

Original Article

The effect of acute consumption of gum and caffeine capsules on some functional parameters of football players during small-sided games

Hossein Alishavandi^{ID}, Javad Nemati^{ID}, Mohammad Hemmatinafar^{ID}, Rasoul Rezaei^{ID}

Department of Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University

Abstract

Background and Purpose: Considering the importance of enhancing athletic performance and improving the physiological abilities of football players, it is essential to investigate the effects of nutritional supplements such as caffeine under competitive conditions. This study aimed to compare the acute effects of caffeine gum and capsule consumption before and during small-sided football games on the performance of football players.

Materials and Methods: This semi-experimental, single-blind study involved 16 players from national leagues (mean age: 20.2 ± 2.7 years, mean weight: 74.5 ± 11.3 kg), who participated voluntarily. The participants completed the training protocol under five conditions: control, placebo, capsule, gum, and a combination of caffeine capsule and gum. The training protocol included small-sided football games in two halves. During the second half, variables such as displacement distance and time spent with heart rates above 80% and 90% of the maximum were measured using a heart rate sensor. At the end of the training, speed and long jump tests were performed. Data were analyzed using SPSS version 26, repeated measures ANOVA, and Bonferroni post-hoc tests.

Results: The results showed that in the displacement variable, the combination condition had significant differences with control ($p=0.003$), placebo ($p=0.006$), and capsule ($p=0.021$). Significant differences were also observed between the gum condition and control ($p=0.032$) and placebo ($p=0.035$). For the time spent with heart rates above 80%, the combination condition showed significant differences with control ($p=0.001$) and placebo ($p=0.001$), while the gum condition significantly differed from placebo ($p=0.004$) and was near significance with control ($p=0.005$). The capsule condition also significantly differed from control ($p=0.049$). Similar results were observed for the time spent with heart rates above 90%. In the long jump variable, the combination condition showed significant differences with control ($p=0.030$) and capsule ($p=0.046$), while the gum condition significantly differed from control ($p=0.011$). In the speed variable, the combination condition showed significant differences with control ($p=0.002$) and placebo ($p=0.024$), and the gum condition significantly differed from control ($p=0.017$) and placebo ($p=0.034$).

Conclusion: The findings suggest that all three caffeine consumption methods positively influence players' performance. However, the combined use of caffeine capsules and gum can more effectively improve football players' performance during the second half compared to each method alone.

Keywords: Football, Caffeine, Caffeine Gum, Heart Rate, Small-Sided Games (SSG)

How to cite this article: Alishavandi H, Nemati J, Hemmatinafar M, Rezaei R. The effect of acute consumption of gum and caffeine capsules on some functional parameters of football players during small-sided games. *J Sport Exerc Physiol.* 2025;18(3):?-?.

*Corresponding Author's E-mail: jnemati@shirazu.ac.ir

<https://doi.org/10.48308/joeppa.2025.238305.1331>

Received: 08/01/2025

Revised: 11/02/2025

Accepted: 26/02/2025

Copyright: © 2025 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/>).

تاثیر مصرف حاد آدامس و کپسول کافئین بر برخی پارامترهای عملکردی بازیکنان فوتبال هنگام بازی در ابعاد کوچک

حسین عالیشوندی^{id}، جواد نعمتی*^{id}، محمد همتی نفر^{id}، رسول رضایی^{id}

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اهمیت ارتقای عملکرد ورزشی و بهبود توانایی‌های فیزیولوژیکی بازیکنان فوتبال، بررسی تأثیر مکمل‌های تغذیه‌ای نظیر کافئین در شرایط مسابقه ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش با هدف تاثیر مصرف حاد آدامس و کپسول کافئین بر برخی پارامترهای عملکردی بازیکنان فوتبال هنگام بازی در ابعاد کوچک انجام شد.

مواد و روش‌ها: روش تحقیق از نوع نیمه تجربی و یک سوکور بود، ۱۶ بازیکن فعال در لیگ‌های کشوری با میانگین سنی ۲۰/۲±۲/۷ و وزن ۷۴/۵±۱۱/۳۰ به صورت داوطلبانه شرکت کردند. آزمودنی‌ها در ۵ شرایط مختلف شامل کنترل، دارونما، کپسول، آدامس، ترکیب کپسول-آدامس کافئین به انجام پروتکل تمرینی پرداختند. پروتکل تمرینی شامل بازی فوتبال در ابعاد کوچک در دو نیمه بود که در حین نیمه دوم متغیرهای مسافت طی شده، مدت زمان ضربان قلب بیش از ۸۰ و ۹۰ درصد با استفاده از حسگر ضربان قلب اندازه‌گیری شد و در پایان تمرین، آزمون‌های سرعت و پرش طول انجام گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و تعقیبی بونفرونی بررسی شدند.

نتایج: در متغیر مسافت طی شده، تفاوت بین شرایط ترکیبی با کنترل ($p=0/003$)، دارونما ($p=0/006$) و کپسول ($p=0/021$) معنادار بود. تفاوت بین شرایط آدامس با کنترل ($p=0/032$) و دارونما ($p=0/035$) نیز معنادار بود. در متغیر مدت زمان ضربان قلب بیش از ۸۰ درصد، شرایط ترکیبی تفاوت معناداری با کنترل ($P=0/001$) و دارونما ($P=0/001$) داشت. شرایط آدامس تفاوت معناداری با شرایط دارونما ($P=0/004$) داشت و با حالت کنترل در مرز معناداری بود ($P=0/005$). همچنین شرایط کپسول تفاوت معناداری با کنترل داشت ($P=0/049$). در متغیر مدت زمان ضربان قلب بیش از ۹۰ درصد نتایج مشابهی مشاهده شد. در متغیر پرش طول شرایط ترکیبی تفاوت معناداری با شرایط کنترل ($P=0/030$) و کپسول ($P=0/046$) داشت. همچنین شرایط آدامس تفاوت معناداری با حالت کنترل داشت ($P=0/011$). در متغیر سرعت شرایط ترکیبی با کنترل ($p=0/002$) و دارونما ($p=0/024$) و شرایط آدامس با کنترل ($p=0/017$) و دارونما ($p=0/034$) تفاوت معنادار داشت.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان می‌دهد هر سه روش مصرف کافئین می‌تواند بر عملکرد بازیکنان اثرگذار باشد. اما مصرف ترکیبی کپسول و آدامس کافئین می‌تواند به طور موثرتری نسبت به هر یک از آنها به تنهایی عملکرد بازیکنان فوتبال را در نیمه دوم را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: فوتبال، کافئین، آدامس کافئین، ضربان قلب، (بازی در ابعاد کوچک) SSG

