

تأثیر مصرف حاد کافئین و آرژنین آلفاگلوکوتارات بر عملکرد قدرتی و زنه برداران نخبه جوان

محمد بابائی[✉]، محسن سلطانی^۱، سمانه هادی^۲، مهدی رضاقلیزاده^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۰

چکیده

هدف: در پژوهش حاضر، اثر مصرف حاد کافئین و آرژنین آلفاگلوکوتارات بر عملکرد قدرتی شامل حرکات یک ضرب، دو ضرب و اسکات با هالتر وزنه برداران نخبه بررسی گردید.
روش‌شناسی: ۱۰ وزنه بردار نخبه جوان در یک طرح متقاطع یک سویه کور شرکت کردند که طی چهار مرحله به فاصله یک هفته از همدیگر اجرا شد. این آزمودنی‌ها طی فرآیند نمونه‌گیری غیر تصادفی هدفمند انتخاب شدند. تمام آزمودنی‌ها در هفته اول یک ساعت قبل از اجرای حرکات یک ضرب، دو ضرب و اسکات با هالتر دارونما به میزان ۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن مصرف نمودند. سپس در هفته دوم یک ساعت قبل از اجرای حرکات، ۵ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن توسط آزمودنی‌ها مصرف شد. در هفته سوم یک ساعت قبل از اجرای حرکات به میزان ۴ گرم آرژنین آلفاگلوکوتارات مصرف شد. سپس در هفته چهارم یک ساعت قبل از اجرای حرکات مکمل‌های کافئین و AAKG توسط آزمودنی‌ها مصرف شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ تجزیه و تحلیل شد.
یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد مقدار قدرت در حرکت یک ضرب در شرایط کافئین و AAKG بالاتر از دارونما بود ($P=0.001$)، همچنین، در ترکیب کافئین و AAKG ($P=0.001$) نسبت به کافئین بالاتر بود. عملکرد حرکت دو ضرب در هر سه مداخله نسبت به دارونما بالاتر ($P=0.001$) و ترکیب کافئین و AAKG ($P=0.023$) نسبت به کافئین به تنهایی بالاتر بود. رکورد حرکت اسکات با هالتر تنها در شرایط مصرف کافئین و ترکیب کافئین و AAKG نسبت به دارونما بالاتر بود.
نتیجه‌گیری: به طور کلی یافته‌ها نشان داد که مصرف حاد ترکیب مکمل‌های کافئین و آرژنین آلفاگلوکوتارات می‌تواند سبب بهبود عملکرد قدرتی در ورزشکاران رشته وزنه‌برداری گردد بنابراین توصیه می‌شود که از ترکیب این دو مکمل به عنوان یک استراتژی بهبود دهنده قدرت استفاده گردد.

واژگان کلیدی: کافئین، آرژنین آلفاگلوکوتارات، وزنه‌برداری، حرکت یک ضرب، حرکت دو ضرب

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

✉ نویسنده مسئول:
m.babaei9674@gmail.com

۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

۳. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۴. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

بابائی، محمد؛ سلطانی، محسن؛ هادی، سمانه؛ رضاقلیزاده، مهدی. تأثیر مصرف حاد کافئین و آرژنین آلفاگلوکوتارات بر عملکرد قدرتی وزنه برداران نخبه جوان. پژوهش در تغذیه ورزشی. ۱۴۰۱؛ (۴): صفحه ۱-۱۰. doi: 10.22034/ren.2023.140137.1029



Effect of Acute Supplementation with Caffeine and Arginine Alpha-Actoglutarate on Strength Performance in Young Elite Weightlifters

Mohammad Babaei^{1✉}, Mohsen Soltani², Samaneh Hadi³, Mehdi Rezagholizadeh⁴

Received: 2022/04/09

Accepted: 2022/07/09

Abstract

Background: This study aimed to investigate the effects of acute consumption of caffeine and arginine alpha-actoglutarate on the strength performance of elite weightlifters, specifically focusing on one-stroke, two-stroke, and barbell squat movements.

Methods: 10 young elite weightlifters participated in a non-randomized single-blind crossover design, which was conducted in four phases, one week apart. In the first week, the subjects consumed a placebo in the amount of 5 mg per kg/body weight one hour before performing one-stroke, two-stroke and barbell squats. Then, in the second week, one hour before the exercises, 5 mg of caffeine per kg/body weight was consumed, and in the third week, one hour before the exercises, 4 grams of arginine alpha-actoglutarate were consumed. Then, in the fourth week, caffeine and AAKG supplements were consumed by the subjects one hour before performing the movements.

Result: The study revealed that the strength performance in the one-stroke movement was significantly higher with caffeine and AAKG compared to the placebo ($P \leq 0.05$). Moreover, the combination of caffeine and AAKG showed significantly higher results ($P = 0.01$) compared to caffeine alone. Double movement performance was higher in all three interventions compared to the placebo ($P \leq 0.05$), and the combination of caffeine and AAKG demonstrated significantly better results ($P = 0.023$) than caffeine alone. The barbell squat movement record was only improved with caffeine consumption and the combination of caffeine and AAKG compared to the placebo.

Conclusion: Overall, the study findings suggest that acute consumption of a combination of caffeine and arginine alpha-actoglutarate supplements can enhance strength performance in weightlifting athletes. Therefore, it is recommended to consider using this combination as a strategy for enhancing power in weightlifting.

Keywords: caffeine, arginine alpha actoglutarate, weight lifting, one stroke movement, two stroke movement.

^{1✉} Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Erbil, Iran.

✉ Corresponding: m.babaei9674@gmail.com

² Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.

³ Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Erbil, Iran

⁴ Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Citation:

Babaei M, Soltani M, Hadi S, Rezagholizadeh M. Effect of Acute Supplementation with Caffeine and Arginine Alpha-Actoglutarate on Strength Performance in Young Elite Weightlifters. *Research in Exercise Nutrition*, 2022. 1(3): p.1-10. doi.org/10.22034/ren.2023.140137.1029.

