pre	دارونما Placebo	دور دوم 2 nd sprint	0.076	0.002
	37.24±8.36	بعد Post				
	32.43±6.50	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.004	0.000
	24.23±3.14	بعد Post				
0.000*	40.56±8.19	قبل Pre	دارونما Placebo	دور سوم 3 rd sprint	0.074	0.000
	40.34±8.07	بعد Post				
	35.45±6.82	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.001	0.000
	30.58±6.86	بعد Post				
0.000*	42.38±8.17	قبل Pre	دارونما Placebo	دور چهارم 4 th sprint	0.039	0.001
	42.22±8.10	بعد Post				
	36.37±6.92	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.001	0.000
	35.31±6.57	بعد Post				
0.000*	44.93±8.42	قبل Pre	دارونما Placebo	دور پنجم 5 th sprint	0.029	0.003
	44.69±8.36	بعد Post				
	38.36±7.09	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.002	0.000
	35.31±6.57	بعد Post				
0.249	46.06±6.67	قبل Pre	دارونما Placebo	دور ششم 6 th sprint	0.020	0.004
	45.93±6.69	بعد Post				
	39.71±7.35	قبل Pre	بتاآلانین β-alanine		0.005	0.221
	38.12±7.19	بعد Post				

رکورد آزمون SAST (ثانیه) | SAST test record (sec)

