# اثر مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی، زمان رسیدن به واماندگی و عملکرد ورزشی در دختران رزمی‌کار

امیرحسین حقیقی[1]✉، پروانه اصغری اردیزی[2]، سید علیرضا حسینی کاخک[1]

۱- دانشیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری

۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه حکیم سبزواری

تاریخ دریافت مقاله:۹۱/۰۳/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۱۱/۰۱

## چکیده

**هدف**: هدف از این تحقیق، بررسی اثر مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی، زمان رسیدن به واماندگی و عملکرد ورزشی در دختران رزمی‌کار بود. **روش‌شناسی**: تعداد ۱۳ دختر رزمی‌کار با میانگین سنی ۲/۷۸±۲۱/۴۶ سال، قد ۸/۱۶±۱۶۱سانتی‌متر و وزن ۷/۱۷±۵۲/۵۴ کیلوگرم، به طور داوطلبانه انتخاب شدند. طرح تحقیق متقاطع بود و آزمودنی‌ها در سه حالت کنترل، مصرف مکمل کافئین (۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و دارونما (پودر نشاسته به‌صورت کپسول) قرار گرفتند. سپس آزمودنی‌ها، آزمون ۳۰ ثانیه وینگیت را جهت محاسبه توان بی‌هوازی، آزمون بیشینه (۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب) روی نوارگردان برای اندازه‌گیری زمان واماندگی و آزمون شبیه‌سازی شده‌ی تکنیک‌های رزمی را جهت محاسبه عملکرد ورزشی انجام دادند. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی تجزیه و تحلیل شد. **نتایج**: نتایج نشان داد که مصرف کافئین در مقایسه با کنترل و دارونما باعث افزایش معنادار زمان رسیدن به واماندگی گردید در حالی که بر توان بی‌هوازی و عملکرد ورزشی تاثیری نداشت. **بحث و نتیجه‌گیری**: در مجموع می‌توان گفت دختران رزمی‌کار برای بهبود استقامت خود می‌توانند از مکمل کافئین (۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، یک ساعت قبل ورزش) استفاده کنند اما در رابطه با تاثیر کافئین بر توان بی‌هوازی و عملکرد ورزشی در این ورزشکاران، به تحقیقات بیشتری نیاز است.

**واژه‌های کلیدی**: کافئین، توان بی‌هوازی، زمان واماندگی، عملکرد ورزشی، دختران رزمی‌کار

## Effect of caffeine supplementation on anaerobic power, time to exhaustion and exercise performance in martial arts girls

### Abstract

**Purpose**: The purpose of this study was to determine the effect of caffeine supplementation on anaerobic power, time to exhaustion and exercise performance in martial arts girls. **Method**: Thirteen martial arts girls (with the mean age: 21.46±2.78 years, height: 161±8.16 cm and weight: 52.54±7.17 kg) were selected voluntarily. In a crossover study design subjects were participated in three states: control, caffeine supplementation (5 mg/kg) and placebo (starch powder as capsule).Then, subjects performed 30-s Wingate anaerobic test, maximal test (90% maximal heart rate) on treadmill for measuring time to exhaustion and martial simulated test for assessing exercise performance. The data were analyzed using repeated measures analysis of variance and Bonferroni post hoc tests. **Results**: The results showed that there was a significant increase ($p< 0.003$) in time to exhaustion for the caffeine group compared to the control and placebo group.While, caffeine ingestion had no significant effect on anaerobic power and exercise performance. **Conclusion**: It can be concluded that martial arts girls can intake caffeine supplementation (5 mg/kg) one hour prior to exercise for improving endurance but, additional research is needed to elucidate the effect of caffeine supplementation on anaerobic power and exercise performance.

**Key words**: Caffeine, Anaerobic power, Time to exhaustion, Exercise performance, Martial arts girls

✉ **نویسنده مسئول:** امیرحسین حقیقی

سبزوار، توحید شهر، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تلفن ۴۰۰۴۴۰۸- ۰۵۷۱

E-Mail: ah.haghighi292@yahoo.com

**مقدمه**

امروزه در میان رشته‌های مختلف ورزشی، ورزش‌های رزمی از جایگاه خاصی برخوردار است. مبارزات در این‌گونه رشته‌ها می‌تواند بر حسب نوع رشته (تکواندو، سوپر کنتاکت[1]، کاراته، کنگ‌فو و غیره) در سه بازه زمانی دو دقیقه‌ای با یک دقیقه استراحت بین راندها[2]، دو زمان دو دقیقه‌ای با ۳۰ ثانیه استراحت و یا یک راند دو دقیقه‌ای صورت پذیرد. در طول هر دو دقیقه، افراد دائماً مشغول مبارزه و رد و بدل کردن تکنیک‌ها نیستند بلکه بخشی از این زمان برای رقص پا، تفکر و یافتن فرصت مناسب برای حمله و ضد حمله صرف می‌شود. بنابراین هر لحظه مسابقه، ترکیبی از مبارزه و استراحت است که به طور متناوب تکرار می‌شود (۱). عملکرد ورزشی ورزشکاران در مسابقات، به توانایی حفظ و تولید بازده بالایی از انرژی در واحد زمان بستگی دارد. افزایش زمان واماندگی، توان بی‌هوازی و بهبود عملکرد ورزشی نیز از شاخص‌های مهم یک ورزشکار محسوب می‌شود و عوامل زیادی از جمله تمرین و تغذیه در تغییرات آن اهمیت بسزایی دارند (۲). از طرف دیگر، در میان گروه‌های مردمی، ورزشکاران بیشترین افرادی هستند که برای کسب بهترین عملکرد ورزشی به استفاده از داروها و مکمل‌های نیروزا روی می آورند. بنابراین معرفی مکمل‌های مجاز با کمترین عوارض جانبی و متناسب با رشته ورزشی که بتواند نیاز ورزشکار را در استفاده از مواد نیروزا رفع کند ضروری به نظر می‌رسد.

