

Original Article

## The effect of a beta-alanine supplementation course and regular taekwondo training on anaerobic and aerobic performance in female taekwondo athletes

Elaha Dayanti\*, Hamid Rajabi, Neda Khalidi, Sadegh Amani Shalmazari

Sports Physiology Department, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Khwarazmi University, Tehran, Iran

**Background and Purpose:** Beta-alanine supplement, which is a precursor of carnosine, may improve performance by providing a buffering effect. The purpose of this study was to investigate the effect of a beta-alanine supplementation course and regular Taekwondo training on anaerobic, aerobic, and endurance activity substrate metabolism in female Taekwondo athletes.

**Materials and Methods:** Twenty-four female professional taekwondo practitioners, (age  $18.0 \pm 2.50$  years), from Tehran province volunteered to participate in this research. Based on the body composition and training history, the subjects were divided into two groups ( $n=12$ ): supplement and placebo groups. The pre-tests consisted of the Aerobic Specific Test (PSTT) including repeated strikes of Bandal-Tchagui to exhaustion time during a maximum duration of 15 minutes and the Taekwondo Anaerobic Test (FSKT) including 5 sets of 10-second high-speed Bandal-Tchagui kicks with maximum strength was performed. Also, the metabolism of the endurance activity substrate was measured by a gas analyzer, and the  $VCO_2$ ,  $VO_2$ ,  $VO_2$  Peak, HR, and HR Peak were evaluated. During and immediately after the test, the level of perception of fatigue was evaluated. Also, blood lactate level was measured using a lactometer after the anaerobic and aerobic tests. After 28 days of receiving the supplement or placebo (5g/day) at the designated hours, the relevant tests were re-evaluated. Repeated ANOVA tests with between-group factor and Bonferroni post hoc test were used to compare the groups' results.

**Results:** There was no significant difference between the two supplement and placebo groups in the indicators of anaerobic, aerobic, and substrate metabolism ( $p < 0.05$ ). However, both groups (supplement and placebo) showed a significant improvement in the time to exhaustion and the number of steps to exhaustion in the post-test compared to the pre-test, but this improvement was significant in the supplement group compared to the control. ( $p < 0.05$ ).

**Discussion:** During the research period, beta-alanine supplementation only had an obvious effect on some performance indicators and probably have more obvious effects on the performance of elite athletes in the long term. However, this little gain can be important in professional athletes, in any case, more studies are needed in this field for a definitive conclusion.

**Keywords:** Respiratory exchange, taekwondo-specific anaerobic test, taekwondo-specific aerobic test, beta-alanine, fat oxidation, carbohydrate oxidation, metabolism

**How to cite this article:** Dayanti E, Rajabi H, Khalidi N, Amani Shalmazari S. The effect of a beta-alanine supplementation course and regular taekwondo training on anaerobic and aerobic performance in female taekwondo athletes. *J Sport Exerc Physiol.* 2024;17(1):?-?.

\*Corresponding Author's E-mail: [elaheh\\_dianati@yahoo.com](mailto:elaheh_dianati@yahoo.com)

<https://doi.org/10.48308/joepa.2024.234013.1209>

Received: 09/01/2024

Revised: 14/04/2024

Accepted: 24/02/2024

Copyright: © 2023 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/>).

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی

۱۴۰۳، دوره ۱۷، شماره ۱

مقاله پژوهشی

## اثر یک دوره مکمل یاری بتا آلانین و تمرین متداول تکواندو بر عملکرد بی‌هوازی، هوازی در زنان تکواندوکار تمرین کرده

الهه دیانتي\*، حمید رجبی، ندا خالدی، صادق امانی شلمزاری

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

\*رایانامه نویسنده مسئول: [elaheh\\_dianati@yahoo.com](mailto:elaheh_dianati@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۵

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹

**زمینه و هدف:** مکمل بتا آلانین از پیش سازهای کارنوزین می‌باشد و ممکن است با اثر تامپونی در بهبود عملکرد نقش داشته باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر یک دوره مکمل یاری بتا آلانین و تمرین متداول تکواندو بر عملکرد بی‌هوازی، هوازی و متابولیسم سوبسترای فعالیت استقامتی در زنان تکواندوکار بود.

**مواد و روش‌ها:** بیست و چهار نفر از دختران تکواندوکار حرفه‌ای (سن  $24.50 \pm 1.80$  سال) از استان تهران به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به دو گروه ۱۲ نفری مکمل و دارونما بر اساس ارزیابی ترکیب بدن و سوابق تمرینی به صورت تصادفی تقسیم شدند. پیش از آنکه شامل اندازه‌گیری آزمون اختصاصی هوازی (PSTT) شامل ضربات مکرر باندال تی‌چاگی با حداکثر قدرت تا زمان رسیدن به واماندگی به مدت زمان ۱۵ دقیقه و آزمون بی‌هوازی تکواندو (FSKT) شامل ۵ ست ۱۰ ثانیه‌ای ضربات سرعتی باندال تی‌چاگی بود. همچنین، متابولیسم سوبسترای فعالیت استقامتی توسط گاز آنالایزر سنجیده شد و فاکتورهای  $VO_2$ ،  $VO_2\text{Peak}$  و  $HR$ ،  $HR\text{Peak}$  مورد ارزیابی قرار گرفت. در حین و بلافاصله بعد از اتمام آزمون میزان ادراک خستگی گرفته شد. همچنین سطح لاکتات خون با استفاده از لاکتومتر بعد از آزمون بی‌هوازی و هوازی مورد

سنجش قرار گرفت. سپس، روز بعد از پیش آزمون دریافت ۲۸ روزه مکمل یا دارونما به مقدار ۵ گرم در روز در ساعت های تعیین گشته آغاز شد و بلافاصله بعد از اتمام دوره آزمون های مربوطه مجدداً مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مقایسه گروه ها از آزمون آنووا مکرر با عامل بین گروهی و آزمون تعقیبی بونفرونی با سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

**نتایج:** تفاوت معنادار بین دو گروه مکمل و دارونما در شاخص های عملکرد بی هوازی، هوازی و متابولیسم سوپسترا وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). با این حال، هر دو گروه (مکمل و دارونما)، در متغیرهای زمان واماندگی و تعداد مراحل رسیدن به واماندگی بهبود معنی داری را در پس آزمون نسبت به پیش آزمون نشان دادند ولی این بهبودی در گروه مکمل نسبت به کنترل معنی دار بود ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه گیری:** مکمل یاری بتا آلانین در طول دوره تحقیق، تنها تاثیر بارزی بر برخی شاخص های عملکردی داشت و احتمالاً در بلند مدت تاثیرات مشهودتری بر عملکرد ورزشکاران نخبه دارد. اما این تاثیر کم می تواند در ورزشکاران حرفه ای حائز اهمیت باشد، به هر حال برای نتیجه گیری قطعی، به مطالعات بیشتری در این زمینه نیاز می باشد.