نحوه استناد به این مقاله: عالیشوندی ح، نعمتی ج، همتی نفر م، رضایی ر. تاثیر مصرف حاد آدامس و کپسول کافئین بر برخی پارامترهای عملکردی بازیکنان فوتبال هنگام بازی در ابعاد کوچک. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۴؛ ۱۸(۳): ۹-؟.

* رایانامه نویسنده مسئول: jnemati@shirazu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۸

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۹

نسخه پیش انتشار

مقدمه

فوتبال به دلیل ماهیت متناوب و شدت بالا، نیازمند ویژگی‌های فیزیولوژیکی و جسمانی خاصی است که از طریق تمرین و تغذیه بهبود می‌یابد (۱،۲،۳). فعالیت‌های اصلی در فوتبال شامل دویدن، شتاب‌گیری، کاهش سرعت، تغییر جهت، پرش، تکل و دریبل است، که در کنار مهارت‌های شناختی و روانی، عملکرد بازیکنان را تعیین می‌کند (۴،۵). یکی از روش‌های رایج برای بهبود عملکرد در فوتبال، استفاده از مکمل‌های ارگوژنیک است. کافئین به دلیل در دسترس بودن و تأثیرات مثبت بر عملکرد جسمانی، یکی از پرمصرف‌ترین مکمل‌ها در بین فوتبالیست‌های حرفه‌ای است. مطالعات نشان داده‌اند که مصرف کافئین در دوزهای ۳ تا ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، می‌تواند عملکرد ورزشی را بهبود بخشد، در حالی که مصرف دوزهای بالاتر با عوارض جانبی همراه است (۶). مصرف کافئین دارای منابع مختلفی مانند، نوشیدنی اسپرسو، آبنبات، قرص، کپسول و آدامس کافئین‌دار است. مصرف کافئین به شکل کپسول یا آدامس به دلیل زمان‌بندی متفاوت جذب، اثرات متنوعی بر عملکرد ورزشکاران دارد. کافئین از طریق دستگاه گوارش جذب می‌شود و پیک غلظت پلاسمایی آن حدود ۴۵ تا ۶۰ دقیقه پس از مصرف صورت می‌گیرد. مصرف کپسول کافئین یک ساعت قبل از بازی این فرصت را فراهم می‌کند که سطح پلاسمایی کافئین تا زمان شروع فعالیت به حداکثر برسد. از سوی دیگر، آدامس کافئین جذب سریع‌تری دارد زیرا کافئین از طریق مخاط دهانی هم وارد جریان خون می‌شود. این مکانیزم جذب سریع که حدود ۱۰ تا ۱۵ دقیقه صورت می‌پذیرد می‌تواند دلیل اثربخشی بالاتر آدامس در بین نیمه باشد، چرا که در نیمه دوم بازی، ورزشکار به سرعت از اثرات آن بهره‌مند می‌شود. (۷،۸). امروزه یکی از بهترین تمرینات برای فوتبال، تمرینات HIIT مبتنی بر بازی می‌باشد که به تمرینات بازی در ابعاد کوچک (SSG) معروف است. این تمرینات به دلیل اینکه شرایط بازی رسمی را شبیه‌سازی می‌کند و همراه با بازی است می‌تواند اثرات عملکردی خیلی خوبی را داشته باشد. همچنین امکان طراحی تمرینات هدفمند برای بهبود تاکتیک‌ها و توانایی‌های جسمانی را فراهم می‌آورد (۹). در این تمرینات، ابعاد زمین و تعداد بازیکنان تعیین‌کننده شدت و نوع فعالیت‌ها هستند؛ به عنوان مثال، کاهش تعداد بازیکنان یا افزایش ابعاد زمین می‌تواند مسافت طی شده، تعداد شتاب‌گیری‌ها و کاهش شتاب‌ها را افزایش دهد (۱۰). در سال‌های اخیر، مصرف کافئین به عنوان یک استراتژی برای بهبود عملکرد در فوتبال مورد توجه قرار گرفته است. در رابطه با تأثیر کافئین نشان داده شده است که باعث افزایش ظرفیت هوازی و بی‌هوازی و فاکتورهای عملکردی مانند قدرت، سرعت و پرش می‌شود. تحقیقات نشان می‌دادند که کافئین به ویژه در شدت‌های بالا مؤثر است، زیرا با تحریک استفاده از اسیدهای چرب به عنوان منبع انرژی، باعث صرفه‌جویی در مصرف گلیکوزن می‌شود. این ویژگی برای بهبود عملکرد در تمرینات شدید مانند بازی‌های فوتبال اهمیت دارد. در واقع کافئین می‌تواند از طریق تحریک لیپولیز (تجزیه چربی‌ها) موجب افزایش استفاده از اسیدهای چرب به عنوان منبع انرژی شود، به‌ویژه در ورزشی‌های طولانی مدت، این اثر می‌تواند باعث صرفه‌جویی در ذخایر گلیکوزن عضلانی می‌شود، که برای انجام فعالیت‌های طولانی مدت بسیار مفید است. همچنین مصرف کافئین باعث افزایش آزادسازی کلسیم در سلول‌های عضله قلب می‌شود. این افزایش کلسیم منجر به انقباض قوی‌تر و سریع‌تر عضله قلب و در نتیجه افزایش ضربان قلب می‌شود. همچنین کافئین به عنوان یک آنتاگونیست گیرنده‌های آدنوزین عمل می‌کند. آدنوزین معمولاً باعث کاهش فعالیت قلب و گشاد شدن عروق خونی می‌شود. با مهار این گیرنده‌ها، کافئین منجر به افزایش فعالیت قلب و در نتیجه افزایش ضربان قلب می‌شود. که می‌تواند موجب افزایش زمان فعالیت در محدوده‌های ضربان قلب بالا می‌شود که این مسئله در عملکرد بازیکنان نقش کلیدی دارد (۱۱،۱۲،۱۳). رنچورداس و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهشی نشان دادند که ۲۰۰ میلی‌گرم آدامس کافئین ۱۰ دقیقه پیش از آزمون یویو باعث افزایش مسافت طی شده بازیکنان می‌شود و بیان کردند که بهتر است مسافت طی شده در بازی فوتبال بررسی شود. کافئین می‌تواند بر چندین عامل مرتبط با متغیر مسافت طی شده در عملکرد ورزشی تأثیر بگذارد، کافئین به عنوان یک کمک ارگوژنیک عمل کرده و با مهار گیرنده‌های آدنوزین موجب به تأخیر انداختن خستگی و بهبود عملکرد استقامتی می‌شود، در نتیجه به بازیکنان اجازه می‌دهد مسافت بیشتری را طی کنند. همچنین این امکان را می‌دهد که با شدت بیشتری برای مدت زمان طولانی‌تر فعالیت کنند (۱۴).