کافئین ماده‌ای شبه کریستال، سفید رنگ و تلخ مزه و نیز یک مکمل مجاز، شایع و ارزان است که در انواع غذاها، نوشیدنی‌های کولادار، شکلات‌ها، چای، قهوه، مسکن‌ها و غیره یافت می‌شود. حدود ۹۰٪ بزرگسالان و بیش از ۸۰٪ جمعیت جهان کافئین را به طور روزانه مصرف می‌کنند (۳). این ماده به دلیل اثر گذاری بر سیستم عصبی مرکزی و به دنبال آن بهبود هوشیاری و تمرکز و نیز مصرف آسان و تهیه بدون نسخه پزشکی آن، در میان ورزشکاران جهت بهبود عملکرد، شیوع زیادی یافته است (۴). در همین رابطه، تارلی و همکاران (۲۰۱۱) (۵)، گزارش کردند که حدود ۲۷٪ از ورزشکاران جوان، کافئین را به قصد افزایش عملکرد خود مصرف می‌کنند. کاهش در خستگی و افزایش هوشیاری و بیداری و تمرکز به عنوان تاثیرات مهم کافئین شناخته شده است. این تاثیرات مهم عمدتاً مورد استفاده رانندگان جاده، نگهبانان، ورزشکاران و غیره قرار می‌گیرد زیرا آنها نیاز دارند هوشیاری خود را برای مدت زمان طولانی حفظ کنند (۶). کافئین، چه به صورت طبیعی و چه به صورت سنتز شده، یک متیل گزانتین می‌باشد (۷). این ماده بعد از مصرف به سرعت از طریق مجرای معده‌ای – روده‌ای به درون خون جذب می‌شود و حدود ۹۹٪ آن در کبد به سه متابولیت اصلی (پاراگزانتین[3]، تئوبرومین[4] و تئوفیلین[5]) تجزیه می‌گردد (تانیکلیف و همکاران ۲۰۰۸). این سه متابولیت از نظر بیولوژیک فعال می‌باشند. پاراگزانتین ۸۴ ٪، تئوفیلین ۴ ٪ و تئوبرومین ۱۲٪ از کل سهم متابولیت‌ها را تشکیل می‌دهند (۸). بارک (۲۰۰۸) (۶) در یک بازنگری عنوان داشت اکثر نتایج تحقیقات از اثرات نیروزایی کافئین بر تمرینات هوازی و استقامتی حمایت می‌کنند در حالی که اثرات کافئین بر عملکردهای با شدت بالا (فعالیت‌هایی با مدت مساوی یا کمتر از پنج دقیقه) و به خصوص بر رویدادهای انفرادی، همچنان دو پهلوست. به طوری که در زمینه تاثیر کافئین بر زمان واماندگی، توان بی‌هوازی و عملکرد ورزشی، برخی تحقیقات اثرات مثبت (۴، ۵، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲) و بعضی نیز عدم تاثیر (۱۳، ۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷) را گزارش کرده‌اند. این موضوع می‌تواند به دلیل نوع پروتکل‌های تمرینی، میزان مصرف کافئین، سطح تمرینی افراد، شرایط محیطی، تفاوت‌های فردی و عادت به کافئین در میان افراد باشد (۱۸). بنابراین، با توجه به این که تاثیرات نیروزایی کافئین بر عملکرد استقامتی و طولانی مدت به خوبی شناخته شده است اما هنوز ابهاماتی در رابطه با تاثیر آن بر ورزش‌های کوتاه مدت بی‌هوازی وجود دارد و در این زمینه مطالعات کمتری صورت گرفته و تحقیقات معدود انجام شده ناهمسو است (۱۹)، همچنین، با عنایت به این نظریه که ورزشکاران از مصرف کافئین اثرات نیروزایی بیشتری نسبت به غیر ورزشکاران دریافت می‌کنند (۱۸، ۲۰). هدف تحقیق حاضر بررسی اثر مصرف کافئین بر توان بی‌هوازی، زمان رسیدن به واماندگی و عملکرد ورزشی در دختران رزمی‌کار می‌باشد. چنانچه بتوان با مصرف کافئین این شاخص‌ها را در ورزشکاران بهبود بخشید می‌توان از آن به عنوان یک

[1] Super contact
[2] Rund
[3] Paraxantine
[4] Theobromine
[5] Theophyline

توصیه کاربردی برای ورزشکاران به خصوص رزمی‌کاران بهره برد.

## روش پژوهش

### نمونه‌های پژوهش

روش تحقیق، کاربردی و از نوع نیمه‌تجربی بود. جامعه آماری شامل کلیه دختران رزمی‌کار شهرستان سبزوار و دانشجویان دختر دانشگاه حکیم سبزواری بودند. بعد از دعوت به همکاری و ارائه اطلاعاتی در زمینه اهداف و چگونگی اجرای تحقیق، تعداد ۱۵ نفر با توجه به دارا بودن حداقل یک سال سابقه فعالیت در رشته‌های مختلف رزمی، به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. آزمودنی‌ها می‌بایست دارای سلامت کامل جسمانی بوده و فاقد سابقه بیماری خاص یا مصرف داروهایی باشند که بر نتایج تحقیق تاثیر داشته باشد. همچنین سعی شد همه آزمودنی‌ها در فاز یکسانی از دوره ماهیانه (مرحله تخمک‌گذاری) قرار داشته باشند. این موارد توسط پرسش‌نامه و پزشک معتمد بررسی گردید. سپس از افراد واجد شرایط رضایت نامه کتبی گرفته شد. دو نفر از آزمودنی‌ها به دلایل شخصی از ادامه تحقیق انصراف دادند. بنابراین کل آزمودنی‌ها به ۱۳ نفر کاهش یافت. آزمودنی‌ها روز قبل از انجام آزمایشات، در ساعت ۱۴ بعد ازظهر جهت آشنایی با محیط آزمون و اندازه‌گیری‌های اولیه (قد، وزن و شاخص توده بدن) وارد آزمایشگاه شدند. از افراد خواسته شد از مصرف مواد حاوی کافئین همچون چای، قهوه، نسکافه، نوشابه‌های کولادار، شکلات‌های حاوی کاکائو و قهوه و مواد مسکن، حداقل ۱۲ ساعت قبل از اجرای آزمون خودداری نمایند (۲۱). طرح تحقیق به صورت متقاطع و به گونه‌ای طراحی گردید که تعداد ۱۳ نفر آزمودنی، در طول سه هفته و در دو روز مشخص از هر هفته به صورت کاملاً تصادفی در سه حالت و در یکی از گروه‌های زیر فعالیت کنند: الف) گروه کنترل، چهار نفر ب) گروه کافئین (مصرف ۵ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن)، پنج نفر و ج) گروه دارونما (مصرف ۵ میلی‌گرم نشاسته به ازای هر کیلوگرم وزن بدن)، چهار نفر (۲۱).

هر یک از ۱۳ آزمودنی، دو جلسه در هفته، یک جلسه جهت انجام آزمون وینگیت (اندازه‌گیری توان بی‌هوازی) و بعد از ۱۵ دقیقه استراحت، آزمون وامانده ساز بیشینه (برای اندازه‌گیری زمان واماندگی) و یک جلسه جهت اجرای آزمون شبیه‌سازی شده تکنیک‌های رزمی (با توجه به رشته‌های مختلف آزمودنی‌ها، از تکنیک‌های مشابه در تمامی رشته‌ها استفاده گردید)، در محل آزمایشگاه و سالن تربیت بدنی حضور یافتند. در هفته‌های دوم و سوم و در همان دو روز مشخص، جای گروه‌ها به طور چرخشی عوض شد به گونه‌ای که هر فرد در سه حالت کافئین، دارونما و کنترل قرار گرفت و تمام آزمون‌های مورد نظر مجدداً به همان صورت تکرار شدند.