مقدمه

داروها و مکمل‌های نیروزا روی می‌آورند. بنابراین، معرفی مکمل‌های مجاز با عوارض جانبی کمتر و مناسب برای افزایش ظرفیت‌های فیزیولوژیک ورزشکاران، ضروری به نظر می‌رسد (۶). اجرا یا عملکرد ورزشی ورزشکار امری بسیار پیچیده است که به عوامل مختلفی از جمله وضعیت تغذیه، عملکرد عصبی عضلانی، قدرت، مهارت شرایط محیطی و تولید انرژی بستگی دارد. امروزه مصرف مکمل‌های ورزشی به میزان زیادی رواج یافته است (۷-۹). کمتر ورزشکاری را می‌توان یافت که در مراحل تمرین ورزشی خود یک یا چند مکمل غذایی را آزمایش نکرده باشد (۵). کافئین ۲ شایع‌ترین و پرمصرف‌ترین داروی محرک در میان عموم مردم است (۱۰). کافئین یک تری متیل گرانترین است که از عناصر کربن، هیدروژن، نیتروژن و اکسیژن (C₈H₁₀N₄O₂) تشکیل شده است و به‌عنوان یک آلکالوئید دسته بندی می‌شود (۱۱). کافئین بر اندام‌ها و بافت‌های مختلف مانند دستگاه عصبی، دستگاه قلبی و عروقی، عضلات اسکلتی و بافت چربی اثر می‌گذارد. تاثیر آنی مصرف کافئین بر قلب و عروق، کلیه و کبد، دستگاه عصبی مرکزی و متغیرهای اندوکراین مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین، مشخص شده است که کافئین موجب تحریک آزادسازی اسید چرب از بافت‌های چربی می‌شود که این امر به نوبه خود سبب کاهش وزن می‌گردد (۱۲). با توجه به ماهیت فعالیت‌های ورزشی شدید کوتاه‌مدت سه جایگاه اصلی تاثیرگذار کافئین در بدن انسان وجود دارد که عبارتند از: دستگاه عصبی مرکزی، انتقال عصبی و عضلانی و انقباض پذیری عضله. کافئین اثری مشابه آمفیتامین دارد و یکی از مکمل‌هایی است که به طور مشابهی در بین ورزشکاران رشته‌های هوازی و بی‌هوازی مصرف می‌گردد (۱۲). در پژوهش‌های زیادی تاثیر مصرف کافئین در ورزش بررسی شده است و آثار ارگونومیک مقادیر کم تا متوسط آن بر عملکرد به خوبی نشان داده شده است. در پژوهش‌های انجام گرفته، اسکندری و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف کافئین در کنار تمرینات ترکیبی سبب بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی در تکواندوکاران شده است (۱۲). همچنین، ساندا و همکاران^۳ (۲۰۱۲)، بهبود معنی‌داری را در قدرت و استقامت آزمودنی‌ها گزارش کردند (۱۳). در صورتی که، رحیمی و همکاران (۲۰۱۷)، نشان دادند که مصرف کافئین (شش میلی-گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بی‌هوازی آزمودنی‌ها ندارد (۱۴).

وزنه برداری^۱ به‌عنوان یکی از رشته‌های رقابتی که پایه و اساس آن بر عامل قدرت است، جایگاه ویژه‌ای در بین سایر رشته‌های ورزشی دارد و به‌عنوان یک رشته ورزشی پر طرفدار المپیک شناخته شده است، از این رو، یکی از شعارهای مهم المپیک یعنی قوی‌ترین را به خود اختصاص داده است. برنامه‌های ورزشی انجام گرفته توسط ورزشکاران رشته وزنه برداری موجب تقویت دو عامل قدرت و توان در آنها می‌شود. به همین دلیل، بیشترین بازده توانی در بین ورزشکاران رشته‌های مختلف در حرکات یک ضرب و دو ضرب ثبت شده است (۱). در طول اجرای حرکات مسابقه (یک ضرب و دو ضرب)، وزنه برداران نیاز به تولید نیروی حداکثر و فوق‌العاده دارند و میزان انقباض و توسعه نیرو باید به حداکثر برسد (۲). به‌منظور توسعه نیرو جهت کسب موفقیت، شناخت مباحث مرتبط با نوع ورزش ضروری است. یکی از این مباحث، دستگاه‌های انرژی درگیر در این رشته است. بدن از طریق سه دستگاه، نیاز خود را به انرژی تامین می‌کند که شامل دستگاه فسفاژن، دستگاه گلیکولیتیکی و دستگاه اکسایشی می‌باشند. این سه دستگاه انرژی با توجه به زمان‌ها و شدت‌های مختلف فعالیت، در بدن غالب می‌شوند. دستگاه‌های انرژی را می‌توان از مدت زمانی که آن فعالیت به طول می‌انجامد، تعیین کرد که عامل مهم برای برنامه‌ریزی تمرین است و تمریناتی که در محدوده آن دستگاه انرژی انجام می‌شود، باعث افزایش عملکرد ورزشکار در مسابقه و بهبود اجرا می‌شود (۳).

در وزنه برداری به دلیل زمان کم و اجرای حرکات با حداکثر توان، دستگاه انرژی درگیر غالباً فسفاژن است. زمان رسیدن به خستگی در این دستگاه انرژی زیر ۱۰ ثانیه است که با شدت بالایی انجام می‌شود و باعث تخلیه ذخایر انرژی فسفاژن مربوط به فعالیت‌های شدید می‌شود. این دستگاه اولین مسئول برای افزایش تولید کار و انقباض عضلات در فعالیت‌های شدید و با حداکثر توان است. با این وجود، این دستگاه دارای آهسته‌ترین دوره بازگشت به حالت اولیه است و نیاز به زمان تقریباً بالایی برای بازسازی دارد (۴). برای طراحی برنامه تمرینی ورزشکاران، شناسایی نیازهای فیزیولوژیک هر ورزش، همچنین شناخت روش‌های تمرینی مناسب و موثر برای بهبود اجرای ورزشی ضروری است (۵).