اگرچه پژوهش‌های متعددی اثرات کافئین بر عملکرد فیزیکی ورزشکاران را بررسی کرده‌اند، بیشتر مطالعات بر دوزهای خاص یا روش‌های مصرفی مانند کپسول یا نوشیدنی متمرکز بوده‌اند و کمتر به مقایسه روش‌های مختلف مصرف، مانند کپسول و آدامس در شرایط بازی فوتبال پرداخته‌اند. اکثر پژوهش‌ها اثرات کافئین را در آزمایشگاه یا شرایط غیرواقعی بررسی کرده‌اند و پژوهشی

که اثر کافئین را با حسگرهای ضربان قلب در طی بازی بررسی کند بسیار نادر است. فوتبال در ابعاد کوچک که شباهت زیادی به شرایط مسابقه دارد، بستر مناسبی برای ارزیابی اثرات واقعی مکمل‌ها بر عملکرد بازیکنان می باشد که در این زمینه پژوهش کافی صورت نگرفته است. یکی از نوآوری های که در این پژوهش انجام گرفته است ثبت دقیق مسافت طی شده و ضربان قلب بازیکنان با استفاده از حسگر ضربان قلب پلار در نیمه دوم بازی است. با توجه به اهمیت عملکرد بازیکنان در نیمه دوم و دقایق پایانی بازی فوتبال و تاثیرات بالقوه کافئین، این پژوهش به مقایسه تاثیر مصرف حاد آدامس و کپسول کافئین بر برخی پارامترهای عملکردی بازیکنان فوتبال هنگام بازی در ابعاد کوچک می پردازد. بنابراین، این پژوهش تلاش می کند تا با بررسی تأثیر سه روش مختلف مصرف کافئین (کپسول قبل از بازی، آدامس بین دو نیمه و ترکیب هر دو)، در شرایط بازی فوتبال در ابعاد کوچک، اطلاعات مفیدی برای بازیکنان، مربیان و محققان ارائه دهد.

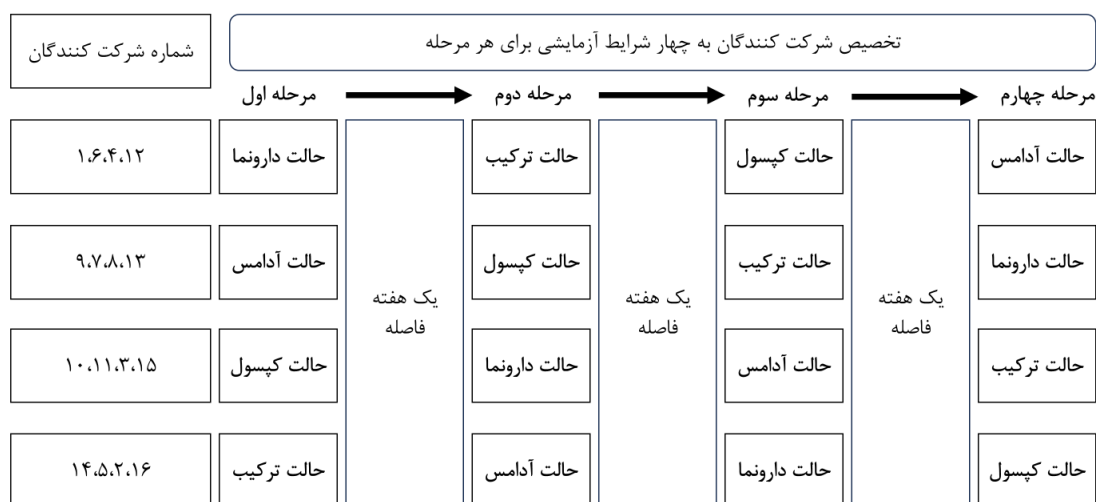
روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: پژوهش حاضر از نوع یک سو کور، متقاطع، کاربردی و نیمه تجربی است که در قالب پنج حالت (شرایط) توسط ۱۶ نفر اجرا شد. جامعه آماری شامل فوتبالیست‌های ۱۷ تا ۲۱ سال استان فارس است که سابقه حضور در لیگ‌های کشوری را دارند. نمونه پژوهش به روش داوطلبانه بود که ۱۶ فوتبالیست از بین داوطلبان انتخاب شدند. پیش از شروع پژوهش، رضایت‌نامه کتبی و پرسش‌نامه سلامت تکمیل شد. متغیرهای مستقل شامل سه روش مصرف کافئین و متغیرهای وابسته شامل مسافت طی شده در نیمه دوم، مدت زمان فعالیت در بیش از ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه (ناحیه ۴ و ۵)، مدت زمان فعالیت در بیش از ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه (ناحیه ۵)، پرش طول و سرعت بودند. معیار ورود به پژوهش دامنه سنی در محدوده اعلام شده، حضور در فصل گذشته در مسابقات لیگ کشور، عدم آسیب دیدگی در آغاز پژوهش عدم مصرف مواد نیروزای غیر مجاز مانند استروئیدها و نداشتن بیماری لحاظ شده بود در هر مرحله، امکان انصراف از پژوهش برای آزمودنی‌ها وجود داشت. رعایت نکات ایمنی و کاهش خطرات احتمالی انجام شد. مصرف مکمل کافئین با تایید پزشک انجام شد و اطمینان حاصل شد که آزمودنی‌ها به این ماده حساسیت ندارند. این پژوهش کد اخلاق را از کمیته اخلاق دانشگاه شیراز (IR.US.PSYEDU.REC.1403.011) تایید و مطابق اعلامیه هلسینکی انجام شد.