### پروتکل پژوهش

**زمانبندی مصرف کافئین و یا دارونما قبل از آزمون وینگیت و نوارگردان:** در ابتدا آزمون ۳۰ ثانیه وینگیت انجام شد و پس از ۱۵ دقیقه استراحت، آزمون وامانده ساز بیشینه روی نوارگردان انجام شد. این آزمون جزو آزمون‌های انجمن جوانان مسیحی[1]، بوده که در حافظه نوارگردان تکنو جیم ساخت کشور ایتالیا وجود داشت. این آزمون به طور تقریبی کمتر از ۲۰ دقیقه زمان می‌برد. بنابراین اجرای هر دو آزمون فوق حدود ۴۰ دقیقه طول می‌کشید. با توجه به امکانات آزمایشگاه، دو آزمودنی اولیه، در ساعت ۱۴ بعد از ظهر و با فاصله حدود پنج دقیقه (جهت اجرای آزمون وینگیت) کافئین و یا دارونما مصرف کردند و یک ساعت بعد (جهت به اوج رسیدن غلظت کافئین در خون) به اجرای آزمون‌ها (وینگیت و نوارگردان) پرداختند. اگر آزمودنی یا آزمودنی‌های بعدی در گروه کافئین و یا دارونما بودند در ساعت ۱۴:۴۰، کافئین و یا دارونمای خود را مصرف می‌کردند و چنانچه در گروه کنترل بودند در فواصل انتظار یک ساعتی که برای آزمودنی‌های گروه کافئین و دارونما وجود داشت، آزمون را اجرا می‌کردند.

**زمانبندی مصرف کافئین و دارونما قبل از آزمون عملکرد ورزشی:** آزمون عملکردی در دو راند دو دقیقه‌ای با ۳۰ ثانیه استراحت بین راندها انجام شد که در مجموع ۴/۵ دقیقه زمان نیاز داشت اما با توجه به این که آزمودنی‌ها به طور انفرادی آزمون را تحت نظارت مربی انجام می‌دادند، ما ۳۰ ثانیه را هم برای تعویض افراد در نظر گرفتیم که در کل این مرحله ۵ دقیقه زمان می‌برد. آزمودنی‌ها با فواصل پنج دقیقه‌ای مکمل کافئین و یا

[1] Young Men's Christian Association (YMCA)

دارونما را مصرف می‌کردند و پس از یک ساعت انتظار، آزمون عملکردی را اجرا می‌نمودند. آزمودنی‌های گروه کنترل نیز در این فاصله زمانی ایجاد شده توسط گروه‌های مکمل و دارونما، تست‌های خود را انجام می‌دادند.

## روش‌های آزمایشگاهی

**آزمون وینگیت**: آزمون بی‌هوازی وینگیت یک آزمون آزمایشگاهی براساس دوچرخه ارگومتر است که برای اندازه‌گیری توان اوج، میانگین توان و درصد خستگی طراحی شده است. در ارزیابی توان بی‌هوازی، ابتدا هر آزمودنی به مدت ده دقیقه با پدال زدن روی دوچرخه کارسنج خود را گرم می‌کرد. پس از وارد کردن مشخصات فرد با توجه به وزن آزمودنی، صفحه نمایشگر رایانه، وزنه مورد نظر را نشان می‌داد و آزمونگر با اضافه کردن بار مورد نظر به دوچرخه، فرمان شروع را به آزمودنی می‌داد. آزمودنی پدال زدن را با تمام سرعت انجام می‌داد تا تعداد دور در دقیقه برابر ۱۲۰ شود. سپس وزنه سوار شده بر دستگاه (بر حسب وزن شخص) به پایین می‌افتاد و زمان سنج شروع به کار می‌کرد. از این زمان آزمودنی ۳۰ ثانیه رکاب زدن علیه مقاومت روی دوچرخه مونارک را با حداکثر توان انجام می‌داد و در پایان ۳۰ ثانیه، نمایشگر رایانه امتیازات توان حداکثر، توان حداقل و توان نسبی را نشان می‌داد و در انتها، آزمودنی شروع به سرد کردن می‌کرد (۹).

**آزمون وامانده ساز بیشینه**: آزمون ورزش فزاینده روی نوارگردان تا واماندگی انجام شد. نحوه‌ی کار بدین صورت بود که گزینه‌ی احیای قلبی- ریوی[1] (CPR) برای نوع آزمون انتخاب می‌شد. همچنین گزینه زمان برای انتخاب مدت زمان دلخواه انتخاب می‌شد. به طوریکه می‌بایست یک زمان تقریبی برای انجام آزمون برای دستگاه تعریف می‌شد. سپس با وارد نمودن اطلاعات آزمودنی (سن، جنس و وزن) و بستن ضربان سنج، فرد شروع به دویدن با شیب صفر درصد و سرعت ۳/۵ km/h می‌کرد. سرعت دستگاه بر اساس حداکثر ضربان قلب با استفاده از فرمول (سن-۲۲۰) تنظیم شد. سپس برای هر فرد شدت ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب محاسبه گردید. دستگاه پس از رسیدن به این شدت بر اساس حداکثر ضربان قلب هر فرد سرعت را کاهش و یا افزایش می‌داد تا شدت ثابت بماند و فرد به واماندگی برسد. همچنین برای تعیین رسیدن به واماندگی در آزمودنی‌ها از مقیاس درک فشار بورگ استفاده شد و نمرات ۱۸ به بالا و اظهار شفاهی آزمودنی‌ها مبنی بر عدم توانایی برای ادامه فعالیت و خستگی مفرط موجب خاتمه یافتن فعالیت می‌گردید.