**واژه های کلیدی:** تبادل تنفسی، آزمون بی هوازی اختصاصی تکواندو، آزمون هوازی اختصاصی تکواندو، بتا آلانین، اکسیداسیون چربی، اکسیداسیون کربو هیدرات، متابولیسم

\*رایانامه نویسنده مسئول: [elaheh\\_dianati@yahoo.com](mailto:elaheh_dianati@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۵

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹

## مقدمه

هدف اصلی ورزشکاران و مربیان رسیدن به اوج عملکرد ورزشی است. اجرای بهینه و مطلوب مهارت ها و عملکردهای هوازی و بی هوازی ورزشی حاصل تعامل پیچیده عوامل فیزیولوژیکی، آنترپومتریکی، روان شناختی، زیست حرکتی و تغذیه ای با یکدیگر است. ورزش تکواندو در ایران به دلیل کسب افتخارات بسیار از سوی تکواندوکاران کشورمان در عرصه های بین المللی، رقابت را در این رشته ورزشی بسیار فشرده و دشوار کرده است و آمادگی های هوازی و بی هوازی از عوامل مهم فیزیولوژیکی در عملکرد این رشته محسوب می شوند. ظرفیت بالای هوازی به تکواندوکاران کمک می کند تا بتوانند در جریان یک مسابقه یا تورنمنت چندین بار به رقابت بپردازند، از طرفی داشتن توان بی هوازی بالا باعث می شود تکواندوکار در اجرای فعالیت های کوتاه مدت از جمله حرکات سریع حمله یا ضدحمله، اجرای مناسبی داشته باشد (۱). از طرفی، در هنگام مبارزه یا مجموعه ای از مبارزه ها در یک تورنمنت، عملکرد سیستم های متابولیکی و عصبی-عضلانی برای استمرار فعالیت کاهش یافته و انقباض عضلانی نمی تواند برای طولانی مدت حفظ گردد، در نتیجه کاهش کارایی بهینه در ورزشکاران آشکار می گردد که مجموعاً بعنوان خستگی شناخته می شود (۲).

در طول تمرینات تکواندو به صورت کوتاه مدت و با شدت بالا، چندین عامل نقش کلیدی در خستگی عضلانی بازی می کنند که برخی از این عوامل شامل کاهش کارایی پیوندگاه عصبی-عضلانی و کاهش آزادسازی و باز جذب کلسیم (منجر به مهار انقباض عضلانی می شود) می باشد (۳، ۴). همچنین، تخلیه ذخایر سوختی مانند ATP، تولید رادیکال های آزاد ناشی از فشار اکسایشی و تجمع درون عضلانی چندین متابولیت، مانند آدنوزین دی فسفات، فسفات غیر آلی و یون های هیدروژن، جز سازوکارهای پیشنهاد شده برای خستگی می باشند. در همین راستا، ورزشکاران برای کسب برتری و کاهش عوامل خستگی آور و یا افزایش تحمل در برابر خستگی در حین مسابقات ورزشی به داروها و مکمل های نیروافزا روی می آورند (۵). سال هاست که ورزشکاران از بتا آلانین و نوشیدنی های ورزشی که مدعی به تأخیر انداختن یا کاهش میزان درک خستگی اند، استفاده می کنند (۶).

بتا آلانین با افزایش مقادیر کارنوزین عضله می تواند به عنوان تامپون برای کاهش اسیدیته در عضلات فعال در طول فعالیت با شدت بالا عمل کند. این مکمل، یک اسید آمینه غیر ضروری است که در کبد به عنوان متابولیت نهایی از احیای بازهای آلی نیتروژن دار اوراسیل و تیمین ساخته می شود. بتا آلانین در ترکیب با اسید آمینه ضروری هیستیدین سبب تشکیل کارنوزین در

سلول عضلانی می‌شود که می‌تواند اسیدوز ناشی از فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا را تا حد زیادی در عضلات بویژه تارهای عضلانی تند انقباض کاهش دهد. در مجموع، کارنوزین یک دی‌پپتید چندکاره است که نقش‌های زیادی مانند بافرینگ، مبارزه با رادیکال‌های آزاد، تنظیم‌کننده‌ی فعالیت آنزیم‌ها و تنظیم کلسیم شبکه سارکوپلاسمیک را دارد. کارنوزین در بدن انسان توسط آنزیم کارنوزیناز که بیشتر در بافت‌هایی غیر از عضلات اسکلتی وجود دارد، شکسته می‌شود و تا حدودی نشان می‌دهد که چرا غلظت کارنوزین در بافت عضله بالاتر از سایر بافت‌ها است (۸). تشکیل و تجمع یون هیدروژن ( $H^+$ ) در عضله موجب اختلال در بازسازی دستگاه کراتین فسفات، مهار گلیکولیز و اختلال در تحریکات انقباضی می‌شود و کاهش PH در وهله اول اثر محدودکننده‌ای بر طول اجرای فعالیت دارد و ایجاد خستگی مرکزی و محیطی را سریع‌تر می‌گرداند (۹). بنابراین با توجه به اینکه بتا‌آلانین در عضله ساخته نمی‌شود مورد توجه ورزشکاران در رشته‌هایی که خستگی اسیدوزی در آنها ایجاد می‌شود، قرار گرفته است.

مطالعات گذشته نشان داده‌اند که تمرینات شدید ممکن است غلظت کارنوزین عضله را افزایش دهند، ولی مصرف بتا‌آلانین غلظت کارنوزین عضله را بیش‌تر از تمرین به‌تنهایی افزایش دهد. اگرچه مکمل بتا‌آلانین غلظت کارنوزین عضلانی را در هر دو نوع جمعیت فعال و غیرفعال بالا می‌برد، ولی نشان داده شده است که میزان افزایش آن در افراد ورزشکار بیشتر از غیر ورزشکاران است (۱۰). به طور مثال، خلید و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده‌اند که ۴ هفته مکمل‌یاری بتا‌آلانین سبب افزایش کارنوزین عضله و کاهش خستگی در تکواندوکاران مرد و بوکسورها می‌شود (۱، ۱۱). همچنین، بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که مصرف مکمل بتا‌آلانین سبب افزایش ظرفیت هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران مختلف می‌شود (۱۹، ۲۱-۲۳). به هر حال نتایج برخی مطالعات نشان داده‌اند که میزان خستگی بعد از مصرف مکمل بتا‌آلانین تغییری ندارد و این مکمل بر ظرفیت هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران بی‌تاثیر است (۱۲، ۱۳). اغلب این مطالعات از آزمون‌های غیر اختصاصی عمومی همچون وینگیت و همچنین روش شناختی متفاوت استفاده کرده‌اند (۱۴) که این می‌تواند از جمله دلایل این تناقضات باشد. با توجه به اینکه بتا‌آلانین به‌عنوان مکملی جدید در صنعت مکمل‌های ورزشی می‌تواند کاربردی در خواص بافرینگ  $H^+$  و بهبود ظرفیت تامپونی داشته باشد (۱۰، ۱۵) و می‌تواند برای ارتقا و بهبود سطح عملکرد و به تعویق انداختن خستگی در میان مربیان ورزشکاران استفاده شود (۱۵) و از آنجاییکه ورزش تکواندو یک فعالیت تناوبی است که به وسیله دوره‌هایی با سرعت بالا و متناوب و شدت کم شناخته شده است و همچنین تولید اسید لاکتیک، رادیکال‌های آزاد ناشی از فشار اکسایشی اکسیداتیو و تجمع درون عضلانی چندین متابولیت، مانند آدنوزین دی‌فسفات، فسفات غیرآلی و یون‌های هیدروژن در این رشته ورزشی اجتناب‌ناپذیر است (۱۶)؛ بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده از مکمل بتا‌آلانین بتواند در بهبود عملکرد ورزشی تکواندوکاران موثر باشد. لذا این مطالعه با هدف تعیین اثر ۴ هفته مکمل‌دهی بتا‌آلانین بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی دختران تکواندوکار با ارزیابی از طریق آزمون‌های اختصاصی تکواندو انجام می‌گردد، تا مشخص شود این مکمل می‌تواند اثر ارگونومیک بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی تکواندوکاران داشته باشد تا با به تاخیر انداختن خستگی عملکرد دختران تکواندوکار را افزایش دهد و یا خیر.

## روش پژوهش

روش تحقیق حاضر از نوع کاربردی با روش نیمه‌تجربی و طرح پیش و پس آزمون بود که در آن تاثیر یک دوره مکمل‌یاری بتا‌آلانین و تمرین متداول تکواندو بر عملکرد بی‌هوازی، هوازی و متابولیسم سوبسترای فعالیت استقامتی در زنان تکواندوکار در دو گروه آزمودنی مکمل و دارونما به صورت دوسویه کور مورد مطالعه قرار گرفت.