روش اجرای پژوهش: پژوهش در پنج مرحله توسط فقط ۱۶ نفر انجام شد که بین هر مرحله، یک هفته فاصله پاکسازی بود. در مرحله اول حالت کنترل توسط ۱۶ آزمودنی انجام شد و سپس تخصیص آزمودنی‌ها برای مراحل بعد به روشی که در شکل شماره یک نشان داده شده است در چهار مرحله انجام گرفت. این حالت‌ها شامل حالت کنترل، حالت دارونما، حالت آدامس، حالت کپسول و حالت ترکیبی بود. بعد از ۱۵ دقیقه گرم کردن، بازی فوتبال در ابعاد کوچک (SSG) در زمین به ابعاد ۳۰×۴۰ متر با حسگر ضربان قلب پلار H1۰ اجرا، سپس بازیکنان چهار در مقابل چهار همراه با دروازه بان فوتبال بازی کردند. بازی در دو نیمه که در قالب ۶ ست ۵ دقیقه‌ای با ۲:۳۰ دقیقه استراحت بود اجرا شد. استراحت ۱۵ دقیقه‌ای بین دو نیمه لحاظ شده بود. پس از پایان بازی بعد از ۵ دقیقه استراحت غیر فعال آزمون‌های سرعت و پرش طول به ترتیب اجرا شد. قانون بازی به این شکل بود که بازیکنان خارج از محوطه ی جریمه نمیتوانستند گل بزنند و بایستی خود را به این منطقه می رساندند. بلافاصله با خروج توپ از بازی، توپ‌های وجود داشت که برای شروع سریع تر بازی در اختیار بازیکنان قرار میگرفت. مسافت طی شده بازیکنان در نیمه دوم مد نظر بود که از حسگر پلار H1۰ برای ثبت مسافت جابجایی استفاده شد. حسگر پلار اطلاعات ضربان قلب را به صورت لحظه‌ای ثبت می کرد و مدت زمان فعالیت در بیش از ۸۰ و ۹۰ درصد ضربان قلب را به صورت دقیق به محققان داد. برای آزمون سرعت، آزمودنی‌ها مسیر ۳۰ متری را با حداکثر سرعت طی کردند و بهترین زمان از بین سه تکرار ثبت شد. همچنین برای آزمون پرش طول، آزمودنی‌ها حداکثر تلاش خود را طی سه تکرار با استراحت ۱ دقیقه برای پرش طول انجام دادند و فاصله پرش با متر اندازه‌گیری شد. با توجه به یک سوکور بودن پژوهش، مکمل و دارونما توسط فردی غیر از پژوهشگر به آزمودنی‌ها در زمان مصرف داده شد.

روش‌های آزمایشگاهی: کپسول کافئین ۲۰۰ میلی گرمی از شرکت Enercaff، کپسول ۱۰۰ میلی گرمی از شرکت جالینوس و آدامس کافئین از شرکت اکشن تهیه شد، آدامس دارونما، آدامس‌های شبیه به آدامس کافئین و کپسول‌های دارونما شبیه کپسول کافئین اما حاوی نشاسته بودند. پنج حالتی که در این پژوهش وجود داشت، شامل حالت کنترل (هیچ ماده‌ای مصرف

نشد)، حالت دارونما (کپسول دارونما یک ساعت قبل از شروع بازی و آدامس دارونما بین نیمه)، حالت آدامس (کپسول دارونما یک ساعت قبل از بازی شروع بازی و ۲۰۰ میلی گرم آدامس کافئین بین نیمه، حالت کپسول (۲۰۰ میلی گرم کپسول کافئین یک ساعت قبل از شروع بازی و آدامس دارونما در بین نیمه)، حالت ترکیبی (۱۰۰ میلی گرم کپسول کافئین یک ساعت قبل از شروع بازی و ۱۰۰ میلی گرم آدامس کافئین بین نیمه) بود. کپسول با توجه به حالت ها ۶۰ دقیقه پیش از شروع بازی مصرف شد. آدامس های کافئین و دارونما مشابه بودند و با توجه به حالت ها به مدت ۱۰ دقیقه در بین دو نیمه استفاده شد. چون آدامس های کافئین اندازه کوچکی همراه با ۲۵ میلی گرم کافئین بودند، بازیکنان ۴ آدامس همزمان به مدت ۵ دقیقه می جویدند و سپس از دهان خود بیرون می انداختند. مجدد این کار را انجام می دادند، یعنی مجدد ۴ آدامس کوچک کافئین یا دارونما با توجه به حالت مورد نظر استفاده می کردند، تا به دوز مناسب برسد. لازم به دلیل ذکر است به دلیل عدم وجود آدامس های کافئین با دوز بیشتر در بازار ایران از این نوع آدامس استفاده شد.