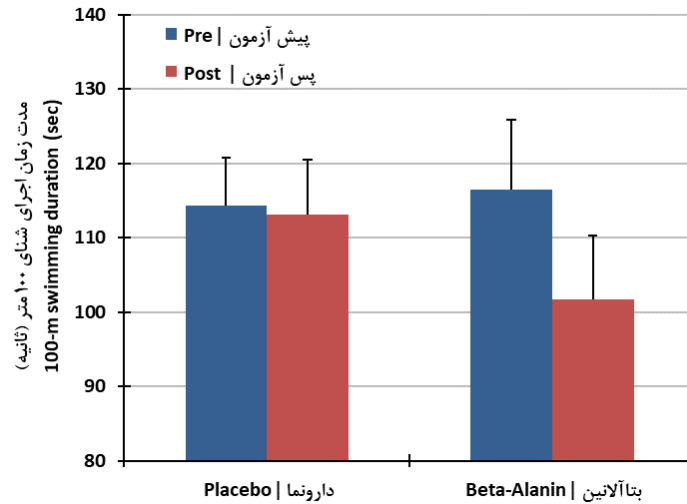


Figure 2- Records of 100-m swimming test | شکل ۲- رکورد شنای ۱۰۰ متر

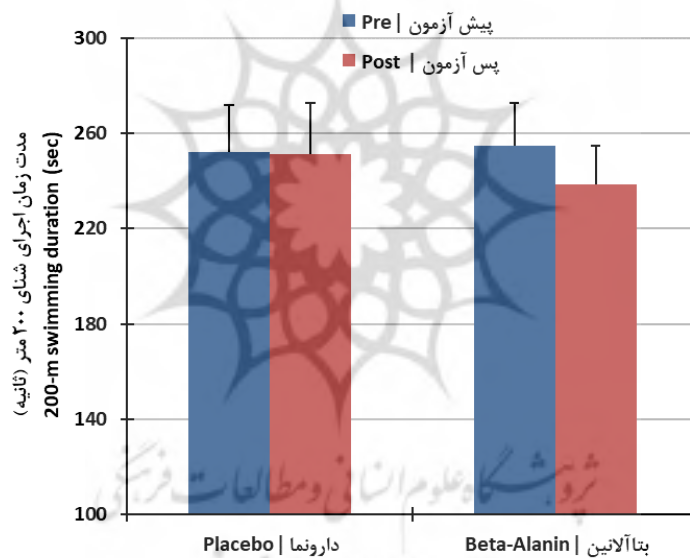


Figure 3- Records of 200-m swimming test | شکل ۳- رکورد شنای ۲۰۰ متر

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل بتا آلانین به مدت چهار هفته در دختران شناگر آماتور موجب کاهش معنادار لاکتات خون، بهبود رکورد شنای ۱۰۰ و ۲۰۰ متر کرال سینه، و افزایش توان بی‌هوازی در مقایسه با گروه دارونما شد؛ در حالی که تغییر معناداری در سطح pH خون مشاهده نشد. به طور دقیق‌تر، میانگین لاکتات خون پس از مداخله در گروه بتا آلانین کاهش یافت، رکورد شنای ۱۰۰ متر و ۲۰۰ متر بهبود چشمگیری داشت و توان بی‌هوازی نیز افزایش معناداری را نشان داد.

مکمل بتآلآنین بر ظرفیت هوازی و بی‌هوازی، افزایش شدت تمرین، بهبود عملکرد، افزایش کارنوزین و هیستیدین، تغییرات یون هیدروژن در سطح پلاسماي خون و کاهش خستگی تأثیر می‌گذارد (۱۶). بتآلآنین در تنظیم ظرفیت بافري عضله نقش بارزی دارد و با مصرف آن تغییراتی در لاکتات خون مشاهده شده است. به نظر می‌رسد، در اثر مصرف بتآلآنین قابلیت فرد برای انجام تمرین شدیدتر افزایش می‌یابد. بتآلآنین در اثر حلقه ایمیدازول موجود در ترکیبش و میزان غلظت زیاد آن در عضله اسکلتی انسان، نقش بافري دارد (۱۷). از نظر فیزیولوژیک، مکانیسم اصلی عملکرد بتآلآنین به افزایش سطح کارنوزین عضلانی مربوط می‌شود. کارنوزین به‌عنوان یک بافر داخل سلولی عمل کرده و با مهار افزایش بیش از حد یون‌های H که طی تمرینات شدید تولید می‌شوند، از افت pH عضله جلوگیری می‌کند (۱۸). این امر منجر به تأخیر در بروز خستگی عضلانی، افزایش تحمل تمرین و بهبود عملکرد بی‌هوازی می‌شود. در مطالعه حاضر، pH خون تغییر معناداری را نشان نداد، اما کاهش لاکتات و بهبود توان بی‌هوازی احتمالاً ناشی از همین اثر بافري کارنوزین در محیط داخل سلولی عضله است که ممکن است در خون به وضوح منعکس نشود.