**نمونه‌های پژوهش:** آزمودنی‌های این تحقیق را ۲۴ نفر از دختران تکواندوکار حرفه‌ای از استان تهران تشکیل دادند. این افراد به روش در دسترس و هدفمند از باشگاه‌های استان تهران انتخاب شدند و به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. سپس، بعد از همگن‌سازی بر اساس سابقه فعالیت (تعداد سال‌های تمرین، سوابق قهرمانی) بصورت تصادفی ساده به دو گروه مکمل و دارونما تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه عدم مصرف هرگونه مکمل، ویتامین‌ها، مواد مخدر، عدم داشتن آسیب و بیماری

خاص به همراه سوابق تمرینی حرفه‌ای، (حداقل ۳ روز در هفته به مدت ۴ سال و بازی در لیگ استان تهران یا کشور) بود و در صورت هرگونه تغییرات خاص در تغذیه، سبک زندگی، تمرینات و مصرف دخانیات و مکمل از پژوهش خارج می‌گشتند. کلیه مراحل و روش کار برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و سپس فرم سلامت پزشکی و رضایت نامه شرکت در تحقیق گرفته شد و مشخصات کلی بازیکنان از جمله سن، قد، وزن، شاخص توده بدن (مقدار وزن بر مجذور قد به متر)، درصد توده چربی بدن، توده بدون چربی بدن و نسبت دور کمر به باسن و سابقه ورزشی بازیکنان ثبت شد (جدول-۱).

جدول ۱. مشخصات بیکر سنجی تکواندو کاران، انحراف معیار  $\pm$  میانگین

گروه	دارونما	مکمل
سن (سال)	۱۸/۲۰ $\pm$ ۲/۴۰	۱۷/۸۰ $\pm$ ۲/۷۰
قد (سانتیمتر)	۱۶۵/۲۰ $\pm$ ۰/۰۳	۱۶۷/۰۰ $\pm$ ۴/۹۰
وزن (کیلوگرم)	۵۳/۲۱ $\pm$ ۷/۹۰	۵۵/۵۰ $\pm$ ۱۰/۳۰
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر <sup>۲</sup> )	۱۹/۱۱ $\pm$ ۲/۲۰	۱۸/۵۵ $\pm$ ۶/۰۵
توده چربی بدن (درصد)	۱۹/۰۴ $\pm$ ۵/۱۱	۲۱/۳۹ $\pm$ ۶/۶۹
توده بدون چربی بدن (درصد)	۴۲/۸۰ $\pm$ ۴/۱۶	۴۳/۱۶ $\pm$ ۵/۰۳
نسبت دور کمر به باسن (نسبت)	۰/۷۰ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۶۸ $\pm$ ۰/۱۲
سابقه تمرین (سال)	۸/۰۹ $\pm$ ۳/۹۰	۸/۲۹ $\pm$ ۲/۳۰

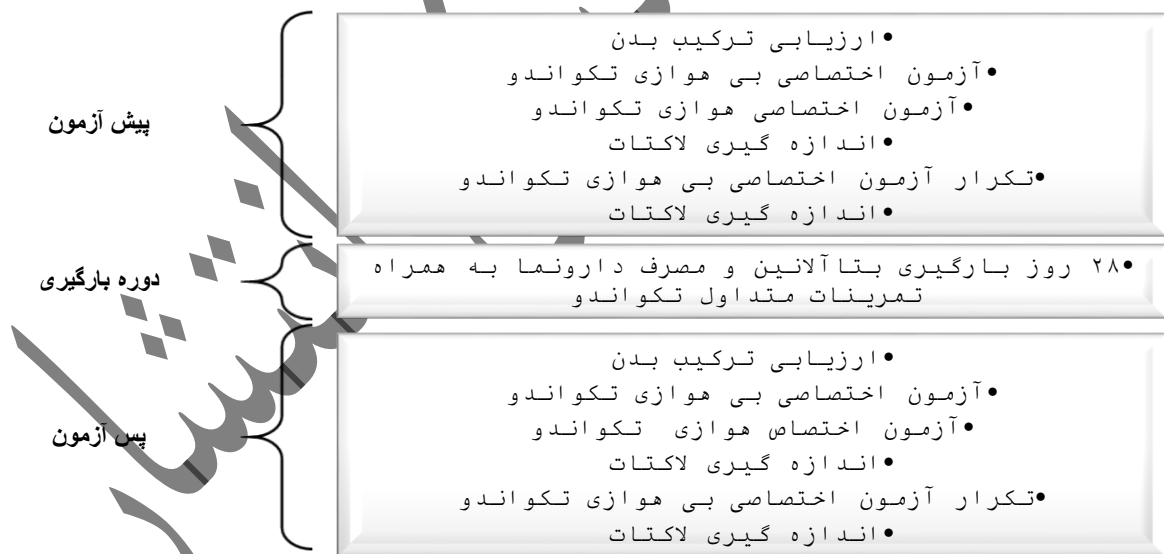
**روش اجرای پژوهش:** در ابتدا، از باشگاه‌های تهرانی حاضر در لیگ تکواندو استان تهران دعوت گردید تا در پژوهش شرکت کنند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G\*Power (دوسلدورف، آلمان) برآورد شد. تعداد تخمینی آزمودنی‌ها با در نظر گرفتن معیار رد ۰/۰۵، توان ۰/۸۵ (۱-بتا) و اندازه اثر بزرگ (f=۰/۶۵) داشتند، با توجه به آزمون آماری مورد استفاده، ۱۲ نفر بود. سپس، داوطلبین به دانشگاه خوارزمی فراخوانده شدند و در آنجا نحوه انجام پروتکل و کار با دستگاه‌ها آموزش داده شد. در این جلسه، آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را تکمیل نمودند. در این جلسه اندازه‌گیری قد، وزن، BMI (مقدار وزن بر مجذور قد به متر) و درصد چربی بازیکنان صورت پذیرفت. سوابق ورزشی (فرم مشخصات کلی بازیکن)، وضعیت چرخه قاعدگی (پرسشنامه چرخه قاعدگی)، کیفیت خواب (پرسشنامه کیفیت خواب ASSQ)، وضعیت تغذیه (پرسشنامه بسامد خوراک ۲۴ ساعته) ۴۸ ساعت قبل از اجرای پیش و پس از آزمون و میزان نسبت خستگی آزمودنی‌ها (شاخص هوپر) در شب قبل از اجرای پیش و پس از آزمون تکمیل گردد.

در پیش آزمون آزمودنی‌ها ۳ ساعت بعد از صرف صبحانه استاندارد تعیین شده بر اساس وزن هر بازیکن و ۱۵ دقیقه قبل از شروع پیش آزمون به مدت ۱۰ دقیقه پروتکل گرم کردن که حاوی ۲ نوبت ۲۰ ضربه‌ای پا روبه‌جلو (آپ چاگی) و ۳ نوبت ۲۰

تایی بانداال تی چاگی بود، را روی میت با سرعت متوسط انجام دادند (۱۷) و بعد از ۲ الی ۳ دقیقه استراحت، برای اجرای آزمون‌های اصلی به شرح زیر آماده شدند:

- ۱) اجرای آزمون FSKT Multi (Frequency Speed of Kick Test) برای بررسی اوج و میانگین توان بی‌هوازی در ۵ تکرار ده ثانیه‌ای و پس از هر آزمون FSKT بلافاصله از آزمودنی‌ها میزان ادراک خستگی مورد ارزیابی قرار گرفت.
- ۲) بعد از ۵ دقیقه استراحت، آزمون اختصاصی PSST (Progressive Specific Taekwondo Test) برای بررسی توان هوازی، مدت زمان رسیدن به واماندگی و بررسی سوبسترای متابولیسم هوازی تکواندوکاران توسط گاز آنالایزر همراه با بررسی همزمان فاکتورهای  $VO_2$ ,  $VCO_2$  و  $VO_2$  Peak، HR و HR Peak صورت گرفت. در حین و بلافاصله بعد از اتمام آزمون میزان ادراک خستگی گرفته شد.
- ۳) بعد ۱۵ دقیقه استراحت میزان سطح لاکتات خون با استفاده از لاکتومتر اندازه‌گیری گردید.
- ۴) مجدداً آزمون FSKT Multi اجرا گردید (۱۸).
- ۵) ۳ دقیقه بعد، میزان سطح لاکتات خون مجدداً اندازه‌گیری گردید.