شکل ۱. روش تخصیص آزمودنی ها به چهار شرایط آزمایشی برای هر مرحله

تحلیل آماری: داده ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شدند. از آمار توصیفی، برای محاسبه میانگین و از انحراف معیار برای توصیف داده ها و از آمار استنباطی (آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر) برای پاسخ به سوالات تحقیق استفاده شد. در صورت معنادار بودن نتایج، آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین برای متغیرهایی که نرمال نبودند، استفاده از روش های ناپارامتری انجام شد. سطح معناداری در نظر گرفته شده $p \leq 0.05$ است.

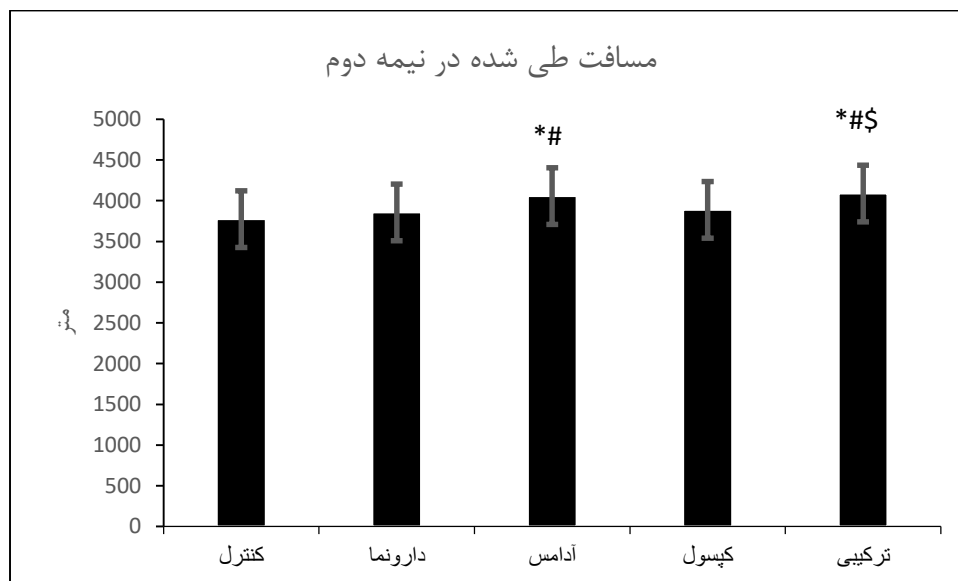
نتایج

تعداد شرکت کنندگان در این پژوهش، ۱۶ نفر بود. آزمون های کولموگروف اسمیرنوف و شاپیروویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها در متغیرهای مختلف اجرا شد و نتایج نشان داد، در مسافت طی شده برای همه شرایط (کنترل، دارونما، آدامس، کپسول، ترکیبی)، سطح معناداری در هر دو آزمون بالاتر از ۰/۰۵ است. بنابراین، داده ها نرمال هستند. در متغیر سرعت، در شرایط کنترل و کپسول، سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است (به ویژه در آزمون شاپیروویلک). بنابراین داده ها در این دو شرایط نرمال نیستند، اما در سایر شرایط (دارونما، آدامس، ترکیبی)، داده ها نرمال هستند. در پرش طول، برای همه شرایط سطح معناداری بالاتر از ۰/۰۵ است. بنابراین داده ها نرمال هستند. زمان ضربان قلب بالای ۸۰٪ و ۹۰٪، در تمامی شرایط، داده ها نرمال هستند. اکثر داده ها برای متغیرهای مختلف نرمال هستند، به جز سرعت در شرایط کنترل و کپسول که نرمال نیستند. برای متغیرهایی که نرمال نیستند، استفاده از روش های ناپارامتری انجام شد.

مسافت طی شده در نیمه دوم

در متغیر مسافت طی شده، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داد که بین شرایط مختلف مصرف مکمل

تفاوت معنی داری وجود دارد ($P=0/001$, $F=14/012$). نتایج آزمون بونفرونی نشان داد بین شرایط کنترل و آدامس ($281/25$ - متر) تفاوت معنادار بود ($p=0/032$). بازیکنان در شرایط آدامس جابجایی بیشتری نسبت به شرایط کنترل داشتند. تفاوت میانگین بین شرایط کنترل و ترکیبی ($312/50$ - متر) نیز معنادار بود ($p=0/003$). تفاوت میانگین بین شرایط دارونما و آدامس ($200/00$ - متر) معنادار بود ($p=0/035$). مصرف آدامس باعث افزایش معنادار جابجایی بازیکنان نسبت به دارونما شد. تفاوت میانگین بین دارونما و ترکیبی ($231/25$ متر) نیز معنادار بود ($p=0/006$). این نشان می‌دهد که ترکیب کپسول و آدامس تأثیر بیشتری نسبت به دارونما دارد. تفاوت میانگین بین شرایط کپسول و ترکیبی ($200/00$ - متر) معنادار بود ($p=0/021$). این نتیجه که در شکل شماره ۲ نمودار آن ترسیم شده نشان می‌دهد که ترکیب کپسول و آدامس تأثیر بیشتری نسبت به مصرف تنها کپسول دارد.



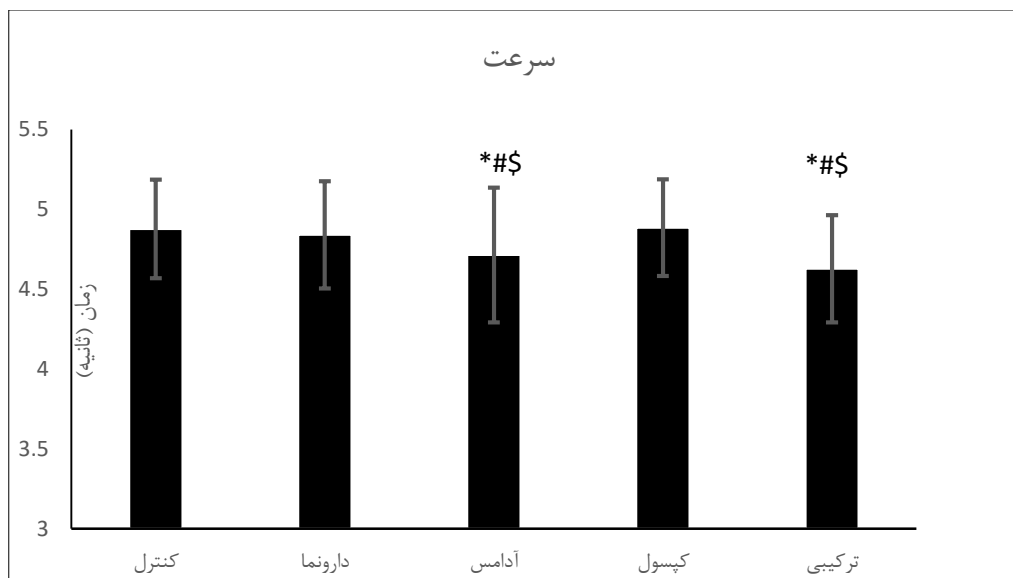
شکل ۲. مسافت طی شده آزمودنی‌ها در نیمه دوم بازی