در سطوح بالای ورزش قهرمانی، مرز بین پیروزی و شکست بسیار باریک است. عرصه‌های بین‌المللی، رقابت در این رشته‌ها را بسیار فشرده و دشوار کرده است. ورزشکاران برای کسب برتری به

2. Caffeine
3. Sandhu et al

1. Weightlifting

این سوال پاسخ داده شود که مصرف کدام مکمل می‌تواند اثر مثبت بیشتری بر روی رکوردهای وزنه‌برداران داشته باشد؛ بنابراین، پژوهش حاضر در صدد آن است که به این پرسش پاسخ دهد که آیا مصرف حاد مکمل کافئین و آرژنین آلفاکتوگلو تارات به صورت همزمان سبب بهبود عملکرد قدرتی وزنه برداران می‌شود؟

روش‌شناسی

طرح پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و یک سو کور متقاطع بود که در چهار مرحله با فاصله یک هفته از هم (هفته اول بدون مصرف مکمل، هفته دوم مصرف مکمل کافئین، هفته سوم مصرف مکمل آرژنین آلفا کتوگلو تارات و هفته چهارم مصرف مکمل کافئین و آرژنین آلفا کتوگلو تارات به صورت ترکیبی، یک ساعت قبل از شروع آزمون قدرت یک تکرار بیشینه) اجرا شد. بدین منظور، از بین کلیه مردان رشته وزنه برداری جوان شهرستان زنجان ۱۰ نفر با توجه به معیارهای ورود و خروج پژوهش (سن، شاخص توده بدنی، سابقه تمرین و عدم مصرف مکمل و دارو در شش ماه گذشته) ۱۰ نفر انتخاب شدند و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه وارد پژوهش شدند.

در پژوهش حاضر، در هفته اول از پودر نشاسته با دوز مصرفی ۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن و ۴ گرم به عنوان دارونمای کافئین و آرژنین آلفاکتوگلو تارات در درون کپسول‌های مشابه هر دو مکمل پر شد و ۶۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون قدرت یک تکرار بیشینه حرکات یک ضرب، دو ضرب و اسکات با هالتر توسط آزمودنی‌ها مصرف شد. در هفته دوم مکمل کافئین با دوز مصرفی (۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن)(۱۸)، به صورت پودر ساخت شرکت کارن از فروشگاه معتبر تهیه گردید و سپس درون کپسول‌های خالی پر شد و ۶۰ دقیقه قبل از آزمون قدرت یک تکرار بیشینه حرکات یک ضرب، دو ضرب و اسکات با هالتر توسط آزمودنی‌ها مصرف شد. در هفته سوم مکمل آرژنین آلفاکتوگلو تارات، با دوز مصرفی ۴ گرم (۱۷)، به صورت کپسول ساخت شرکت فانتوم نو تریشن با تاییدیه سازمان غذا و دارو از فروشگاه معتبر تهیه شد و ۶۰ دقیقه قبل از آزمون قدرت یک تکرار بیشینه توسط آزمودنی‌ها مصرف شد. در هفته چهارم مکمل کافئین و آرژنین آلفاکتوگلو تارات، به صورت ترکیبی با میزان یاد شده ۶۰ دقیقه قبل از آزمون قدرت یک تکرار بیشینه مصرف شد. نحوه اجرای حرکت یک ضرب بدین صورت است که هالتر به طور سریع از سطح زمین بر روی دست‌ها و بالای سر در یک حرکت بی وقفه به بالا کشیده می‌شود. حرکت دو ضرب نیز، بالا آوردن هالتر تا روی شانه‌ها-بالا بردن تا روی سر در دوضرب در دو بخش وزنه زدن است که شامل بالا کشیدن هالتر از نقطه شروع

یکی دیگر از مکمل‌های مصرفی توسط ورزشکاران، مکمل آرژنین آلفاکتوگلو تارات (AAKG)^۱ است. آرژنین آلفاکتوگلو تارات یکی از مکمل‌های ورزشی مورد علاقه ورزشکاران و بدنسازان جهت افزایش کارایی در فعالیت ورزشی، کاهش خستگی عضلات و افزایش سرعت بازگشت به حالت اولیه است. آرژنین آلفاکتوگلو تارات، یک فرم تغییر شکل یافته اسید آمینه ال-آرژنین^۲ است. ترکیب ال-آرژنین با آلفاکتوگلو تارات سبب افزایش تولید آدنوزین تری فسفات (ATP)^۳ از طریق زنجیره انتقال الکترون^۴ شده و سبب بهبود عملکرد ورزشی می‌گردد. به‌طور کلی، آلفاکتوگلو تارات یک متابولیت تولید شده توسط دکربوکسیلاسیون اکسایشی ایزوسیترات^۵ است، فرآیندی که در چرخه کربس رخ می‌دهد. عرضه برون‌زا از آلفاکتوگلو تارات از طریق مکمل دهی ال-آرژنین آلفاکتوگلو تارات می‌تواند بازدهی چرخه کربس^۶ را افزایش دهد و در نتیجه سرعت اکسیداسیون استیل کوآ را افزایش می‌دهد (۱۵). همچنین، آرژنین تنها سوبسترای تولید نیتریک اکساید است و این ماده بالقوه گشاد کننده عروق می‌باشد، بنابراین روشن است که با افزایش جریان خون باعث افزایش عملکرد عضله می‌شود (۱۶). پژوهش‌های انجام گرفته نتایج متفاوتی را از مصرف مکمل آرژنین آلفاکتوگلو تارات گزارش کرده‌اند. در این میان، وکس و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل AAKG به میزان ۳۰۰۰ میلی‌گرم ۴۵ دقیقه قبل از شروع برنامه تمرین مقاومتی تغییر معنی‌داری بر قدرت یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه نداشته است (۱۵). همچنین، کمبل و همکاران (۲۰۰۶)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل AAKG به میزان ۱۲ گرم در روز در کنار هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در مردان تمرین کرده سبب بهبود عملکرد قدرت یک تکرار بیشینه در حرکت پرس سینه و افزایش حداکثر توان بی‌هوازی (وینگیٹ) شده است، در صورتی که بر ترکیب بدن و ظرفیت هوازی تأثیری نداشته است (۱۷). با توجه به این که، پژوهش‌های مختلفی در ارتباط با اثرات مکمل‌های کافئین و آرژنین کتوگلو تارات بر روی عملکرد ورزشی انجام گرفته است، می‌توان انتظار داشت که مصرف ترکیب مکمل‌های یاد شده از طریق افزایش آنتاگونیست گیرنده آدنوزین و افزایش تولید آدنوزین فسفات، بتواند برای ورزشکارانی که در رشته‌های سنگین مانند وزنه برداری فعالیت دارند، مفید باشد. همچنین، شاید بتوان به