بعد از انجام پیش آزمون‌ها، آزمودنی‌ها به دو گروه ۱۲ نفری مکمل و دارونما تقسیم شدند و به مدت ۲۸ روز از مکمل بتا آلانین (برند بالک) یا دارونما دکستروز (برند سیگما) به مقدار ۵ گرم در روز (در ۵ تکرار راس ساعت‌های ۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۹ و ۲۱ به مقدار ۱ گرم با یک لیوان آب) میل کردند. همچنین، از آزمودنی‌ها درخواست شد در صورت بروز عوارض آزمونگر را آگاه سازند. در نهایت بعد از ۴ هفته مجدداً از شرکت‌کنندگان آزمون‌های ذکر شده با شرایط همسان پیش آزمون، گرفته شد (شکل-۱).



شکل ۱. طرح شماتیک مطالعه

برنامه تمرینی متداول تکواندو: شامل ۳۰ دقیقه گرم کردن (دویدن، طناب زدن، حرکات پویشی، کششی و بدنسازی) سپس به مدت ۶۰-۹۰ دقیقه تمرینات تکنیک و تاکتیک، مبارزه و انعطاف‌پذیری طبق برنامه مربیان حداقل سه بار در هفته بود.

سنجش توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون FSKT: در این پژوهش برای بررسی توان بی‌هوازی تکواندوکاران و تغییرات آن قبل و بعد از مکمل‌گیری از آزمون سرعت تکرار ضربه FSKT استفاده گردید. FSKT<sub>MULTI</sub> یک روش جدید به جای آزمون وینگیت، با در نظر گرفتن تعداد ضربات بانداال تی چاگی (یکی از پرکاربردترین ضربات تکواندو) در ۵ تکرار ده ثانیه‌ای است که به بررسی عملکرد بی‌هوازی تکواندوکاران می‌پردازد (۱۹). برای دستیابی به عملکرد بی‌هوازی تعداد ضربات زده شده در هر نوبت، بیشترین

تعداد ضربات و شاخص کاهش ضربات (KDI (Kick Decrement Index) در نظر گرفته شد. این شاخص به میزان کاهش عملکرد در طی آزمون اشاره دارد که درصد آن از فرمول زیر به دست می آید (۲۰).

$$KDI (\%) = \left[ 1 - \frac{FSKT1 + FSKT2 + FSKT3 + FSKT4 + FSKT5}{Best FSKT \times \text{Number of Sets}} \right] \times 100$$

سنجش توان هوازی با استفاده از آزمون PSTT: برای بررسی توان هوازی تکواندوکاران و تغییرات آن قبل و بعد از مکمل گیری از آزمون پیشرونده اختصاصی تکواندو PSTT استفاده گردید. PSTT ابزاری معتبر برای ارزیابی قدرت و ظرفیت هوازی ورزشکاران تکواندو بر اساس مقایسه مستقیم با آزمون تردمیل است (۲۱). نحوه انجام این آزمون بدین صورت بود که تکواندوکاران تا حد توان با صدای بوق با حداکثر قدرت ضربه باندال تی چاگی را تا هر مرحله‌ای از توان خود با دو پا اجرا می کنند کل مدت زمان آزمون حدود ۱۵ دقیقه می باشد، که آزمودنی ها تا رسیدن به زمان واماندگی مراحل را پشت سر گذاشتند.

نحوه سنجش متابولیسم سوپسترای فعالیت استقامتی: در طول اجرای آزمون PSTT آزمودنی‌ها به دستگاه گازآنالیزر وصل بودند و اکسیژن مصرفی ( $VO_2$ )، دی اکسید کربن ( $VCO_2$ )، اوج اکسیژن مصرفی  $VO_{2Peak}$ ، ضربان قلب HR، اوج ضربان قلب  $HR_{Peak}$ ، نسبت تبادل تنفسی (RER) و متابولیسم سوپسترا توسط دستگاه قبل از فعالیت و در طی فعالیت ثبت گردید.

اندازه گیری ادراک خستگی: برای اندازه گیری میزان درک سختی و فشار در حین فعالیت بدنی از میزان ادراک خستگی (Rating of Perceived Exertion) اصلاح شده، استفاده گردید. در مقیاس RPE اصلاح شده که با عنوان شاخص طبقه بندی بورگ (CR10) نیز شناخته می شود، در واقع شاخص بورگ CR10 مشابه همان مقیاس اصلی است با این تفاوت که میزان درد نیز در این مقیاس در نظر گرفته می شود. این مقیاس از ۰ تا ۱۰ متغیر بوده که ۰ کمترین و ۱۰ بالاترین نمره است.

مسائل اخلاقی تحقیق: شرکت در این تحقیق به صورت داوطلبانه بود و آزمودنی‌ها مجاز بودند که در هر یک از مراحل تحقیق از ادامه کار انصراف دهند. کلیه اقدامات انجام شده مطابق با اعلانیه اخلاقی هلسینکی در مورد آزمودنی‌های انسانی انجام شد و کمیته اخلاق در پژوهش، پژوهشگاه علوم ورزشی ایران با شناسه IR.SSRC.REC.1402.183 این پژوهش را از نظر اخلاقی مورد تایید قرار داد.

تحلیل آماری: برای توصیف یافته‌ها از شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی استفاده گردید. آزمون شاپیروویلیک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون لون برای بررسی برابری واریانس متغیرهای مورد نظر استفاده شد. برای مقایسه گروه‌ها از آزمون آنووا مکرر با عامل بین گروهی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد و سطح معنی دار ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

ابتدا با استفاده از آزمون شاپیروویلیک طبیعی بودن توزیع داده‌های همه متغیرهای تحقیق حاضر تایید شد ( $p > 0.05$ ). نتایج آزمون آنوای مکرر ( $2 \times 4$ ) با عامل بین گروهی نشان داد که تفاوت معنادار بین دو گروه در شاخص KDI وجود ندارد. همچنین، نتایج آزمون آنوای نشان داد که میانگین شاخص KDI بین دو گروه قبل و بعد از ۲۸ روز اعمال مداخله تفاوت معنادار وجود نداشت (جدول ۳-۴). با این حال، در دو گروه (مکمل و دارونما) در پس آزمون نسبت به پیش آزمون در متغیرهای زمان واماندگی و تعداد مراحل رسیدن به واماندگی تفاوت معنادار داشتند، به طوری که این معناداری به نفع گروه مکمل بود ( $p < 0.05$ ).