(# تفاوت با حالت کنترل، \$ تفاوت با حالت دارونما، * تفاوت با حالت کپسول)

نتایج نشان می‌دهد که مصرف کافئین، به صورت های آدامس، کپسول، یا ترکیبی، تأثیر مثبتی بر مسافت طی شده بازیکنان در نیمه دوم دارد. بیشترین افزایش مسافت مربوط به مصرف ترکیبی کافئین ($8,28\%$) و پس از آن آدامس کافئین و کپسول است. مصرف دارونما نیز بهبود اندکی ($2,15\%$) نسبت به حالت کنترل نشان داده است، که ممکن است ناشی از اثر روانی مصرف آن باشد.

سرعت

برای متغیر سرعت، نتایج آزمون فریدمن نشان‌دهنده تفاوت معناداری در میانگین‌ها بود ($\chi^2=17/212$, $df=4$, $p=0/002$). این نتایج نشان می‌دهد که بین این گروه‌ها تفاوت معناداری در عملکرد بازیکنان در آزمون سرعت ۳۰ متر وجود دارد. نتایج آزمون ویلکاکسون نشان داد که در مقایسه بین آدامس و کنترل، ($p=0/017$) تفاوت معنادار وجود داشت. در مقایسه ترکیب کپسول و آدامس با کنترل، ($p=0/002$) تفاوت معنادار وجود داشت. در مقایسه آدامس با دارونما، ($p=0/034$) تفاوت معناداری وجود داشت. همچنین، در مقایسه ترکیب کپسول و آدامس با دارونما، نیز تفاوت‌های معناداری وجود داشت (شکل ۳).

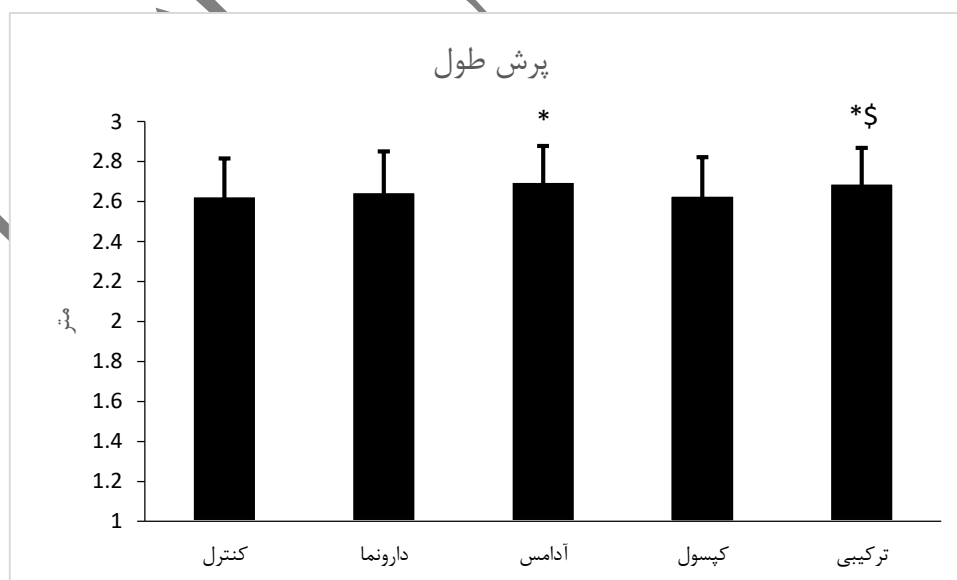


شکل ۳. عملکرد آزمودنی ها در آزمون سرعت ۳۰ متر در پنج حالت مختلف
(*) تفاوت با حالت کنترل، # تفاوت با حالت دارونما، \$ تفاوت با حالت کپسول

نتایج درصد تغییرات سرعت ۳۰ متر بازیکنان نسبت به حالت کنترل، نشان می دهد که بیشترین کاهش در سرعت مربوط به مصرف ترکیبی کافئین (۵،۱۰٪) است.

پرش طول

نتایج آزمون گرین هوس گیسر نشان داد که بین شرایط مختلف مصرف مکمل تفاوت معنی داری وجود دارد ($P=0/003$ ، $F=6/999$). نتایج آزمون بونفرونی نشان داد، حالت ترکیبی تفاوت معناداری با حالت های کنترل ($P=0/030$) و کپسول ($P=0/046$) داشت. همچنین حالت آدامس تفاوت معناداری با حالت کنترل داشت ($P=0/011$).