**آزمون عملکردی**: تست طراحی شده شامل دو راند دو دقیقه‌ای با ۳۰ ثانیه استراحت بین دو راند بود. هر راند مشتمل بر شش تکنیک یا ایستگاه شامل ضربه روپایی به ساق پا، ضربه روپایی به سر، مشت مستقیم، ضربه با سینه پا به جلو، ضربه دورانی پا از داخل به خارج و ضربه دورانی پا از خارج به داخل بود. فواصل بین ایستگاه ها پنج متر در نظر گرفته شد و آزمودنی در هر ایستگاه تعداد هشت ضربه صحیح را اجرا می نمود و سریعاً بدون استراحت به ایستگاه بعدی رفته و تکنیک مورد نظر را اجرا می‌کرد و بدین ترتیب تا اتمام دو دقیقه، فرد هرچند ایستگاه که قادر به انجام آن بود را اجرا می‌کرد و بعد از ۳۰ ثانیه استراحت، راند دوم را به همان صورت اجرا می نمود. تعداد ضربات صحیح زده شده در کل آزمون به عنوان عملکرد ورزشی فرد محسوب می‌شد. منظور از ضربه صحیح، اجرای حرکات به صورت کامل و با صدای کافی بر روی میت[2] (دستکشی محکم و ابری مانند جهت اجرای ضربات دست وپا) بود. این ضربات می‌بایست توسط مربی مورد تایید قرار می‌گرفت. روایی آزمون با بهره‌گیری از نظرات چندین مربی مجرب در رشته رزمی به دست آمد و پایایی آزمون با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، مقدار ۰/۸۳ محاسبه شد.

## تحلیل آماری

برای تشخیص همسانی و طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. هم چنین برای ارزیابی تفاوت های بین گروهی از روش ANOVA با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌ها $p< ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شدند.

[1] Cardiopulmonary resuscitation
[2] Mitt

## نتایج

مشخصات آزمودنی‌ها و نتایج عملیات آماری بر روی شاخص‌های تحقیق در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر بر روی کلیه شاخص‌های جدول ۲ نشان داد که به جز زمان واماندگی، در سایر شاخص‌ها بین سه حالت کنترل، دارونما و کافئین تفاوت معناداری وجود ندارد. در رابطه با شاخص زمان واماندگی، انجام آزمون آماری، وجود تفاوت معنادار بین سه حالت را نشان داد (p =۰/۰۰۳). با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی مشخص گردید که این تفاوت بین گروه کافئین با دو گروه کنترل و دارونما می‌باشد.

**جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها**

| شاخص | میانگین و انحراف استاندارد |
|---|---|
| قد (سانتی متر) | ۱۶۱ ± ۸/۱۶ |
| وزن (کیلو گرم) | ۵۲/۵۴ ± ۷/۱۷ |
| سن (سال) | ۲۱/۴۶ ± ۲/۷۸ |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع) | ۲۰/۱۵ ± ۲/۴۴ |
| سابقه تمرین (سال) | ۴ ± ۱/۴۶ |

## بحث و نتیجه‌گیری

### کافئین و زمان رسیدن به واماندگی

یافته اصلی تحقیق حاضر این بود که مصرف کافئین یک ساعت قبل از اجرای آزمون وامانده ساز بیشینه با ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب بر روی نوارگردان موجب افزایش معنادار زمان واماندگی می‌شود. بک و همکاران (۲۰۰۸)(۱۴) اثر مصرف ۲۰۱ میلی‌گرم کافئین را بر قدرت پرس سینه و زمان رسیدن به واماندگی با ۸۵٪ $VO_{2peak}$ در مردان غیرفعال بررسی کردند. نتایج آنها عدم تاثیر کافئین را در تمامی شاخص‌ها نشان داد. این محققان علت معنادار نبودن نتایج را به غیر فعال بودن آزمودنی‌ها نسبت دادند و این فرضیه را مطرح کردند که احتمالاً کافئین اثر ارگوژنیکی بیشتری بر ورزشکاران، در مقایسه با غیر ورزشکاران دارد. بنابراین، در تحقیق حاضر، ورزشکار بودن آزمودنی‌ها و در نتیجه توانایی آنان در تحمل شدت بالاتری از تمرین، می‌تواند عامل تاثیرگذاری بر زمان رسیدن به واماندگی باشد. هم چنین باید گفت احتمالاً مقدار ۲۰۱ میلی‌گرم کافئین در مطالعه ی بک و همکاران، پایین تر از آستانه‌ی مورد نیاز برای اثرگذاری کافئین بوده است اما در تحقیق حاضر از مقدار کافئین بیشتری (۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) استفاده گردید. در همین راستا داگلاس و مکلان (۲۰۰۳)(۲۲)، اثر مصرف مداوم کافئین را

**جدول ۲. نتایج آزمون‌های آماری بر روی شاخص‌های تحقیق در گروه‌های سه گانه**

| گروه / شاخص | کنترل | دارونما | کافئین | P |
|---|---|---|---|---|
| زمان واماندگی(دقیقه) | ۱۶/۵۰±۱/۲۵ | ۱۶/۲۶±۱/۹۶ | ۱۹/۵۳±۲/۱۴ *& | ۰/۰۰۳ |
| توان اوج نسبی (وات) | ۶/۷۷±۱/۸۸ | ۶/۷۹±۲/۰۶ | ۷/۱۴±۱/۹۶ | ۰/۹۰ |
| توان اوج مطلق (وات) | ۳۵۸/۸۱±۱۱/۷۳ | ۳۶۳/۵۳±۱۲/۹۵ | ۳۷۸/۶۸±۱۲/۰۵ | ۰/۹۴ |
| میانگین توان نسبی(وات) | ۳/۴۱±۰/۹۰ | ۳/۴۰±۱/۱۱ | ۳/۶۶±۰/۸۷ | ۰/۶۹ |
| میانگین توان مطلق(وات) | ۱۸۰/۳۷±۵۶/۳۲ | ۱۸۴/۱۴±۶۶/۵۷ | ۱۹۲/۳۵±۵۲/۲۹ | ۰/۸۷ |
| توان حداقل نسبی (وات) | ۱/۱۲±۱/۲۲ | ۱/۰۶±۰/۶۴ | ۱/۲۵±۰/۹۶ | ۰/۸۶ |
| توان حداقل مطلق (وات) | ۶۱/۵۳±۶۱/۵۶ | ۵۶/۲۶±۳۴/۴۴ | ۶۷/۰۲±۴۸/۵۴ | ۰/۸۴ |
| عملکرد (تعداد ضربات) | ۲۰۰/۶۲±۱۷/۵۹ | ۲۰۴/۶۹±۳۴/۹۲ | ۲۰۲/۳۱±۳۱/۵۳ | ۰/۸۶ |