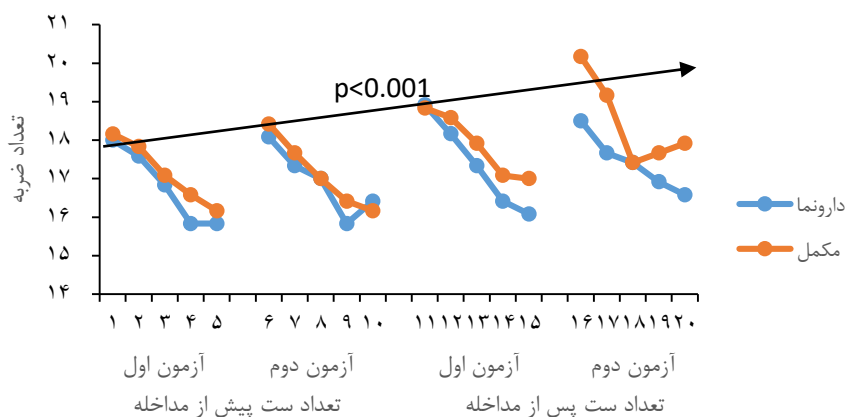
جدول ۲. تحلیل شاخص‌های عملکرد بی هوازی

شاخص	گروه	پیش از مداخله	پس از مداخله	آماره	F	P	$\eta^2$
		آزمون اول	آزمون دوم	آزمون اول	آزمون دوم		

دارونما	0/12 ± 0/17	0/08 ± 0/05	0/06 ± 0/041	0/08 ± 0/045	تعامل	1/285	0/287	0/055
مکمل	0/09 ± 0/029	0/07 ± 0/034	0/08 ± 0/039	0/07 ± 0/037	زمان	0/406	0/749	0/018
دارونما	84/41 ± 2/69	85/66 ± 1/96	89/41 ± 2/49	92/33 ± 1/92	تعامل	1/66	0/183	0/070
مکمل	84/08 ± 1/51	84/66 ± 1/83	86/91 ± 1/38	87/08 ± 1/34	زمان	9/08	0/000*	0/292

نتایج آزمون آنوای مکرر (2×4) با عامل بین گروهی نشان داد که تفاوت معنادار بین دو گروه در شاخص تعداد کل ضربات وجود ندارد. با وجود این، نتایج آزمون آنوا نشان داد که از نظر زمان قبل و بعد از 28 روز اعمال مداخله تفاوت معنادار در هر دو گروه وجود داشت (جدول 2). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین آزمون اول بعد از 28 روز اعمال مداخله و آزمون اول قبل از اعمال مداخله (p=0/007) و همچنین بین آزمون بی هوازی دوم بعد از 28 روز اعمال مداخله و آزمون بی هوازی دوم قبل از اعمال مداخله (p=0/001) تفاوت معنادار وجود دارد، سایر مقایسه‌ها تفاوت معنادار نداشتند (p>0/05).

نتایج آزمون آنوای مکرر (2×20) با عامل بین گروهی نشان داد که تفاوت معنادار بین دو گروه در شاخص تعداد ضربات هر نوبت وجود ندارد (p=0.256, η<sup>2</sup>=0.052 F<sub>(19,418)</sub>=1.19). با وجود این، نتایج آزمون آنوا نشان داد که از نظر زمان قبل و بعد از 28 روز اعمال مداخله تفاوت معنادار در هر دو گروه وجود دارد (p<0.001, η<sup>2</sup>=0.420 F<sub>(19,418)</sub>=15.94) (شکل 2).



شکل 2. تعداد ضربات در هر ست در پیش و پس آزمون در دو گروه دارونما و مکمل.

نتایج آزمون آنوای مکرر (2×2) با عامل بین گروهی نشان داد که تفاوت معنادار بین دو گروه در شاخص زمان واماندگی در آزمون PSTT وجود ندارد. همچنین، نتایج آزمون آنوا نشان داد که از نظر زمان قبل و بعد از 28 روز اعمال مداخله صرف نظر از نوع گروه، تفاوت معناداری بین پیش آزمون و پس آزمون وجود داشت. تفاوت معنادار بین دو گروه در پیش و پس آزمون در شاخص Vo<sub>2</sub>max وجود نداشت. همچنین، نتایج آزمون آنوا نشان داد که از نظر زمان قبل و بعد از 28 روز اعمال مداخله صرف نظر از نوع گروه، تفاوت معناداری بین پیش آزمون و پس آزمون وجود نداشت. نتایج آزمون آنوای مکرر (2×2) با عامل بین گروهی نشان داد که تفاوت معنادار بین دو گروه در پیش و پس آزمون در شاخص تعداد مراحل واماندگی وجود ندارد. همچنین نتایج آزمون آنوا نشان داد که از نظر زمان قبل و بعد از 28 روز اعمال مداخله صرف نظر از نوع گروه، تفاوت معناداری بین پیش آزمون و پس آزمون وجود داشت (جدول 3).

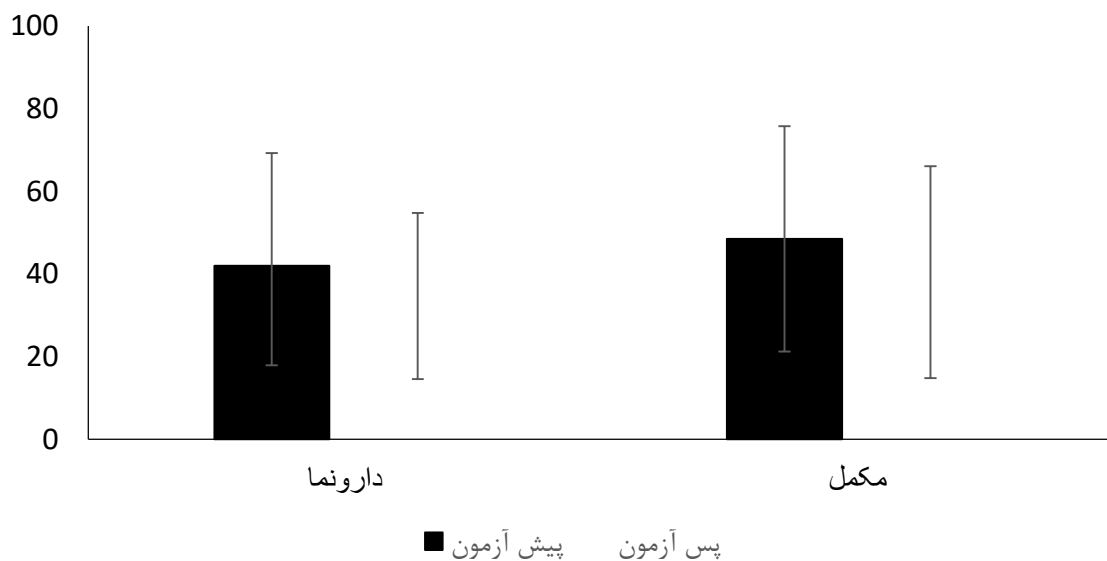
### جدول 3. تحلیل شاخص های عملکرد بی هوازی



شاخص	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات	آماره	df	F	P	$\eta^2$
زمان واماندگی	دارونما	۱۰/۳۹±۰/۹۸	۱۱/۷۱±۱/۰۰	۱۲/۷۰	تعامل	(۱,۲۲)	۰/۷۳۵	۰/۴۰۱	۰/۰۳۲
	مکمل	۱۰/۳۷±۱/۰۵	۱۲/۴۳±۰/۸۰	۱۹/۸۶	زمان	(۱,۲۲)	۱۵/۷۱	۰/۰۰۱*	۰/۴۱۷
Vo2 max	دارونما	۳۷/۰۷±۶/۳۵	۳۷/۱۷±۷/۴۴	۰/۲۶	تعامل	(۱,۲۲)	۰/۰۰۱	۰/۹۷۹	۰/۰۰۱
	مکمل	۳۳/۲۱±۸/۲۰	۳۳/۱۶±۶/۰۱	-۰/۱۵	زمان	(۱,۲۲)	۰/۰۰۵	۰/۹۴۶	۰/۰۰۱
مرحله واماندگی	دارونما	۸/۹۱±۳/۰۲	۱۰/۰۸±۳/۱۱	۱۳/۱۳	تعامل	(۱,۲۲)	۱/۱۷	۰/۲۰۴	۰/۰۷۲
	مکمل	۸/۹۰±۳/۳۱	۱۱/۰۰±۲/۵۵	۲۳/۵۹	زمان	(۱,۲۲)	۲۱/۵۸	*۰/۰۰۱	۰/۴۹۵

نتایج آزمون آنوای مکرر (۲×۲) با عامل بین گروهی نشانی داد که تفاوت معنادار بین دو گروه در میزان چربی مصرفی وجود ندارد. همچنین نتایج آزمون آنوا نشان داد که از نظر زمان قبل و بعد از ۲۸ روز اعمال مداخله صرف نظر از نوع گروه، تفاوت معناداری بین پیش آزمون و پس آزمون وجود نداشت (شکل ۳).