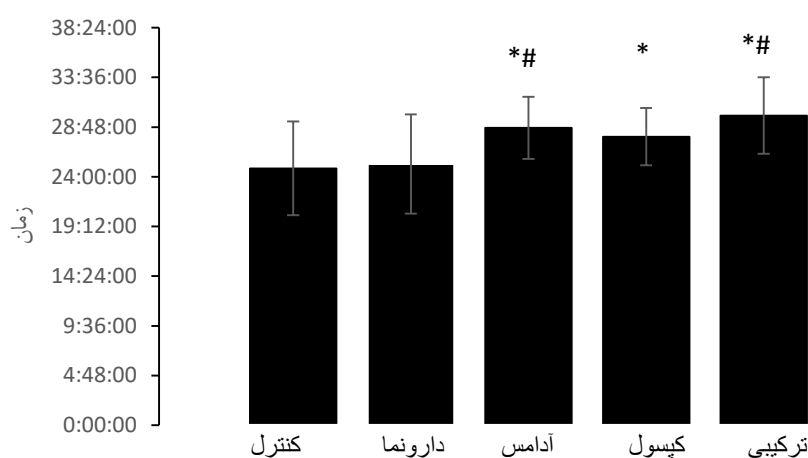
شکل ۴. عملکرد آزمودنی ها در آزمون پرش طول در پنج حالت مختلف
(*) تفاوت با حالت کنترل، # تفاوت با حالت دارونما، \$ تفاوت با حالت کپسول

درصد تغییرات پرش طول بازیکنان نسبت به حالت کنترل نشان می‌دهد که مصرف کافئین، به‌ویژه به‌صورت آدامس (۲,۷۱٪) و ترکیبی (۲,۴۳٪)، بیشترین بهبود را در عملکرد پرش طول پس از بازی داشته است.

مدت زمان ضربان قلب بیش از ۸۰ در نیمه دوم

در متغیر مدت زمان ضربان قلب بیش از ۸۰ درصد نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داد که بین شرایط مختلف مصرف مکمل تفاوت معنی داری وجود دارد ($F=16/869$, $P=0/001$). آزمون بونفرونی نشان داد حالت ترکیبی تفاوت معناداری با حالت های کنترل ($P=0/001$) و دارونما ($P=0/001$) داشت. حالت آدامس تفاوت معناداری با حالت دارونما ($P=0/004$) داشت و با حالت کنترل در مرز معناداری بود ($P=0/005$). همچنین حالت کپسول تفاوت معناداری با حالت کنترل داشت ($P=0/049$).

مدت زمان ضربان قلب بیش از ۸۰ درصد

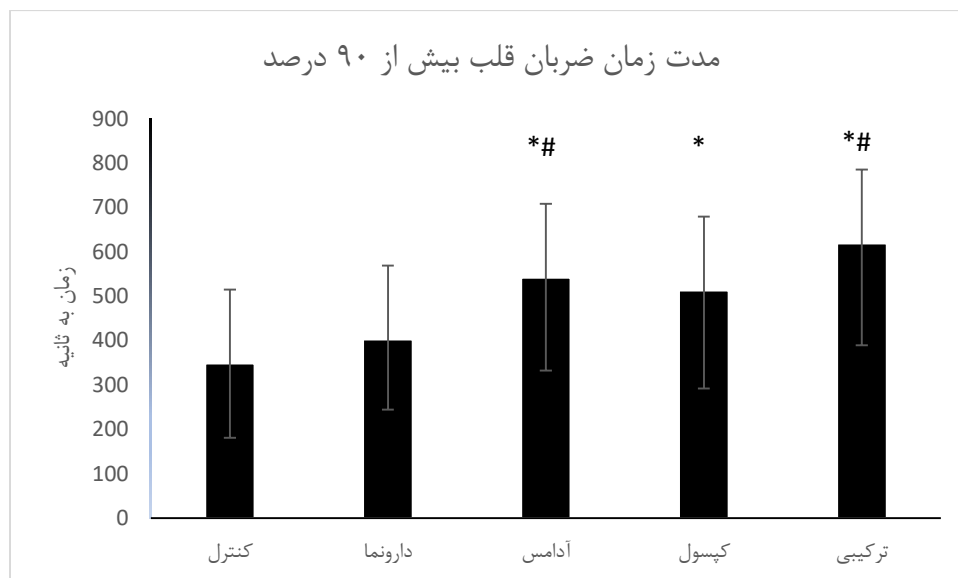


شکل ۵. مدت زمان ضربان قلب بیش از ۸۰ درصد در نیمه دوم در پنج حالت مختلف
(* تفاوت با حالت کنترل، # تفاوت با حالت دارونما، Δ تفاوت با حالت کپسول)

مصرف ترکیبی (کپسول و آدامس) بیشترین افزایش مدت زمان ضربان قلب بالای ۸۰ درصد را ایجاد کرده است (۲۰/۶۱٪)، که نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه این روش بر فعالیت قلبی در طول نیمه‌ی دوم بازی است. دارونما: ۱۰/۷۵٪ افزایش، آدامس: ۱۵/۷۸٪ افزایش، کپسول: ۱۲/۳۷٪ افزایش، ترکیبی: ۲۰/۶۱٪ افزایش.

مدت زمان ضربان قلب بیش از ۹۰ درصد در نیمه دوم

برای متغیر مدت زمان ضربان قلب بیش از ۹۰ درصد نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داد که بین شرایط مختلف مصرف مکمل تفاوتی معنی دار وجود دارد. ($F=16/869$, $P=0/002$).



شکل ۶. مدت زمان ضربان قلب بیش از ۸۰ درصد در نیمه دوم در پنج حالت مختلف

همانطور که در شکل شماره ۶ قابل مشاهده است، در مدت زمان ضربان قلب بیش از ۹۰ درصد، حالت ترکیبی تفاوت معناداری با حالت های کنترل ($P=0/008$) و دارونما ($P=0/003$) داشت. حالت آدامس تفاوت معناداری با حالت های دارونما ($P=0/008$) و کنترل ($P=0/010$) داشت. همچنین حالت کپسول تفاوت معناداری با حالت کنترل داشت ($P=0/044$). نتایج نشان می دهد که بیشترین افزایش مربوط به حالت ترکیبی ($80/42\%$) است، که نشان دهنده تأثیر قوی این روش بر فعالیت شدید قلبی در طول نیمه دوم بازی است. روش های دیگر مصرف یعنی آدامس و کپسول نیز افزایش قابل توجهی ایجاد کرده اند (بیش از 60%). این امر نشان می دهد که مصرف کافئین به خصوص در فرم ترکیبی می تواند به تمرین در شدت بیشتر کمک کند. دارونما تأثیر کمی داشته است، که ممکن است ناشی از تأثیرات روانی باشد. دارونما: $19/88\%$ افزایش، آدامس: $64/76\%$ افزایش، کپسول: $63/25\%$ افزایش، ترکیبی: $80/42\%$ افزایش