* معناداری بین کافئین و کنترل
& معناداری بین کافئین و دارونما

بر ورزش استقامتی وامانده ساز با شدت ۸۰٪ $VO_{2max}$ بر روی دوچرخه کارسنج در دو نوبت صبح و عصر بررسی نمودند. نُه مرد در یک طرح متقاطع در چهار گروه زیر قرار گرفتند: الف) مصرف ۵ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در صبح و ۲/۵ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در عصر ب) مصرف ۵ میلی‌گرم دارونما به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در صبح و همین مقدار دارونما در عصر ج) مصرف ۵ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در صبح و همین مقدار دارونما در عصر و د) مصرف ۵ میلی‌گرم دارونما به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در صبح و همین مقدار کافئین در عصر. نتایج نشان داد، مصرف کافئین قبل از اجرای آزمون وامانده ساز در نوبت صبح باعث افزایش معنادار زمان واماندگی می‌شود. این افزایش در نوبت عصر نیز مشاهده شد. اگرچه غلظت های کافئین مشاهده شده در خون در نوبت عصر در گروهی که پنج میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن مصرف کرده بودند (گروه د)، نسبت به گروه‌هایی که همان پنج میلی‌گرم را در صبح مصرف کردند بودند (گروه‌های الف و ج) پایین‌تر بود. محققان دلیل احتمالی این کاهش غلظت در نوبت عصر را تغییرات زمانی روی جذب، متابولیسم و دفع کافئین و نیز مصرف وعده غذایی آزمودنی‌ها قبل از آزمون و به دنبال آن کاهش در جذب کافئین عنوان کردند. در تحقیق حاضر، با توجه به اینکه آزمودنی‌ها، آزمون‌های خود را در نوبت عصر انجام دادند اما به دلیل این که آزمون وامانده ساز ما بعد از آزمون وینگیت انجام گرفت، این امکان ایجاد شد که به دلیل فاصله‌ی استراحت بین آزمون وینگیت و نوارگردان، جذب بهتر غذا و کافئین صورت گرفته باشد. این موضوع می‌تواند در معنادار بودن نتیجه تاثیر گذاشته باشد. از طرف دیگر، افزایش اسیدهای چرب آزاد در طی تمرین نیز می‌تواند از عوامل مهم اثرگذار باشد اما به دلیل عدم نمونه‌گیری خونی، نمی‌توان در زمینه اوج غلظت پلاسمایی کافئین و سطوح اسیدهای چرب آزاد، نتیجه‌گیری قطعی کرد. با اینحال، برای رسیدن به نتایج دقیق‌تر، تحقیقات آینده باید این موارد را درنظر بگیرند. در تحقیقی دیگر، دندایی و همکاران (۱۹۹۸) (۲۳)، اثر مصرف پنج میلی‌گرم کافئین را بر زمان واماندگی در هشت مرد غیر تمرین کرده بررسی نمودند. افراد یک ساعت پس از مصرف کافئین شروع به اجرای دوچرخه سواری در دو شدت ۱۰٪ بالا و ۱۰٪ پایین آستانه لاکتات نمودند. نتایج نشان داد زمان واماندگی در شدت ۱۰٪ بالای آستانه لاکتات تغییری نداشت در حالی که در شدت ۱۰٪ پایین آستانه لاکتات افزایش معناداری در زمان واماندگی مشاهده شد. محققان علت معنادار نبودن زمان واماندگی در شدت ۱۰٪ بالای آستانه لاکتات را تجمع لاکتات و آسیب آنزیم های میتوکندریایی دانستند که موجب کاهش تولید انرژی و کاهش مدت تمرین شده است. همچنین، معنادار بودن زمان واماندگی در شدت ۱۰٪ پایین آستانه لاکتات را حاکی از افزایش فراخوانی اسیدهای چرب آزاد و کاهش خستگی و کاهش درک فشار ناشی از آنتاگونیسم گیرنده آدنوزین عنوان کردند. همچنین، تمرین نکرده بودن افراد را از عوامل اثرگذار بر معنادار نبودن نتایج بیان کردند. یافتن ارتباط مستقیمی بین ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب و شدت تمرین در آستانه لاکتات، کار مشکلی است اما با توجه به مطالعه ولتمن و همکاران (۱۹۹۸) (۲۴) که با استفاده از درصدی از ضربان قلب بیشینه، ضربان قلب ذخیره و اوج اکسیژن مصرفی، شدت تمرین استقامتی را در ۳۳ زن بی‌تحرک تخمین زدند، مشاهده کردند که در شدت ۹۵٪ حداکثر ضربان قلب که نزدیک به شدت مورد نظر در تحقیق حاضر می‌باشد، در ۱۲ نفر از آزمودنی‌ها، غلظت لاکتات بالای چهار میلی مول در لیتر (غلظت مورد نظر آستانه لاکتات) وجود دارد. بنابراین، احتمال ارتباط نزدیک تر بین ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب و شدت ده درصد بالای آستانه لاکتات تا حدودی منطقی به نظر می‌رسد. همچنین، معنادار نبودن زمان واماندگی در شدت ده درصد بالای آستانه لاکتات را ناشی از تجمع لاکتات و تمرین نکرده بودن آزمودنی‌ها اعلام نمودند. با توجه به اینکه ورزشکاران آستانه لاکتات بالاتری داشته و شدت بالاتری از تمرین را تحمل می‌کنند، افزایش زمان واماندگی در مطالعه‌ی حاضر نمی‌تواند دور از انتظار باشد. به طور کلی و با توجه به مطالعات ذکر شده در زمینه زمان واماندگی، می‌توان گفت افزایش فراخوانی اسیدهای چرب آزاد توسط کافئین در طی فعالیت استقامتی وامانده ساز در مطالعه‌ی ما، یکی از دلایل مهم بهبود زمان واماندگی می‌باشد زیرا نشان داده شده است کافئین اثرات نیروزایی خود را بر فعالیت‌های استقامتی، غالبا از طریق افزایش لیپولیز اعمال می‌کند (۶،۸، ۱۸). هم چنین ورزشکار بودن آزمودنی‌های حاضر می‌تواند در کسب این بهبود موثر باشد زیرا ورزشکاران به دلیل برخورداری از توده عضلانی بیشتر و تاثیر مستقیم

کافئین بر فیبرهای عضلانی و نیز برخورداری بیشتر ورزشکاران از اثرات مرکزی کافئین در کاهش درک فشار و خستگی به علت آمادگی روانی بالاتر آنان نسبت به غیر ورزشکاران، برای تاثیر نیروزایی کافئین مستعدتر می‌باشند (۱۴، ۱۸).