همسو با نتایج پژوهش حاضر، سیروان محمد کاهش معنادار لاکتات را پس از مصرف چهار هفته (۶/۴ گرم بتآلآنین در روز) در فوتبالیست‌های شهر حلبچه گزارش کردند (۱۹). گیائوند و همکاران در یک تست تمرینی درجه‌بندی‌شده روی دوچرخه کارسنج در دانشجویان تربیت‌بدنی مرد، تأثیر مصرف دو گرم بتآلآنین در روز به مدت شش هفته را بر غلظت‌های لاکتات بررسی کردند. آن‌ها کاهش معنادار غلظت‌های لاکتات را مشاهده کردند. علت تأثیر مکمل بتآلآنین بر تغییرات سطح اسید لاکتیک خون در مطالعه مذکور این بود که نمونه‌های خونی به فاصله دو دقیقه بعد از انجام تست جمع‌آوری شدند (۲۰). ناهمسو با پژوهش حاضر، پیتر و همکاران به بررسی تأثیر مکمل‌سازی حاد کارنوزین و بتآلآنین (۱ گرم کارنوزین و ۱ گرم بتآلآنین و به همان مقدار دارونما) چهار ساعت قبل از آزمون رست، روی دوازده جوان سالم فعال ۲۰ تا ۳۰ ساله پرداختند. آن‌ها گزارش کردند که مکمل‌سازی حاد کارنوزین و بتآلآنین تأثیر معناداری بر غلظت لاکتات خون در مقایسه با گروه دارونما ندارد. محققان مذکور علت احتمالی تأثیرنگذاشتن مکمل‌سازی آل-کارنوزین و بتآلآنین را دوز پایین مکمل مصرفی بیان کردند (۲۱). جمشیدی حسین‌آبادی و همکاران گزارش کردند که در پرورشکاران مرد، در متغیر لاکتات در گروه بتآلآنین در مقایسه با گروه دارونما تغییر معناداری مشاهده نشد (۲۲). به طور کلی، عوامل متعددی از جمله دوره و مقدار مصرف مکمل قبل از فعالیت، اندازه و سرعت جذب مکمل‌ها طی فعالیت، رژیم غذایی آزمودنی‌ها قبل و در طول مطالعه و وضعیت تمرینی شرکت‌کنندگان و ترکیبی از عوامل مذکور می‌تواند اثر مصرف مکمل را بر پاسخ لاکتات تحت تأثیر قرار دهد. درنهایت می‌توان گفت، بتآلآنین کمک می‌کند آستانه لاکتات بالاتر رود و بدن دیرتر اسیدی شود؛ بنابراین در مدت‌زمان انجام تست، از آنجاکه بدن دیرتر شروع به تولید لاکتات می‌کند، میزان لاکتات موجود بعد از تمرین کاهش می‌یابد. در پژوهش حاضر، کاهش معنادار لاکتات ممکن است به دلیل اندازه‌گیری لاکتات بلافاصله بعد از انجام آخرین جلسه تمرین و مصرف بتآلآنین باشد. پیشنهاد می‌شود، اثر بتآلآنین بر کاهش لاکتات بلافاصله بعد از تمرین، یک ساعت و شش ساعت بعد از تمرین بررسی می‌شود.

همچنین نتایج نشان داد که مصرف بتاآلانین موجب کاهش معنادار رکورد شنای ۱۰۰ متر و ۲۰۰ کرال سینه دختران شناگر شد. در ارتباط با مصرف بتاآلانین بر عملکرد بی‌هوازی، بلینگر^۱ و همکاران در هفده دوچرخه سوار تمرین کرده، اثرات مصرف ۶/۴ گرم در روز مکمل بتاآلانین بر اسیدوز خون، تجمع لاکتات و در دسترس بودن انرژی طی دوچرخه سواری با شدت بیشینه برای دوره ۲۸ روزه را بررسی کردند. نتایج تأخیر در زمان خستگی و بهبود در افزایش ظرفیت بی‌هوازی در شدت بیشینه را نشان داد که در نتیجه باعث بهبود عملکرد ورزشی دوچرخه‌سواران شد (۲۳). کتابدار و همکاران افزایش توان بی‌هوازی، هوازی و عملکرد ورزشی در دختران بسکتبالیست را پس از مصرف چهار هفته مکمل بتاآلانین گزارش کردند (۲۴). حیدری و کاشف در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل بتاآلانین بر عملکرد و لاکتات خون پاروزنان نخبه مرد تأثیر معناداری ندارد (۲۵).

به طور خلاصه نتایج نشان داد، مصرف مکمل بتاآلانین موجب کاهش لاکتات خون در دختران شناگر شد. همچنین مصرف مکمل بتاآلانین موجب بهبود عملکرد و افزایش توان بی‌هوازی در دختران شناگر شد، اما مصرف مکمل بتاآلانین بر pH خون تأثیر معناداری نداشت؛ از این رو مکمل‌سازی بتاآلانین می‌تواند منجر به بهبود سطح لاکتات و خنثی نگه‌داشتن pH خون و بهبود عملکرد بی‌هوازی در شناگران شود. بهبود رکورد شنا در مسافت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ متر نیز یافته مهمی است که نشان می‌دهد اثرات مکمل بتاآلانین فقط محدود به شاخص‌های آزمایشگاهی نبوده و در عملکرد واقعی در استخر نیز منعکس شده است. این موضوع برای ورزشکاران قدرتی-استقامتی مانند شناگران اهمیت ویژه‌ای دارد؛ چراکه عملکرد در این مسافت‌ها نیازمند تعامل بهینه بین سیستم‌های بی‌هوازی و هوازی است. این مطالعه محدودیت‌هایی داشت و نمونه‌گیری تنها در یک جنس (دختران) و در یک منطقه جغرافیایی خاص (تهران) انجام شد که تعمیم‌پذیری نتایج را محدود می‌کند.