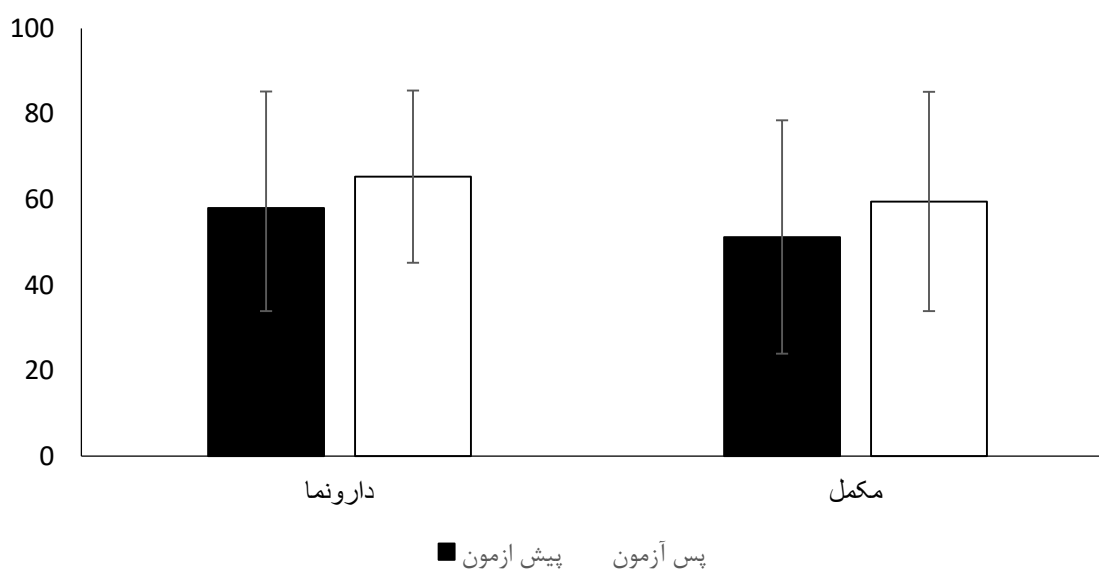
### شاخص مصرف چربی



شکل ۳. میانگین و انحراف استاندارد شاخص مصرف چربی ۳۰ ثانیه آخر آزمون PSTT در دو گروه مکمل و دارونما.

نتایج آزمون آنوای مکرر (۲×۲) با عامل بین گروهی نشانی داد که تفاوت معنادار بین دو گروه در میزان کربوهیدرات مصرفی وجود ندارد. همچنین، نتایج آزمون آنوا نشان داد که از نظر زمان قبل و بعد از ۲۸ روز اعمال مداخله صرف نظر از نوع گروه، تفاوت معناداری بین پیش آزمون و پس آزمون وجود نداشت (شکل ۴).

### شاخص مصرف کربوهیدرات



شکل ۴. میانگین و انحراف استاندارد شاخص مصرف کربوهیدرات ۳۰ ثانیه آخر آزمون PSTT در دو گروه مکمل و دارونما.

### بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر مکمل گیری بتا آلانین به همراه تمرینات متداول تکواندو بر شاخص های بی هوازی، هوازی و متابولیسم سوپسترا روی دختران تکواندو کار انجام گرفت و نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تفاوت معنادار بین دو گروه مکمل و دارو نما بعد از ۴ هفته تمرین متداول تکواندو در شاخص های KDI، تعداد کل ضربات، زمان و مراحل واماندگی، حداکثر اکسیژن مصرفی، درصد چربی مصرفی و کربوهیدرات وجود ندارد با این حال، اختلاف معنی داری بین دو گروه در زمان واماندگی و تعداد مراحل رسیدن به واماندگی مشاهده شد که بیانگر این است که مکمل یاری بتا آلانین در یک دوره کوتاه مدت، بر عملکرد می تواند تاثیر گذار باشد.

به طور کلی، ورزشکاران موفق در تورنمنت های تکواندو هم ظرفیت بی هوازی بالاتر و هم تکنیک بهتری داشته اند (۳۲). مطالعات مختلف نشان داده اند که تمرینات ورزشی از طریق افزایش غلظت کارنوزین عضله سبب افزایش ظرفیت متابولیسم هوازی و بی هوازی می شوند (۱۲، ۲۳). همچنین، بسیاری از مطالعات نشان داده اند که مصرف مکمل بتا آلانین سبب افزایش ظرفیت هوازی و بی هوازی ورزشکاران مختلف می شود (۱۱، ۲۴-۲۶). با وجود این، عملکرد بی هوازی در این تحقیق با استفاده از شاخص های KDI و تعداد کل ضربات سنجیده شد، که نتایج نشان داد تفاوت بین دو گروه در متغیرهای یاد شده وجود نداشت. با وجود این، تمرینات متداول تکواندو با و بدون مکمل بتا آلانین سبب کاهش شاخص KDI و افزایش تعداد کل ضربات در پس آزمون نسبت به پیش آزمون شد. اگرچه مطالعه ای تا کنون روی تکواندوکاران صورت نگرفته است، اما مطالعات زیادی اثربخشی مصرف طولانی مدت بتا آلانین را بر عملکرد آزمون وینگیت در ورزشکاران مختلف بررسی کرده اند (۱۱، ۱۵، ۲۷-۳۰)، در حالی که تنها چند مطالعه روی ورزشکاران هنرهای رزمی انجام شده است (۱۱، ۲۷-۲۹). نتایج این مطالعات نتایج متضادی ارائه داده اند و تأثیر مثبت (نسبت به تمرین به تنهایی) (۲۹) و یا عدم تأثیر مصرف مزمن بتا آلانین (نسبت به تمرین به تنهایی) را نشان داده اند (۱۱، ۲۷، ۲۸). مطالعه دیگری به مقایسه توان بی هوازی و ظرفیت هوازی در دو بخش کیوروگی و پومسه تکواندوکاران پرداخته و به برتری کیوروگی کاران نسبت به پومسه کاران اشاره کرده است بنابراین مطالعه با توجه به بالا بودن دو فاکتور ذکر شده احتمال می رود با توجه به کیوروگی کار بودن آزمودنی های مطالعه حاضر بتا آلانین می تواند اثربخشی کمتری نشان دهد (۳۱). تنها یک

مطالعه روی ورزشکاران جودو، استفاده از بتا آلانین باعث بهبود در آزمون وینگیت اندام فوقانی شد (۲۹) که با نتایج فعلی مطابقت ندارد. این اختلاف می‌تواند به این دلیل باشد که ارزیابی مطالعه ما روی اندام تحتانی با استفاده از آزمون‌های ویژه تکواندو بود، این در حالی است که در مطالعه کچمارک و همکاران (۲۰۱۶) از آزمون وینگیت و اندام فوقانی استفاده شده است. از طرفی، یکی از دلایل عدم تاثیر گذاری مکمل بتا آلانین می‌تواند به دوره کوتاه مدت مکمل یاری و دوز مصرفی پائین‌تر در تحقیق حاضر (۲۸ روز به میزان ۵ گرم در روز) اشاره کرد، چرا که نشان داده شده است که مصرف حداقل ۴ هفته بتا آلانین (۶/۴ گرم در روز) ممکن است عملکرد در ورزش‌هایی که با تقاضای بی‌هوایی مشخصی همراه هستند، بهبود بخشد. به طور مثال، دونون و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود روی ورزشکاران جوان بوکسور نشان دادند که ۴ هفته مکمل یاری بتا آلانین (۶ گرم در روز) سبب افزایش تعداد ضربات بوکسورها نسبت به پیش آزمون شد (۳۲). این در حالی است که مصرف ۵ گرم در روز سبب تفاوت معنادار بین دو گروه نشد، این نشان می‌دهد که میزان دوز مصرفی تا چه اندازه می‌تواند موثر واقع شود. تاثیر مثبت مصرف بتا آلانین در پس آزمون نسبت به پیش آزمون با تنظیم تعادل اسید-باز (۱۵) و نشان دادن ظرفیت بافرینگ داخل سلولی مرتبط است که فرایندهای اثر-انقباضی در بافت عضلانی را بهبود می‌بخشد (۳۰).