## کافئین و توان بی‌هوازی

تحقیق حاضر همچنین نشان داد، مصرف مکمل کافئین تاثیر معناداری بر توان بی‌هوازی در دختران رزمی‌کار ندارد. این نتیجه هم راستا با نتایج دانکن و همکاران (۲۰۰۹)(۱۳) است. آنها اثر مصرف ۵ میلی‌گرم کافئین را بر عملکرد بی‌هوازی با استفاده از آزمون وینگیت در ۱۴ مرد و زن تمرین کرده متوسط بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که کافئین تاثیری بر توان بی‌هوازی نداشت. محققان این نتیجه را ناشی از عدم کنترل دقیق رژیم غذایی حاوی کافئین در آزمودنی‌ها دانستند. هم چنین نتایج تحقیق حاضر همسو با نتایج ویلیامز و همکاران (۲۰۰۸) می‌باشد (۱۵). آنها اثر مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم کافئین را ۴۵ دقیقه قبل از فعالیت بر ۹ مرد مقاومتی کار بررسی کردند. شاخص‌های مورد مطالعه شامل قدرت عضلانی، استقامت عضلانی، توان عضلانی و میزان خستگی بود که به ترتیب یک تکرار بیشینه[1] (1RM)، تکرار تا خستگی با ۸۰٪ یک تکرار بیشینه، آزمون وینگیت و شاخص خستگی در حرکت های پرس سینه و کشش بارفیکس اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد کافئین تاثیر معناداری بر هیچ یک از شاخص‌های مورد مطالعه نداشت. محققان یکی از دلایل خود را این گونه عنوان کردند که با اینکه به آزمودنی‌های تحقیق گفته شده بود ۴۸ ساعت قبل از آزمون از مصرف مواد غذایی حاوی کافئین خودداری کنند اما برخی از آنها با این درخواست موافقت نکردند. ممکن است این عدم خودداری از مصرف مواد حاوی کافئین بر نتایج به دست آمده تأثیر گذاشته باشد. زیرا مشخص‌شده است که کافئین زمانی می‌تواند تاثیرات نیروزایی خود را بر آزمودنی‌هایی که به طور عادتی کافئین مصرف می‌کنند اعمال نماید که این افراد به منظور پاک کردن غلظت های کافئین از خون، حداقل ۴۸ ساعت قبل از آزمون از خوردن مواد حاوی کافئین خودداری نمایند. این عمل ضمن حساس کردن آزمودنی‌ها باعث تأثیر بیشتر کافئین بر پاسخ آدرنالین حین فعالیت در این افراد می‌شود (۱۲). همچنین ویلیامز و همکاران علت دیگر معنادار نبودن نتایج پژوهش خود را دوز پایین کافئین مصرفی عنوان کرده و بیان کردند ممکن است این دوز، پایین‌تر از آستانه مورد نیاز برای به دست آوردن مزایای نیروزایی کافئین بر عملکرد باشد. همچنین، نتایج این تحقیق هم راستا با پژوهش بل و همکاران (۲۰۰۱) می‌باشد (۱۷). آن ها تاثیر مصرف کافئین و افدرین را بر عملکرد بی‌هوازی در ۲۴ مرد تمرین نکرده بررسی کردند. ۸ نفر از آنان بعد از مصرف کافئین به اجرای آزمون وامانده ساز معادل ۱۲۵٪ اوج اکسیژن مصرفی روی دوچرخه کارسنج پرداختند و ۱۶ نفر از آنان آزمون وینگیت را اجرا نمودند. یافته‌های آنان افزایش سطوح دوپامین را در گروه افدرین به همراه داشت که نشان از اثر گذاری افدرین بر سیستم عصبی مرکزی[2] (CNS) به دنبال سرکوب گیرنده آدنوزین دارد اما چنین افزایشی در گروه کافئین دیده نشد. محققان عدم افزایش سطوح دوپامین را دلیل غیر معنادار بودن نتایج ذکر کردند. در تحقیق حاضر، ممکن است به دلیل عدم رعایت فاصله ی زمانی بین مصرف غذا و کافئین توسط بعضی از آزمودنی‌ها، جذب ناکامل غذا و به دنبال آن جذب ناکافی کافئین صورت گرفته باشد و این عامل باعث عدم اوج گیری غلظت کافئین در پلاسما و احتمالاً عدم افزایش سطوح دوپامین (که در تحقیق حاضر اندازه‌گیری نشد) و غیرمعنادار شدن نتایج شده باشد. به علاوه، ممکن است دوز مصرفی کافئین برای تاثیرگذاری بر توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون وینگیت کافی نبوده است و شاید نیاز باشد تا تحقیقات آینده دوز بیشتری از کافئین را برای بررسی نتایج این آزمون بکار ببرند. همچنین، پژوهش ما همسو با نتایج لورینو و همکاران (۲۰۰۶) می‌باشد (۱۶). آنها تاثیر کافئین را بر اجرای آزمون وینگیت در ۱۶ آزمودنی فعال تفریحی بررسی نمودند. آزمودنی‌ها یک ساعت پس از مصرف شش میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلو گرم وزن بدن به اجرای آزمون وینگیت پرداختند. نتایج آنها عدم تاثیر کافئین را به همراه داشت. محققان نتیجه گرفتند با این که آزمودنی‌ها تا حدودی فعال بودند اما ورزشکار تمرین کرده بی‌هوازی نبودند و پیشنهاد کردند اگر ورزشکاران بی‌هوازی به کار گرفته می‌شد اثرات نیروزایی کافئین مشاهده می گردید. در پژوهش حاضر با وجود این که آزمودنی‌ها رزمی‌کار بودند و

[1] One repetition maximum

[2] Central nervous system

این ورزشکاران عمدتاً از سیستم بی‌هوازی برای تامین انرژی استفاده می‌کنند، اما ممکن است عوامل دیگری از جمله جنسیت، برنامه‌های تمرینی، عادت به کافئین، تفاوت در متابولیسم افراد و دوز مصرفی کافئین، باعث تاثیر بر نتایج و عدم معناداری آنها شده باشد. در مقابل، نتایج پژوهش ما با نتایج دانکن و همکاران (۲۰۱۰) (۹) ناهمسو است. آنها اثرات پنج میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را بر توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون وینگیت در ۱۲ مرد تمرین کرده متوسط بررسی نمودند. افراد در چهار گروه قرار گرفتند ۱) گروهی که به آنان کافئین گفته شد و کافئین مصرف می‌کردند، ۲) گروهی که دارونما گفته شد و دارونما مصرف می‌کردند، ۳) گروهی که دارونما گفته شد اما کافئین مصرف می‌کردند و ۴) گروهی که کافئین گفته شد اما دارونما مصرف می‌کردند. تاثیر کافئین بر توان بی‌هوازی در گروهی که به آنان کافئین گفته شد و کافئین مصرف می‌کردند مثبت بود و علت ذکر شده، تمرین کرده بودن آزمودنی‌ها و آگاهی افراد از اینکه کافئین مصرف می‌کنند، گزارش شد.