پیام مقاله

مصرف روزانه دو عدد کیسول ۴۰۰ میلی‌گرمی بتاآلانین در روز به مدت چهار هفته می‌تواند سبب بهبود عملکرد و توان بی‌هوازی در ورزشکاران شود؛ از این رو با در نظر گرفتن جوانب احتیاط می‌توان به شناگران پیشنهاد داد که برای بهبود رکورد و توان بی‌هوازی از مکمل‌دهی بتاآلانین استفاده کنند.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر بر مبنای اصول اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی سمنان با ملاحظات اخلاقی با کد مصوب IR.SEMUMS.REC.1403.330 انجام شد.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به طور مساوی در طراحی، اجرا، تحلیل داده‌ها و نوشتن مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

مراتب قدردانی خود را از آزمودنی‌ها که در این طرح ما را یاری نمودند، اعلام می‌کنیم.

منابع

1. Soleiman F, Sadeghi H, Motamedi P, Barati AH. Effect of one stage of exhaustive local fatigue on mechanical parameters of lower-limb joints during the single-leg landing of semi-professional sportsmen. *J Rehab Med.* 2020;8(4):177-84. [In Persian]. <https://doi.org/10.22037/jrm.2019.111454.2005>
2. Fernandes RJ, Reis VM, Buzzachera CF. Commentary: anaerobic contribution determined in swimming distances: relation with performance. *Frontiers in Physiology.* 2018;9:507. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00507>
3. Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological Reviews.* 2008;88(1):287-332. <https://doi.org/10.1152/physrev.00015.2007>
4. Muazzezaneh A, Keshavarz SA, Yaraghi AS, Djalali M, Rahimi A. Effect of L-Arginine supplementation on blood lactate level and VO₂ max at anaerobic threshold performance. *Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences.* 2010;14(3). [In Persian]. Available at: <https://sid.ir/paper/356262/fa>
5. Debold EP. Recent insights into muscle fatigue at the cross-bridge level. *Frontiers in Physiology.* 2012;3:151. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00151>
6. Harris RC, Tallon M, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied β -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids.* 2006;30(3):279-89. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00726-006-0299-9>
7. Saunders B, Elliott-Sale K, Artioli GG, Swinton PA, Dolan E, Roschel H, et al. β -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine.* 2017;51(8):658-69. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096396>
8. Sheikholeslami Vatani D, Rahimi MR. Acute effects of different doses of beta-alanine supplement on neuromuscular fatigue and lactate accumulation after intense interval exercise. *The Journal of Urmia University of Medical Sciences.* 2016;26(11):912-20. [In Persian]. Available at: <https://sid.ir/paper/64345/fa>
9. Baguet A, Reyngoudt H, Pottier A, Everaert I, Callens S, Achten E, et al. Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *Journal of Applied Physiology.* 2009;106(3):837-42. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91357.2008>
10. Saunders B DSPV, DE Oliveira LF, DA Eira Silva V, et al. Twenty-four weeks of β -alanine supplementation on carnosine content, related genes, and exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(5):896-906. <http://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001173>
11. de Salles Painelli V, Roschel H, de Jesus FN, Sale C, Harris RC, Solis MY, et al. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* 2013;38(5):525-32. <https://doi.org/10.1139/apnm-2012-0286>
12. Behpoor N, Yoosefi S. The effect of β -alanine supplementation on serum lactate response and muscular endurance in male bodybuilders. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology.* 2017;12(2):19-26. [In Persian]. Available at: <https://sid.ir/paper/121389/fa>