همچنین، نتایج تحقیق حاضر نشان داد تفاوت معنادار بین دو گروه مکمل و دارو نما بعد از ۴ هفته تمرین متداول تکواندو در شاخص‌های هوازی یافت نشد. با وجود این تمرینات متداول تکواندو با و بدون مکمل بتا آلانین (در هر دو گروه) سبب افزایش زمان رسیدن به واماندگی (۲۰ درصد) و مراحل واماندگی (۲۴ درصد) در پس آزمون نسبت به پیش آزمون شد. همسو با نتایج تحقیق حاضر، مطالعات مختلفی نشان دادند که مکمل یاری بتا آلانین تغییری در  $VO_{2max}$  ایجاد نکرده است (۳۳-۳۶). در مقابل نتایج مطالعاتی نیز نشان داد مکمل یاری بتا آلانین سبب افزایش معنادار  $VO_{2max}$  می‌شود (۳۷، ۳۸). در مطالعه غیاسوند و همکاران (۲۰۱۲) آزمودنی‌ها به مدت ۶ هفته و در هر روز ۵ میلی‌گرم بتا آلانین دریافت کردند، در پایان هفته ششم میزان  $VO_{2max}$  بین دو گروه مکمل و دارونما متفاوت بود. یکی از دلایل این اختلاف می‌تواند به نوع آزمودنی‌ها و سطح تمرینی آنها برگردد. چرا که در مطالعه حاضر آزمودنی‌ها تکواندو کار حرفه‌ای بودند، ولی در مطالعه غیاسوند و همکاران (۲۰۱۲) دانشجویان فعال بودند (۳۷). بنابراین، برای مشاهده اثرات تمرین و مکمل در افراد نخبه به زمان بیشتری (بیشتر از ۴ هفته) نیاز است تا اثرات آن نمایان شود. به علاوه، اسمیت و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر تمرینات اینتروال شدید به همراه مکمل یاری بتا آلانین را بررسی کردند و نتایج این تحقیق نشان داد که میزان اکسیژن مصرفی بعد از ۶ هفته افزایش یافت (۳۸). علاوه بر مدت طولانی‌تر مکمل یاری بتا آلانین (۶ هفته در مقابل ۴ هفته)، تفاوت در برنامه تمرینی نیز می‌تواند از دلایل این تضاد در نتایج باشد، چرا که نشان داده شده است انجام فعالیت‌های فوق‌بیشنه به همراه مکمل یاری بتا آلانین سبب افزایش معنادار در عملکرد هوازی و اکسیژن مصرفی می‌شود (۳۹). با وجود این، افزایش زمان رسیدن به واماندگی (۲۰ درصد) و مراحل واماندگی (۲۴ درصد) در تحقیق حاضر نشان دهنده آن است که بهبود جزئی در این متغیرها در ورزشکاران نخبه می‌تواند دارای اهمیت باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین دو گروه در متابولیسم سوستر (میزان مصرف چربی و کربوهیدرات) تفاوت معنادار دیده نشد. مطالعات محدود در این زمینه با نتایج متناقضی وجود دارد که برخی همسو با یافته‌های این پژوهش عدم اختلاف معنی‌دار (۴۰) و برخی اختلاف معنی‌دار در متابولیسم سوستر را گزارش کرده‌اند (۲۳). به طور مثال، متیوس و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود نشان دادند که ۶ هفته مکمل‌گیری بتا آلانین سبب تغییر معنادار در متابولیسم انرژی نشد (۴۰). در مقابل گروس و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که مصرف مکمل بتا آلانین به همراه تمرینات اینتروال سبب افزایش متابولیسم هوازی شد. در این مطالعه نشان داده شد که بعد از ۶ هفته مکمل‌گیری با تمرینات اینتروال میزان سهم انرژی هوازی ۱/۴ درصد افزایش یافت (۲۳). این افزایش سهم انرژی هوازی بعد از مصرف مکمل می‌تواند به افزایش کارنوزین عضلانی، انگیزه و درک فشار نسبت داد (۲۳)، با وجود این به مطالعات بیشتری در این زمینه نیاز است. ما تایید می‌کنیم که در اجرای این پژوهش محدودیت‌های وجود داشته است. پژوهش حاضر روی دختران تکواندوکاران جوان صورت گرفت و محدودیت‌هایی جهت نمونه‌گیری خونی وجود داشت و در صورتی که یک سری شاخص‌های خونی مانند نیمرخ چربی، گلیسرول و گلوکز اندازه‌گیری می‌شد، تفسیر یافته‌ها بهتر صورت می‌پذیرفت. هم‌چنین، از آنجایی که امکان ارزیابی متغیرهای تحقیق برای بازه ۴ هفته با دوز مصرفی ۵ گرم در روز بیشتر نبود، بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی سنجش متغیرها در بازه زمانی و مصرفی بیشتری همراه با نمونه خونی صورت پذیرد.

در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۲۸ روز مکمل یاری بتاآلانین تاثیر معناداری بر عملکرد ورزشی تکواندوکاران نداشت، از طرفی این مکمل اثر مثبت تری نسبت به گروه تمرین در زمان رسیدن به واماندگی و تعداد مراحل رسیدن به واماندگی را نشان داد. بنابراین، این مکمل اثر مخربی بر عملکرد ورزشی ندارد و از آنجایی که بهبود اندک در عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای می‌تواند زمینه ساز موفقیت این ورزشکاران شود، لذا این ورزشکاران می‌توانند برای بهبود عملکرد خود از آن استفاده کنند، با وجود این به مطالعات بیشتری در این زمینه نیاز است.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی افرادی که ما را در جهت پیشبرد این پژوهش یاری نموده‌اند به‌ویژه آزمودنی‌ها، مربیان تکواندو مسئول آزمایشگاه دانشگاه خوارزمی تشکر و قدردانی می‌شود.

## حامی / حامیان مالی

این پژوهش حاصل رساله دکتری در دانشکده علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی می‌باشد و بدین وسیله از حمایت مالی دانشگاه خوارزمی کمال تشکر را داریم.

## مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در طراحی، اجرا، تحلیل یافته‌ها و نگارش مقاله مشارکت داشتند.

## تعارض منافع

در این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافی برای نویسندگان وجود ندارد.