1. Arginine.alpha.ketoglutarate
2. L.Arginine
3. Adenosine three iphosphate
4. Electron transport chain
5. Isocitrate
6. Krebs Cycle
7. Campbell et al

همگنی واریانس‌ها استفاده شد. سپس با توجه به توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون آنوا با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی به منظور تفاوت‌های بین چهار مرحله با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده گردید. در این بررسی مقدار $P \leq 0.05$ به معنای رد فرض صفر در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جدول یک، میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد و در جدول دو نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر بین گروه‌ها نشان داده شده است.

یعنی سطح زمین تا شانه‌ها (دو ضرب) و پس از اندکی ریکاوری، پرتاب کردن میله به بالای سر (بالا بردن) توسط ترکیبی از تلاش پاها و دست‌ها است.

همچنین، اجرای حرکت اسکات نیز بدین صورت است که هالتر را روی قسمت پایین عضله کول قرار داده و سر رو به جلو و سینه رو به بالا باشد، پاها به اندازه عرض لگن باز بوده و کمی متمایل به بیرون باشد، در این حالت آزمودنی زانوهای خود را خم کرده (در حد ۹۰ درجه) و پس از چند ثانیه به حالت ایستاده بر می‌گردد (۱۹).

پس از جمع‌آوری داده‌ها، داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی تحلیل شد. ابتدا با استفاده از آزمون شاپیروویلیک نحوه توزیع طبیعی داده‌ها بررسی شد. از آزمون لون جهت بررسی

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های آزمودنی‌ها

تعداد	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور متر)
۱۰	۱۷.۲۰ ± ۱.۱۴	۷۵.۶۰ ± ۱۱.۶۲	۱۷۳.۴۰ ± ۵.۲۵	۲۵.۰۳ ± ۲.۸۶

جدول ۲: نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر

متغیرها	منبع تغییر	مجموع مجذور	درجه آزادی	میانگین	میزان F	معنی‌داری
یک ضرب (کیلوگرم)		۲۶۲۶۰۰	۳	۸۷.۵۲۳	۳۵.۸۶۳	*۰.۰۰۱
دو ضرب (کیلوگرم)	اثر مرحله	۲۶۱.۱۰۰	۳	۸۷.۰۳۳	۲۴.۳۷۷	*۰.۰۰۱
اسکات (کیلوگرم)		۶۳.۳۰۰	۳	۲۱.۱۰۰	۱۰.۱۳۷	*۰.۰۰۱

وجود دارد ($P=0/001$). جهت بررسی تفاوت‌های درون گروهی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شده است.

نتایج آزمون بونفرونی نشان داد که رکورد حرکت یک ضرب پس از مصرف حاد کافئین نسبت به مصرف حاد دارونما به‌طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($P=0/001$). رکورد حرکت یک ضرب پس از مصرف حاد آرژنین آلفا کتوگلوکوتارات، نسبت به گروه دارو نما تغییر معنی‌دار نداشته است ($P=0/199$). رکورد حرکت یک ضرب پس از مصرف حاد کافئین و AAKG افزایش معنی‌دار داشته است ($P=0/001$). مصرف حاد کافئین و ترکیب کافئین و AAKG نسبت به مصرف حاد AAKG باعث افزایش معنی‌دار رکورد حرکت یک ضرب شده است ($P=0/001$): (شکل ۱-).

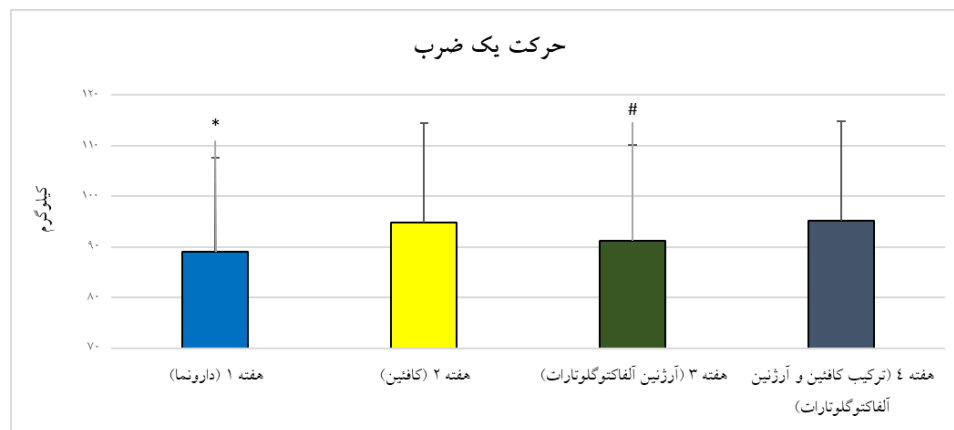
نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد که در حرکت یک ضرب بین مصرف حاد کافئین، آرژنین آلفا کتوگلوکوتارات، ترکیب این دو مکمل و دارونما بر حرکت یک ضرب آزمودنی‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P=0/001$).

نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد که در حرکت دو ضرب بین مصرف حاد کافئین، آرژنین آلفا کتوگلوکوتارات، ترکیب این دو مکمل و دارونما بر حرکت دو ضرب آزمودنی‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P=0/001$).

نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد که بین مصرف حاد کافئین، آرژنین آلفا کتوگلوکوتارات، ترکیب این دو مکمل و دارونما بر حرکت اسکات با هالتر آزمودنی‌ها تفاوت معنی‌داری

جدول ۳: نتایج آزمون بونفرونی برای مشخص کردن تفاوت‌های درون گروهی در حرکت یک ضرب

گروه	مراحل	سطح معنی‌داری
دارونما	کافئین	۰.۰۰۱
	AAKG	۰.۱۹۹
کافئین	کافئین و AAKG	۰.۰۰۱
	AAKG	۰.۰۰۲
AAKG	کافئین و AAKG	۰.۰۰۱
	کافئین و AAKG	۰.۰۰۱



شکل ۱: تغییرات حرکت یک ضرب؛

کاهش معنی‌دار نسبت هفته‌های ۲ و ۴

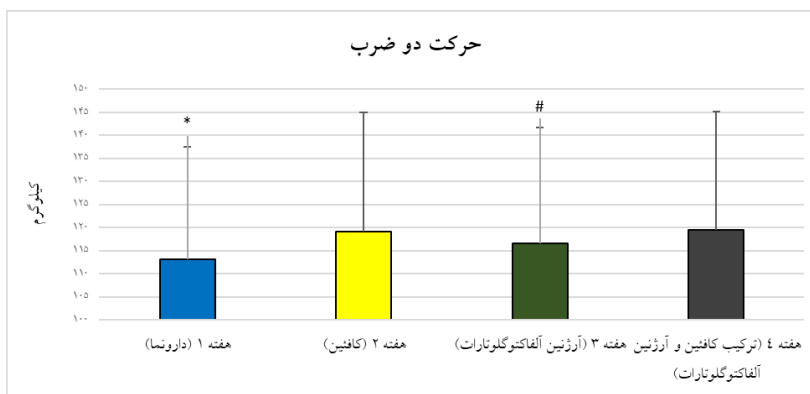
* کاهش معنی‌دار نسبت به هفته‌های ۲ و ۴

جدول ۴: نتایج آزمون بونفرونی برای مشخص کردن تفاوت‌های درون گروهی در حرکت دو ضرب

گروه	مراحل	سطح معنی‌داری
دارونما	کافئین	۰.۰۰۱
	AAKG	۰.۰۰۸
کافئین	کافئین و AAKG	۰.۰۰۱
	AAKG	۰.۰۱۹
AAKG	کافئین و AAKG	۰.۰۰۱
	کافئین و AAKG	۰.۰۲۳

پس از مصرف حاد کافئین و AAKG افزایش معنی‌دار داشته است ($P=۰/۰۰۱$). مصرف حاد کافئین و ترکیب کافئین و AAKG نسبت به مصرف حاد AAKG باعث افزایش معنی‌دار رکورد حرکت دو ضرب شده است ($P=۰/۰۰۲۳$): (شکل - ۲).

نتایج آزمون بونفرونی نشان داد که رکورد حرکت دو ضرب پس از مصرف حاد کافئین نسبت به مصرف حاد دارونما به طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($P=۰/۰۰۱$). رکورد حرکت دو ضرب پس از مصرف حاد آرژنین آلفا گلوکوتارات، نسبت به گروه دارونما تغییر معنی‌دار داشته است ($P=۰/۰۰۸$). رکورد حرکت دو ضرب



شکل ۲: تغییرات حرکت دو ضرب

کاهش معنی‌دار نسبت به هفته ۲ و ۴

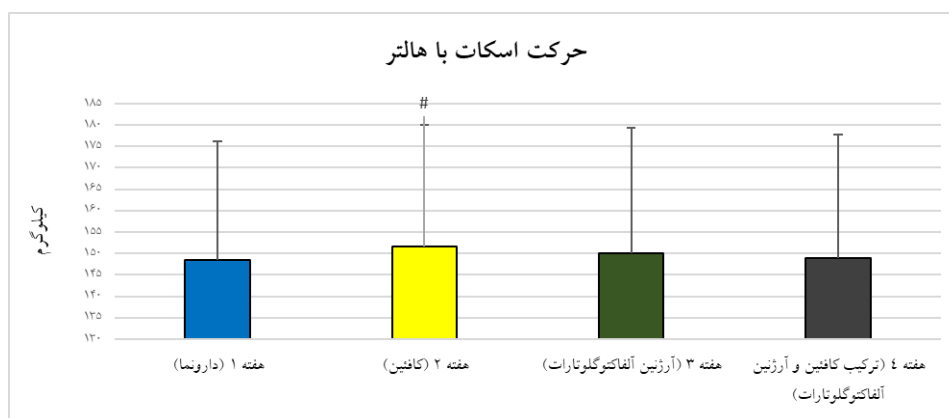
* کاهش معنی‌دار نسبت به سایر هفته‌ها

جدول ۵: نتایج آزمون بونفرونی برای مشخص کردن تفاوت‌های درون گروهی در حرکت اسکات هالتر