## کافئین و عملکرد ورزشی

تحقیق حاضر همچنین نشان داد مصرف کافئین تاثیر معناداری بر عملکرد ورزشی در دختران رزمی‌کار ندارد. با بررسی‌های انجام شده، مقالاتی که اثر کافئین را بر عملکرد ورزش‌های رزمی بررسی کرده باشد یافت نگردید، با این حال، از همه مقالاتی که تاثیر کافئین را بر عملکرد ورزش‌های مختلف بررسی نموده‌اند استفاده شد. با این توضیح، داونجک زاکنیچ و همکاران (۲۰۱۱) (۴)، اثر مصرف شش میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را بر ۱۰ بسکتبالیست ماهر در یک آزمون شبیه سازی شده بسکتبال (پنج آزمون: زمان کل، زمان عکس العمل چابکی، زمان تصمیم گیری، زمان حرکت و دقت تصمیم گیری) بررسی نمودند. نتایج حاکی از آن بود، زمانی که ورزشکاران در دو حالت سرحال و خسته هستند، عملکرد، بهبود می یابد. محققان افزایش عملکرد را ناشی از کاهش درک فشار و کاهش خستگی ناشی از سرکوب گیرنده آدنوزین عنوان نمودند. همچنین فاسکت و همکاران (۲۰۰۹) (۱۰)، اثر مصرف شش میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را بر آزمون شبیه سازی شده فوتبال در ۱۲ فوتبالیست بررسی نمودند. شاخص‌های اندازه‌گیری در این آزمون، تست‌های مهارتی فوتبال (دقت پنالتی، زمان حرکت و زمان کل) بود. نتیجه حاکی از سودمندی کافئین بر این شاخص‌ها بود. محققان این نتیجه را نیز ناشی از سرکوب گیرنده آدنوزین و وجود محیط یونی درون سلولی مطلوب در فعالیت عضله و تسهیل نیروهای لازم جهت به حرکت در آوردن واحد حرکتی عنوان کردند. همچنین، استرکر (۲۰۰۷)(۱۱)، اثر مصرف سه میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را بر عملکرد مهارتی ده مرد تنیس باز ماهر بررسی کردند. عملکرد مهارتی تنیس در زمان های قبل از مصرف کافئین، در طول دقیقه ۳۰، ۶۰ و در پایان آزمون، اندازه‌گیری شد. کاهش خستگی و کاهش خطا ناشی از سرکوب گیرنده آدنوزین به عنوان دلیل معناداری عملکرد بعد از مصرف کافئین اعلام شد. استوارت و همکاران (۲۰۰۵)(۱۲)، نیز اثر مصرف شش میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را بر بازی شبیه سازی شده راگبی در نُه رقابت کننده ماهر بررسی نمودند. نتایج آنها بهبود عملکرد را به همراه داشت. در تمامی این مطالعات، مکانیسم اصلی اثرگذار، سرکوب گیرنده آدنوزین عنوان گردید. در مطالعه حاضر، آزمون شبیه سازی شده تکنیک‌های رزمی در دو راند دو دقیقه‌ای با ۳۰ ثانیه استراحت بین راندها انجام گرفت. معنادار نبودن نتایج در مطالعه حاضر می‌تواند ناشی از مدت زمان آزمون ورزشی باشد. آزمون رزمی در مطالعه‌ی حاضر حدود پنج دقیقه طول کشید و آزمون‌های تحقیقات فاسکت، استرکر، استوارت و داونجک زاکنیچ (به ترتیت فوتبال، تنیس، راگبی و بسکتبال) در زمان طولانی‌تری (یک ساعت و بالاتر) اجرا شدند. بنابراین، این احتمال می‌رود که کاهش آشکار خستگی ناشی از سرکوب گیرنده آدنوزین در فعالیت‌هایی با مدت طولانی تر از آزمون حاضر، مشاهده گردد. هم چنین در این گونه فعالیت‌ها، انرژی عمدتاً از مسیر هوازی تامین می‌گردد و کافئین تاثیرات خود را می‌تواند از طریق فراخوانی اسیدهای چرب آزاد نیز اعمال نماید. به‌علاوه، جنسیت می‌تواند از عوامل مهم اثرگذار بر نتایج کافئین باشد. فعالیت کافئین در زنان و مردان متفاوت است. زنان کافئین دفعی بیشتری نسبت به مردان دارند، در نتیجه انتظار می‌رود از تاثیرات نیروزایی کمتری بهره ببرند. هم چنین نوع برنامه تمرینی می‌تواند در نیروزایی کافئین موثر باشد. ورزشکاران مقاومتی کار به دلیل دارا بودن توده عضلانی بیشتر (تاثیر مستقیم کافئین

بر فیبرهای عضله) می‌توانند نسبت به سایر رشته‌ها از نیروزایی بیشتری بهره برند. همچنین، کافئین اکسیداسیون اسیدهای چرب را افزایش داده و گلیکوژن عضلانی را ذخیره می‌کند. این عمل به ویژه در جریان فعالیت استقامتی می‌تواند عملکرد را افزایش دهد. این احتمال نیز وجود دارد که افزایش لیپولیز و صرفه‌جویی در مصرف گلیکوژن از عوامل موثر بر افزایش زمان واماندگی در تحقیق حاضر باشد؛ اما گفته شده که فعالیت‌های کوتاه مدت و شدید، نظیر آزمون‌های وینگیت و عملکرد شبیه سازی شده (دو راند دو دقیقه‌ای) در تحقیق حاضر، به وسیله کربوهیدرات در دسترس محدود نمی‌شود. بنابراین به نظر نمی‌رسد اثرگذاری کافئین از طریق این مکانیسم نقش عمده‌ای در این فعالیت‌ها داشته باشد (۲۶، ۲۵). افزایش آزادسازی کلسیم از رتیکولوم سارکوپلاسمیک نیز یکی از مکانیسم‌های پیشنهاد شده برای اثرات ارگوژنیکی کافئین بر عملکرد ورزشی است. البته این اثرات در دوزهای بالاتر از مقادیر فیزیولوژیکی رخ می‌دهد که در این مقادیر بروز اثرات سمی مصرف کافئین نیز دور از انتظار نیست. بنابراین بعید به نظر می‌رسد که در دوزهای مصرف شده در تحقیق ما این مکانیسم نقشی اساسی داشته باشد (۲۶، ۲۵). به علاوه، پیشنهاد شده است که مکانیسم اصلی احتمالی اثرگذار کافئین در فعالیت‌های استقامتی و فعالیت‌های کوتاه مدت و شدید، عمل کافئین به عنوان آنتاگونیسم رقابتی گیرنده آدنوزین می‌باشد. کافئین با اتصال به گیرنده‌های آدنوزین در CNS باعث می‌شود که واحد های حرکتی بیشتری به خدمت گرفته شده و تخلیه عصبی نیز افزایش یابد که هر دو عمل انقباض ارادی و نیروی تولیدی را افزایش می‌دهند. لازم به ذکر است که برای اثرگذاری کافئین از طریق این مکانیسم نیاز به مقادیر بالاتر از مقادیر فیزیولوژیک نیست و به عنوان مثال نوشیدن دو فنجان قهوه می‌تواند این اثرات را به همراه داشته باشد (۲۶). همچنین کافئین می‌تواند از طریق تغییر در درک فشار تمرین، زمان عکس العمل و یا وضعیت روانی فرد (افزایش هوشیاری و سرحالی) باعث افزایش عملکرد شود (۲۵). درمجموع به نظر می‌رسد ترکیبی از عوامل ذکر شده می‌تواند مکانیسم تاثیر نیروافزایی کافئین را بر عملکرد ورزشی در فعالیت‌های شدید نظیر فعالیت‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر توضیح دهد. در آزمون وامانده ساز، ترکیبی از سرکوب گیرنده آدنوزین و لیپولیز می‌تواند نقش عمده‌ای در نیروزایی داشته باشد.