## منابع

1. Yousef K, Khosro J, Gholamreza S. Comparison the effect of Beta-Alanine and sodium bicarbonate supplementation on changes LDH and CK in elite men taekwondo. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 2015;7(12):1067-72.
2. Thomas G. Periodization: Theory and Methodology of Training (Book Review). *The Sport and Exercise Scientist*. 2020(65):10.
3. Behpoor N, Yoosefi S. The Effect of  $\beta$ -Alanine Supplementation on Serum Lactate Response and Muscular Endurance in Male Bodybuilders. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2017;12(2):19-26.
4. Basereh A, Rajabi H, Gharibzadeh S, Jaberzadeh S. Adaptations of cortical-spinal excitatory and inhibitory pathways in strength changes caused by resistance training in untrained individuals Based on Transcranial Magnetic Stimulation. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2022;14(1):81-97.
5. Yavuz HU, Turnagol H, Demirel AH. Pre-exercise arginine supplementation increases time to exhaustion in elite male wrestlers. *Biology of sport*. 2014;3:۹۱-۱۸۷:(۳)
6. Sheikholeslami-Vatani D, Bolurian MR. Acute effects of different doses of beta-alanine supplement on neuromuscular fatigue and lactate accumulation after intense interval exercise. *Studies in Medical Sciences*. 2016;26(11):912-20.
7. Evaluation of national athlete's attitude to vitamin/mineral supplements. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2010;2(2):279.-

- ٨ Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Garnacho-Castaño MV, Veiga-Herreros P, Lozano-Estevan MdC, García-Fernández P, et al. Effects of  $\beta$ -alanine supplementation during a 5-week strength training program: a randomized, controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15(1):19.
- ٩ Hill C, Harris RC, Kim H, Harris B, Sale C, Boobis L, et al. Influence of  $\beta$ -alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino acids*. 2007;32:225-33.
- ١٠ Trexler ET, Smith-Ryan AE, Stout JR, Hoffman JR, Wilborn CD, Sale C, et al. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2015;12(1):30.
- ١١ Alabsi K, Rashidlamir A, Dokht EH. The effect of 4 Weeks of strength training and beta-alanine supplementation on anaerobic power and carnosine level in boxer players. *Journal of Science in Sport and Exercise*. 2023;5(1):62-9.
- ١٢ Smith AE, Walter AA, Graef JL, Kendall KL, Moon JR, Lockwood CM, et al. Effects of  $\beta$ -alanine supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double-blind trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2009;6(1):5.
- ١٣ Yarbrough ME. Effects of Beta-alanine Supplementation and High Intensity Interval training among Recreationally Active Females. 2016.
- ١٤ Chung W, Shaw G, Anderson ME, Pyne DB, Saunders PU, Bishop DJ, et al. Effect of 10 week beta-alanine supplementation on competition and training performance in elite swimmers. *Nutrients*. 2012;4(10):1441-53.
- ١٥ Harris RC, Tallon M, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied  $\beta$ -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino acids*. 2006;30:279-89.
- ١٦ Bridge CA, Ferreira da Silva Santos J, Chaabene H, Pieter W, Franchini E. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*. 2014;44:713-33.
- ١٧ Tayech A, Mejni MA, Chaabene H, Chaouachi M, Behm DG, Chaouachi A. Test-retest reliability and criterion validity of a new Taekwondo Anaerobic Intermittent Kick Test. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2018;59(2):230-7.
- ١٨ Durkalec-Michalski K, Zawieja EE, Zawieja BE, Michałowska P, Podgórski T. The gender dependent influence of sodium bicarbonate supplementation on anaerobic power and specific performance in female and male wrestlers. *Scientific reports*. 2020;10(1):1-12.
- ١٩ da Silva Santos JF, Franchini E. Is frequency speed of kick test responsive to training? A study with taekwondo athletes. *Sport Sciences for Health*. 2016;12:377-82.
- ٢٠ da Silva Santos JF, Franchini E. Frequency speed of kick test performance comparison between female taekwondo athletes of different competitive levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(10):2934-8.
- ٢١ Sant'Ana J, Franchini E, Murias JM, Diefenthaler F. Validity of a taekwondo-specific test to measure VO<sub>2</sub>peak and the heart rate deflection point. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(9):2523-9.
- ٢٢ Sadowski1ACD J, Gierczuk1BD D, Miller2BE J, Cieśliński1CD I. Success factors in elite WTF taekwondo competitors.
- ٢٣ Gross M, Boesch C, Bolliger CS, Norman B, Gustafsson T, Hoppeler H, et al. Effects of beta-alanine supplementation and interval training on physiological determinants of severe exercise performance. *European journal of applied physiology*. 2014;114:221-34.
- ٢٤ Askari F, Rahmaninia F. The effect of 8 weeks beta-alanine supplementation and resistance training on maximal-intensity exercise performance adaptations in young males. *Physical education of students*. 20-٤:(١)٢٣;١٩
- ٨

- ۲۵ Wang R. The Effect of Repeated Sprint Training in Hypoxia and Beta-Alanine Supplementation on Exercise Performance. 2017.
- ۲۶ Rosas F, Ramírez Campillo R, Martínez Salazar C, Caniuqueo Vargas A, Cañas Jamet R, McCrudden E, et al. Effects of plyometric training and beta-alanine supplementation on maximal-intensity exercise and endurance in female soccer players. *Journal of Human Kinetics*, volume 58/2017, 99-109. 2017.
- ۲۷ Halz M, Kaszuba M, Helbin J, Krzysztofik S, Suchanecka A, Zajac A. Beta-alanine supplementation and anaerobic performance in highly trained judo athletes. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 2022;14(2):1.
- ۲۸ Kim K-J, Song H-S, Yoon DH, Fukuda DH, Kim SH, Park D-H. The effects of 10 weeks of  $\beta$ -alanine supplementation on peak power, power drop, and lactate response in Korean national team boxers. *Journal of exercise rehabilitation*. 2018;14(6):985.
- ۲۹ Tobias G, Benatti FB, de Salles Painelli V, Roschel H, Gualano B, Sale C, et al. Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. *Amino acids*. 2013;45:309-17.
- ۳۰ Begum G, Cunliffe A, Leveritt M. Physiological role of carnosine in contracting muscle. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2۰۱۴-۲۰۱۵;(۵)۱۵;۰۰۵
- ۳۱ mirmohammadi s. Comparison of Selected physiological and Physical Fitness characteristics of Professional Women taekwondo athletes in Kiurogi and Poomsae Styles. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2017;10(2):47-58.
- ۳۲ Donovan T, Ballam T, Morton JP, Close GL.  $\beta$ -alanine improves punch force and frequency in amateur boxers during a simulated contest. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2012;22(5):331-7.
- ۳۳ Kendrick IP, Harris RC, Kim HJ, Kim CK, Dang VH, Lam TQ, et al. The effects of 10 weeks of resistance training combined with  $\beta$ -alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino acids*. 2008;34:547-54.
- ۳۴ Beasley L, Smith L, Antonio J, Gordon D, Johnstone J, Roberts J. The effect of two  $\beta$ -alanine dosing strategies on 30-minute rowing performance: a randomized, controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15(1):59.
- ۳۵ Bellinger PM, Minahan CL. Metabolic consequences of  $\beta$ -alanine supplementation during exhaustive supramaximal cycling and 4000-m time-trial performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2016;41(8):864-71.
- ۳۶ Outlaw JJ, Smith-Ryan AE, Buckley AL, Urbina SL, Hayward S, Wingfield HL, et al. Effects of  $\beta$ -alanine on body composition and performance measures in collegiate women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2016;30(9):2627-37.
- ۳۷ Ghiasvand R, Askari G, Malekzadeh J, Hajishafiee M, Daneshvar P, Akbari F, et al. Effects of Six Weeks of  $\beta$ -alanine Administration on VO(2) max, Time to Exhaustion and Lactate Concentrations in Physical Education Students. *Int J Prev Med*. 2012;3(8):559-63.
- ۳۸ Smith AE, Moon JR, Kendall KL, Graef JL, Lockwood CM, Walter AA, et al. The effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on neuromuscular fatigue and muscle function. *European journal of applied physiology*. 2009;105:357-63.
- ۳۹ Skulachev V. Biological role of carnosine in the functioning of excitable tissues. *Biochemistry Moscow* . ۲۰۰۵-۲۰۰۶;(۷)۶۵;۲۰۰۰
- ۴۰ Norberto MS, Barbieri RA, Bertucci DR, Gobbi RB, Campos EZ, Zagatto AM, et al. Beta alanine supplementation effects on metabolic contribution and swimming performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2020;1۴۰:(۱)۷