سطح معنی‌داری	مراحل	گروه
۰.۰۰۱	کافئین	
۰.۴۸۷	AAKG	دارونما
۰.۰۹۵	کافئین و AAKG	
۰.۰۸۴	AAKG	
۰.۰۰۹	کافئین و AAKG	کافئین
۰.۶۲۳	کافئین و AAKG	AAKG

پس از مصرف حاد AAKG نسبت به مصرف حاد کافئین افزایش معنی‌دار نداشته است ($P=0/084$). مصرف حاد کافئین و ترکیب کافئین و AAKG نسبت به مصرف حاد AAKG باعث افزایش معنی‌دار روکورد حرکت اسکات با هالتر شده است ($P=0/009$). مصرف حاد AAKG نسبت به مصرف حاد ترکیب کافئین و AAKG افزایش معنی‌دار نداشته است ($P=0/623$)؛ (شکل-۳).

نتایج آزمون بونفرونی نشان داد که روکورد حرکت اسکات با هالتر پس از مصرف حاد کافئین نسبت به مصرف حاد دارونما به طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($P=0/001$). روکورد حرکت اسکات با هالتر پس از مصرف حاد آرژنین آلفا کتوگلوتارات، نسبت به گروه دارونما تغییر معنی‌دار نداشته است ($P=0/487$). روکورد حرکت اسکات با هالتر پس از مصرف حاد کافئین و AAKG افزایش معنی‌دار نداشته است ($P=0/095$). روکورد حرکت اسکات با هالتر



شکل ۳: تغییرات حرکت اسکات با هالتر

افزایش معنی‌دار نسبت به هفته ۱ و ۴

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف حاد کافئین یک ساعت قبل از اجرای آزمون عملکرد قدرتی نسبت به مصرف حاد دارونما سبب بهبود معنی‌دار عملکرد قدرتی در حرکات یک ضرب، دو ضرب و اسکات با هالتر در آزمودنی‌ها شده است. به طور کلی، در پژوهش‌های انجام گرفته اثربخشی کافئین بر روی بهبود عملکرد ورزشی مشاهده می‌شود. در همین راستا، تورلی و همکاران^۱ (۲۰۱۷)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف دوزهای مختلف کافئین (۱ و ۳ و ۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن سبب افزایش توان بی‌توازی و قدرت می‌گردد (۲۰). همچنین، ساندا و همکاران^۲ (۲۰۱۲)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم کافئین در ۱ ساعت، ۱۳۰ دقیقه، ۲ ساعت، ۲۳۰ دقیقه و ۳ ساعت قبل از اجرای آزمون، سبب بهبود قدرت ایزومتریک عضله چهار سر رانی انسان شده است، درصد بهبود برای قدرت در یک و دو ساعت در مقایسه با سه ساعت بیشتر بود (۱۳). همچنین، حقیقی و همکاران^۳ (۱۳۹۰)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف دوز متوسط کافئین (۵mg/kg) در مقایسه با دوز کم (۲.۵mg/kg) نسبت به دارونما موجب افزایش معنی‌دار در قدرت بیشینه در حرکات پرس سینه و پرس پا می‌شود (۲۱). در مقابل، بک و همکاران^۴ (۲۰۰۸)، نشان دادند که مصرف حاد ۲۰۱ میلی‌گرم کافئین ۴۵ دقیقه قبل از اجرای آزمون تاثیری بر روی قدرت پرس سینه و در مردان غیر فعال ندارد (۲۲). همچنین، استورینو و همکاران^۵ (۲۰۰۸) تاثیر معنی‌داری از مصرف حاد کافئین (۶mg/kg) یک ساعت قبل از اجرای آزمون بر قدرت پرس سینه و پرس پا مردان تمرین کرده، مشاهده نکردند (۲۳). به نظر می‌رسد که میزان دوز مصرفی مکمل و نوع آزمودنی‌ها (غیرفعال) در پژوهش بک و همکاران^۵ و نوع حرکات مورد ارزیابی قرار گرفته در پژوهش‌های یاد شده از علل ناهمسویی با یافته‌های پژوهش حاضر باشد. به طور کلی، در ارتباط با اثربخشی مصرف کافئین بر روی عملکرد ورزشی سه سازوکار عمده وجود دارد: افزایش AMP حلقوی و در نتیجه افزایش چربی سوزی، بسیج کلسیم داخلی سلولی از رتیگولوم سارکوپلاسمیک و آنتاگونیسم رقابتی گیرنده‌های آدنوزین در دستگاه عصبی مرکزی کافئین موجب افزایش بتا اکسیداسیون شده و به دنبال آن گلیکوژن عضلانی ذخیره می‌گردد که این عمل می‌تواند موجب بهبود عملکرد ورزشی به ویژه در فعالیت‌های استقامتی گردد. اما گزارش