## نتیجه‌گیری

می‌توان گفت دختران رزمی‌کار برای بهبود زمان واماندگی خود می‌توانند از مکمل کافئین به میزان mg/kg ۵ یک ساعت قبل ورزش استفاده کنند اما در رابطه با تاثیر کافئین بر توان بی‌هوازی و عملکرد ورزشی به تحقیقات بیشتری نیاز است.

## منابع

۱- فلاح محمدی ضیاء، دبیدی روشن ولی الله، هاشم ورزی سید عبدالله، سفیری حمید. (۱۳۸۷). اثر تعاملی مصرف مکمل کراتین همراه با بی کربنات سدیم بر پاسخ لاکتات خون و توان بی هوازی تکواندوکاران جوان. پژوهش در علوم ورزشی، شماره ۲۱، صفحات ۲۸-۱۳.

۲- عطائی لیلا، حناچی پریچهر، سحرخیز معصومه، قاسمپور زینب السادات، عطایی آتوسا. (۱۳۸۸). بررسی تاثیر گیاهان زنجبیل، خارخاسک، جنکوبیلوبا، جین سینگ و سویا در توان هوازی ورزشکاران استقامتی. ورزش در علوم زیست حرکتی، شماره ۳، صفحات ۵۵-۴۸.

3- Lamina S, Musa DI. (2009). Ergogenic effect of varied doses of coffe-caffeine on maximal aerobic power of young African subjects. African Health Sciences, 9(4): 270-274.

4- Duvnjak-Zaknich DM, Dawson BT, Wallman KE, Henry G. (2011). Effect of caffeine on reactive agility time when fresh and fatigued. Medicine & Science in Sports & Exercise, 43(8): 1523-1530.

5- Turley KR, Jeremy T, Joey R, Aaron M, Kosarek JW, Mark GC. (2011). Effect of caffeine on anaerobic performance. Medicine and Science in sport and Exercise, 42(5):443. (Abstract).

6- Burke L. (2008). Caffein and sports performance. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 33(6):1319-1334.

7- Kruskall LJ. (2009). Caffein and exercise performance. Acsm, s Health and Fitness Journal, 13:17-22.

8- Sinclair CJD, Geiger JD. (2001). Caffeine use in sports. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 40(1): 71-79.

9- Duncan M. (2009). The effect of caffeine ingestion on anaerobic performance in moderately trained adults. Serbian Journal of Sports Science, 3(4):129-134.

10- Foskett A, Ajmol A, Gant N. (2009). Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. International Journal of sports Nutrition and Exrcise Metabolism, 19(4):410-423.

11- Streker E. (2007). The effects of caffeine ingestion on tennis skill performance and hydration status. A Thesis for degree of Master of Science. Auburn University, 1-127.

12- Stuart G, Hopkin W, Cook C, Carins S. (2005). Multiple effects of caffeine on simulated high-intensity team-sport performance. Medicine and Science in Sport and Exercise, 37(11):1998-2005.

13- Duncan MJ, Lyons M, Hankey J. (2009). Effects placebo of caffeine on short- term resistance exercise to failure. Internatinal Journal of Sports Physiol Perform, 4(2):244-530.

14- Beck TW, Housh TJ, Malek MH, Mielke M, Hendrix R. (2008). The acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press strength and time to running exhaustion. Journal of Strength and Conditioning Research, 22 (5): 1654-1658.

15- Williams AD, Cribb PJ, Cook MB, Hayes A. (2008). The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. Journal of Strength and Conditioning Research, 22(2): 464-470.

16- Lorino AJ, Lloyd LK, Crixell SH, Walker JL. (2006). The effects of caffeine on athletic agility. Journal of Strength and Conditioning Research, 20(4): 851- 854.

17- Bell DG, Jacobs I, Ellerington K. (2001). Effects of caffeine and ephedrine ingestion on anaerobic exercise performance. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(1):257-265.

18- Astorino TA, Roberson DW. (2010). Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(1):257-265.

19- Tarnopolsky MA. (2008). Effect of caffeine on the neuromuscular system potential as on ergogenic aid. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 33(6):1284-1289.

20- Woolf K, Bidwell WK, Carlson AG. (2009). Effect of caffeine as an ergogenice aid during anaerobic exercise performance in caffeine naïve collegiate football Players. Journal of Strength and Conditioning Research, 23(5):1363-1369.

21- Ramos S, Aguiar P, Barreto A, Rodriguse A, Pereira H, Dantas E, et al. (2006). Effects of caffeine (3mg) on maximal oxygen consumption, plasmatic lactate and reaction time after maximum effort. International Journal of Sport Science, 2 (5): 42-52.

22- Douglas G, Mclellan B. (2003). Effect of repeated caffeine ingestion on repeated exhaustive exercise endurance. Medicine and Science in sports and Exercise, 35(8):1248-1354.

23- Denadai BS, Denadai ML. (1998). Effects of caffeine on time to exhaustion in exercise performad below and above the anaerobic threshold. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 31(4):581-585.

24- Weltman A, Weltman J, Rutt R, Seip R, Levine S, Snead D, et al.(1998). Percentage of maximal heart rate reserve and Vo2 peak for determining endurance tranining intensity in sedentary women. The American College of Sport Medicine, 10(3):212-216.

25- Pasternak H. (2000). The effect of ingesting caffeine, ephedrine, and their combination on repeated strength performance. A Thesis for degree of Master of Science. University of Toronto, 13.

26- Davis GK, Green M. (2009). Caffeine and anaerobic performance. Sports Medicine, 39(10):813-832.