13. Karimzadehfard H SS, Hosseini SA, Molaie A, Kazemi N. The effect of three weeks of β -alanine and creatine supplementation on the Response of creatine Kinase, lactate dehydrogenase and lactate to an exhausting swimming session in elite swimmers. *Razi J Med Sci.* 2021;28(6):90-99. [In Persian]. Available at: <http://rjms.iums.ac.ir/article-1-6589-fa.html>
14. Wądrzyk Ł, Staszkiwicz R, Strzała M. Evaluating the Usefulness of the Modified Swimming Anaerobic Sprint Test (SAST) based on the relationship with the 100- and 200-m Freestyle. *Applied Sciences.* 2022;12(15):7566. <https://doi.org/10.3390/app12157566>
15. Heidari N, Kashef M. The effect of beta-alanine supplementation on performance, tmax and blood lactate of elite male rowers. *Journal of Food Technology and Nutrition.* 2017;14(355):75-84. [In Persian]. Available at: <https://sid.ir/paper/143378/fa>
16. Derave WOM, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K, et al. Beta-alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *Journal of Applied Physiology.* 2007;103(5):1736-43. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00397.2007>
17. Gilsanz L, López-Seoane J, Jiménez SL, Pareja-Galeano H. Effect of β -alanine and sodium bicarbonate co-supplementation on the body's buffering capacity and sports performance: a systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2023;63(21):5080-93. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2012642>
18. Artioli GG, Gualano B, Smith A, Stout J, Lancha Jr AH. Role of β -alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2010;42(6):1162-73. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c74e38>
19. Sirwan Mohammed S. Effect of four-week B-alanine supplementation on blood lactate and performance in Halabja Football players [M.A. Master in Exercise Physiology]; 2020. Available at: <https://research.uok.ac.ir/~rrahimi/ViewResearch.aspx?ResearcherID=123009>
20. Ghiasvand R AG, Malekzadeh J, Hajishafiee M, Daneshvar P, Akbari F, et al. Effects of six weeks of β -alanine administration on VO2 max, time to exhaustion and lactate concentrations in physical education students. *Int J Prev Med.* 2012;3:559-63. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22973486/>
21. Pietro L SB, Sandro S, Giampiero M, Andrea B. The acute administration of carnosine and beta-alanine does not improve running anaerobic performance and has no effect on the metabolic response to exercise. *Advances in Physical Education.* 2013;3(4):169-174. <https://dx.doi.org/10.4236/ape.2013.34028>
22. Jamshidi Hossein Abadi N, Jamshidi Hossein Abadi M, Yoosefi S. The effect of β -alanine supplementation on serum lactate response and muscular endurance in male bodybuilders. *Iranian J Nutr Sci Food Technol.* 2017;12(2):19-26. [In Persian]. Available at: <http://nsft.sbm.ac.ir/article-1-2280-en.html>
23. Bellinger PM, Minahan CL. Additive benefits of β -alanine supplementation and sprint-interval training. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2016:1-37. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001050> [In Persian].
24. Ketabdard B, Fathie M. The effect of four-week high-intensity interval training with beta-alanine supplementation on aerobic and anaerobic performance and some blood parameters in girls basketball players. *Journal of Advances Biomedical Sciences.* 2017;7(1):60-7. [In Persian]. Available at: <http://jabs.fums.ac.ir/article-1-1009-en.html>
25. Heydari N, Kashef M. The effect of beta-alanine supplementation on performance, TMAX and lactate of the elite elite blood. *Food and Nutrition Science.* 2017;14(3):75-84. [In Persian]. Available at: <https://www.magiran.com/p1702461>