شده است که در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید همچون حرکات به کار گرفته شده در پژوهش حاضر، به وسیله کربوهیدرات در دسترس محدود نمی‌شود، به همین دلیل به نظر می‌رسد که بهبود عملکرد ورزشی به دنبال مصرف کافئین از طریق سازوکار یاد شده نقش چندانی ایفا نمی‌کند. افزایش آزادسازی کلسیم از رتیگولوم سارکوپلاسمیک نیز یکی از سازوکارهای یاد شده برای بهبود عملکرد ورزشی به دنبال تاثیرات ارگوژنیکی مصرف کافئین است. البته این آثار در مقادیر فیزیولوژیکی رخ می‌دهد که در این مقادیر امکان بروز آثار سمی کافئین وجود دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد که در مقادیر مصرف شده در پژوهش حاضر، سازوکار یاد شده نقش مهمی در بهبود عملکرد داشته باشد. با این وجود، پیشنهاد شده است که سازوکار اصلی تاثیر کافئین در فعالیت‌های کوتاه-مدت و شدید، عمل کافئین به عنوان آنتاگونیسم رقابتی گیرنده آدنوزین باشد. در این حالت، کافئین به گیرنده‌های آدنوزین موجود در دستگاه عصبی مرکزی متصل شده و سبب فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی می‌گردد و علاوه بر این موجب افزایش تخلیه عصبی شده که در نهایت سبب افزایش انقباض ارادی و نیروی تولیدی می‌گردد. لازم به ذکر است که اثرگذاری کافئین از طریق سازوکار یاد شده نیازی به استفاده از کافئین در مقادیر بیشتر مقدار فیزیولوژیک ندارد. علاوه بر این، مصرف کافئین از طریق تغییر در میزان درک فشار تمرین، زمان واکنش و تغییر وضعیت روانی می‌تواند عملکرد را افزایش دهد (۱۲). در پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه، کاکزا و همکاران^۶ (۲۰۲۰)، نشان دادند که مصرف مکمل AAKG به میزان شش گرم در روز به مدت هشت هفته موجب بهبود عملکرد قدرت اندام تحتانی در مردان و زنان جوان ۱۷-۱۴ ساله شده است (۲۴). همچنین، کمبل و همکاران^۷ (۲۰۰۶)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل AAKG به میزان ۱۲ گرم در روز در کنار هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در مردان تمرین کرده سبب بهبود عملکرد قدرت یک تکرار بیشینه در حرکت پرس سینه شده است (۱۷). علاوه بر این، بوایل و همکاران^۸ (۲۰۱۴)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل AAKG به میزان شش گرم در روز سبب بهبود معنی‌دار رکورد پرس سینه در مردان فعال ۱۸ تا ۴۰ سال شده است (۲۵). پژوهش‌های یاد شده، همسو با یافته‌های پژوهش حاضر بود. در مقابل، وکس و همکاران^۹ (۲۰۱۲)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل AAKG به میزان ۳۰۰۰ میلی‌گرم ۴۵ دقیقه قبل از شروع برنامه تمرین مقاومتی تغییر معنی‌داری بر قدرت یک

6. Kaczka et al
7. Cambell et al
8. Boyle et al
9. Wax et al

1. Turley
2. Sandhu et al
3. Beck et al
4. Astorino et al
5. Beck et al

قدردانی و تشکر

پژوهش حاضر حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی فعالیت بدنی و تندرستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان است که با هزینه شخصی دانشجو انجام شده است.

تعارض منافع

تضاد منافی بین نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

- [1] Mirmusavi SM, Sadeghi H. Comparison of the performance of selected muscles of the lower limb in the double scissor movement of elite and non-elite weightlifters. Ministry of Science and Research. 2017; Kharazmi University. 2018.
- [2] Storey A, Wong S, Smith HK, Marshall P. Divergent muscle functional and architectural responses to two successive high intensity resistance exercise sessions in competitive weightlifters and resistance trained adults. European journal of applied physiology. 2012;112(10):3629-39.
- [3] Bompa T. Periodization training for sport: program for peak strength in 35 sport. United States America: Human kinetic. 1999.
- [4] Bompa T, Buzzichelli C. Periodization training for sports, 3e: Human kinetics; 2015.
- [5] Dadbakhsh, P., Translation Book. Nutrition in Sport. 2nd ed. Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad, 2003: p. 2.
- [6] Yavuz HU, Turnagol H, Demirel AH. Pre-exercise arginine supplementation increases time to exhaustion in elite male wrestlers. Biology of sport. 2014;31(3):187.
- [7] Fijan A, Daryanoosh F, Kooroshfard N, Hosseinezhad F, Foroozan N, Mehrez A. The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training. Research in Exercise Nutrition. 2022;1(2):43-52.
- [8] Rahimi MR, Parsarad S. The effect of short-term HMB supplement on Growth hormone and Testosterone concentration after resistance exercise in the athletes. Research in Exercise Nutrition 2022;1(2):53-62.
- [9] Fadaei Chafy MR, Dashty Mh, Hojjati SH. Effect of short-term taurine consumption on muscular strength and responses of muscle damage markers

تکرار بیشینه حرکت پرس سینه نداشته است (۱۵). نتایج پژوهش یاد شده ناهمسو با یافته‌های پژوهش حاضر بود. به نظر می‌رسد که میزان دوز مصرفی مکمل AAKG و زمان مصرف قبل از اجرای آزمون عملکرد قدرتی از علل ناهمسویی با پژوهش حاضر باشد.

به طور کلی، در بررسی سازوکار اثربخشی AAKG بر روی عملکرد، پژوهش‌ها حاکی از آن است که آلفاکتوگلاتارات یک متابولیت تولید شده توسط دکربوکسیلاسیون اکسایشی ایزوسیترات است، فرآیندی که در چرخه کربس رخ می‌دهد. عرضه برون‌زا از آلفاکتوگلاتارات از طریق مکمل دهی ال-آرژنین آلفاکتوگلاتارات می‌تواند بازدهی چرخه کربس را افزایش دهد و در نتیجه سرعت اکسیداسیون استیل کوآ را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف حاد کافئین و آرژنین آلفاکتوگلاتارات به صورت ترکیبی یک ساعت قبل از اجرای آزمون عملکرد قدرتی نسبت به مصرف حاد دارونما سبب بهبود معنی‌دار عملکرد قدرتی در حرکت یک ضرب و دو ضرب و بهبود غیرمعنی‌دار حرکت اسکات با هالتر در آزمودنی‌ها شده است. یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن است که، مصرف مکمل کافئین و آرژنین آلفاکتوگلاتارات از مسیرهای منحصر به فرد خود می‌توانند منجر به بهبود عملکرد ورزشی شوند. در بررسی‌های انجام گرفته، پژوهش‌های چندانی در ارتباط با اثربخشی مصرف همزمان دو مکمل یاد شده بر روی عملکرد ورزشی یافت نشد. بنابراین، جهت تایید این موضوع نیاز به انجام بررسی‌های بیشتر در این زمینه است. اما در پژوهش‌های مشابه، هادی و همکاران (۲۰۱۹)، نشان دادند که مصرف مکمل کافئین، ال آرژنین و پروپولیسیس به مدت ۸۳ روز منجر به بهبود عملکرد هوازی در ورزشکاران نظامی شده است (۲۶). همچنین، عادل و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل کافئین (۵mg/kg) با تغییر در سوبسترای مصرفی به سمت چربی سبب بهبود عملکرد استقامتی می‌شود و مصرف همزمان با ال-کارنیتین (3gr) می‌تواند این اثر را تشدید کند (۲۷). با توجه به نتایج پژوهش حاضر و سایر مطالعات مورد بررسی شاید بتوان گفت مصرف مکمل کافئین و آرژنین آلفاکتوگلاتارات یک ساعت قبل از اجرای تمرینات ورزشی می‌تواند سبب بهبود عملکرد ورزشی گردد. همچنین، در مقایسه سه مداخله ارائه شده نیز، به نظر می‌رسد که ترکیب کافئین و آرژنین آلفاکتوگلاتارات نتایج بهتری نسبت به مصرف جداگانه مکمل‌ها خواهد داشت. به نظر می‌رسد، ورزشکارانی که به دنبال استفاده از مکمل‌های سالم جهت بهبود عملکرد ورزشی خود هستند، می‌توانند از مکمل‌های استفاده شده در پژوهش حاضر یک ساعت قبل از اجرای تمرینات ورزشی خود بهره گیرند.

- [19] Jenkins SP. Master coach, technical expert and evidence-based practitioner in weightlifting: An interview with Harvey Newton. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2018;13(2):155-66.
- [20] Turley K EP, Thomas M, Townsend R, Morton B. Effect of different doses of caffeine on anaerobic exercise in boys. *PediatrExerc*. 2017;27.(۱)
- [21] Haghghi A, Heshmatikia A, Hoseini kakhak SA. The effect of moderate and low dose of caffeine on maximum strength, endurance and muscle strength in male bodybuilders. *Sports biology (movement)*. 2011;3(3):43-60.
- [22] Beck TW, Housh TJ, Malek MH, Mielke M, Hendrix R. The acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press strength and time to running exhaustion. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(5):1654-8.
- [23] Astorino TA, Rohmann RL, Firth K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *European journal of applied physiology*. 2008;102(2):127-32.
- [24] Kaczka P, Batra A, Kubicka K, Maciejczyk M, Jastrzab R, Kopera E, et al. Effects of Co-Ingestion of AAKG and HMB on Jumping Performance in Young Track and Field Athletes. 2020.
- [25] Boyle NB, Lawton C, Dye L. The effects of magnesium supplementation on subjective anxiety and stress—a systematic review. *Nutrients*. 2017;9(5):429.
- [26] Hadi V, Sardar MA, Ghayour-Mobarhan M, Nematy M, Rezvani R, Hadi S, et al. The Effect of Ration Military Supplemented with Functional Food on Cardiopulmonary Endurance in Military Athletes: a Randomized, Single-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Journal Mil Med*. 2020;22(7):682-91.
- [27] Adeli A, Nikooie R, Aminaie M. Effect of simultaneous consumption of caffeine and l-carnitine on aerobic performance and substrate selection during exercise. *Sport Physiology*. 2020;11(44):107-22.
- and hs-CRP following a single session of resistance exercise in resistance trained men. *Research in Exercise Nutrition*. 2022;1(2):21-33.
- [10] Magkos F, Kavouras SA. Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2005;45(7-8):535-62.
- [11] Ilbeigi, S., Ahmadi, M. R., Mohammadnia Ahmadi, M., Moazzeni, H. Evaluation of the effect of fatigue and caffeine supplementation on balance and some physical and skill fitness characteristics of young football players. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 2022; 10(23): 78-89..
- [12] Zohreh Eskandari MS, Hadis Mosavi. The effect of 8 weeks of combined training with and without caffeine supplementation on anaerobic capacity, fatigue index, aerobic endurance and skill test in elite female taekwondo athletes. *Journal of Sport Biomotor Sciences*. 2020;23.(۱)
- [13] Sandhu JS, Shenoy S, Dutt I. Time Dose Relation of Caffeine Ingestion on Muscular Strength and Endurance Performance. *Journal of Postgraduate Medicine, Education and Research*. 2012;46:19-23.
- [14] Rahimi MR, Jafari A, Golpasandi H. The effect of caffeine ingestion on anaerobic performance and fatigue index in the morning and the evening times. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2017;4(1):60-7.
- [15] Wax B, Kavazis AN, Webb HE, Brown SP. Acute L-arginine alpha ketoglutarate supplementation fails to improve muscular performance in resistance trained and untrained men. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2012;9(1):1-6.
- [16] Amirsasn, R., Shakib, A., Vakili, J. Effect of one-week supplementation of Citrulline-Malate, L-arginine and their combination on metabolic stress and performance in male wrestlers. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 2020; 8(16): 20-32.
- [17] Campbell B, Roberts M, Kerksick C, Wilborn C, Marcello B, Taylor L, et al. Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of L-arginine α -ketoglutarate in trained adult men. *Nutrition*. 2006;22(9):872-81.
- [18] Sharma A, Sandhu J. Effects of caffeine ingestion on strength and endurance performance of normal young adults. *Doping*. 2011;2(7):2.