شکل ۷. سمت چپ اطلاعات ضربان قلب مربوط به یک آزمودنی در نیمه دوم حالت ترکیب کپسول و آدامس، سمت راست همان آزمودنی در حالت کنترل

همانطور که در شکل شماره ۷ می بینیم برای یک آزمودنی در زمانی که ۲۰۰ میلی گرم کافئین به روش ترکیبی مصرف کرده است ضربان قلب بالاتری ثبت شده است و در مدت بیشتری در دامنه ی بیش از ۹۰ و بیش از ۸۰ درصد بوده است.

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که روش مصرف ترکیبی کافئین (کپسول و آدامس) در بسیاری از متغیرهای مورد بررسی، عملکرد بازیکنان را به طور معناداری بهبود می بخشد. در متغیر مسافت طی شده، ترکیب کپسول و آدامس بیشترین تأثیر را در افزایش مسافت طی شده داشت و تفاوت معناداری با سایر حالتها به ویژه حالت های کنترل و دارونما نشان داد ($P < 0.05$). همچنین، روش آدامس کافئین نیز به طور معناداری در بهبود مسافت طی شده نسبت به سایر حالتها موفق بود. این نتایج تأثیر مثبت کافئین بر حفظ استقامت و توانایی بازیکنان برای حفظ فعالیت شدید در طول نیمه دوم بازی را تأیید می کند. تفاوت های مشاهده شده در پژوهش حاضر بین تأثیر آدامس کافئین و کپسول، و ترکیب این دو، می تواند ناشی از ویژگی های جذب و مکانیزم های تأثیرگذاری کافئین باشد (۱۵). کافئین از طریق دستگاه گوارش جذب می شود و پیک غلظت پلاسمایی آن حدود ۴۵ تا ۶۰ دقیقه پس از مصرف رخ می دهد. مصرف کپسول کافئین یک ساعت قبل از بازی این فرصت را فراهم می کند که سطح پلاسمایی کافئین تا زمان شروع فعالیت به حد اکثر برسد. از سوی دیگر، آدامس کافئین جذب سریع تری دارد زیرا کافئین از طریق مخاط دهانی هم وارد جریان خون می شود. این مکانیزم جذب سریع می تواند دلیل اثربخشی بالاتر آدامس مصرف شده در بین نیمه باشد، چرا که در نیمه دوم بازی، ورزشکار به سرعت از اثرات آن بهره مند می شود. کافئین عملکرد ورزشکاران را از طریق مهار گیرنده های آدنوزین بهبود می بخشد. این اثر منجر به کاهش خستگی، افزایش تحریک پذیری سیستم عصبی مرکزی و تقویت عملکرد عضلانی می شود (۱۶، ۱۷). مصرف ترکیبی آدامس و کپسول در تحقیق حاضر نشان داد که این روش منجر به بهبود حداکثری مسافت طی شده در نیمه دوم می شود. این نتیجه احتمالاً به دلیل ترکیب اثرات کوتاه مدت آدامس و طولانی مدت کپسول کافئین بوده است و میتواند اثر هم افزایی داشته باشد (۱۸). تحقیقات نشان می دهند که یک ویژگی مهم که برای بهبود عملکرد در تمرینات شدید مانند بازی های فوتبال اهمیت دارد، این است که کافئین می تواند با استفاده از اسیدهای چرب در مصرف گلیکوژن صرفه جویی کند. مطالعات نشان می دهند که کافئین می تواند از طریق تحریک لیپولیز (تجزیه چربی ها) موجب افزایش استفاده از اسیدهای چرب به عنوان منبع انرژی شود، به ویژه در تمرینات استقامتی، همچنین مصرف کافئین باعث افزایش زمان فعالیت در محدوده های ضربان قلب بالا می شود که این مسئله در عملکرد بازیکنان نقش کلیدی دارد. (۱۹، ۲۰، ۲۱). دوزهای ۳ تا ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به طور معمول مؤثر هستند. در پژوهش حاضر مصرف ۲۰۰ میلی گرم کافئین (تقریباً ۳ میلی گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن) بوده است. این دوز معمولاً عوارض جانبی کمی داشته و در افزایش عملکرد جسمانی و ذهنی نقش بسزایی دارد (۲۲). پاسخ به کافئین در میان افراد متفاوت است و به عواملی مانند ژنتیک و نوع فعالیت بستگی دارد. برخی افراد به دلیل پلی مورفیسم های ژنتیکی در متابولیسم کافئین (مانند ژن CYP1A2) سریع تر یا کندتر به کافئین واکنش نشان می دهند. این عامل می تواند به اختلاف در اثرات مشاهده شده در افراد مختلف اشاره کند (۲۴). در بازی های فوتبال که ترکیبی از فعالیت های هوازی و بی هوازی است، ۲۰۰ میلی گرم آدامس کافئین می تواند عملکرد را از طریق افزایش قدرت عضلانی، افزایش چابکی و سرعت، عملکرد ذهنی و کاهش خستگی بهبود بخشد. مطالعات نشان داده اند که کافئین، به ویژه به شکل آدامس یا مصرف کوتاه مدت، تأثیرات سریعی بر عملکرد بازیکنان فوتبال دارد (۲۵، ۲۶).

در آزمون سرعت، مصرف ترکیبی کپسول و آدامس عملکرد بازیکنان را به میزان قابل توجهی بهبود داد ($P < 0.05$). این یافته با توجه به اثرات شناخته شده کافئین در تحریک سیستم عصبی مرکزی و افزایش انقباضات عضلانی، قابل تفسیر است. کافئین با اثرگذاری بر سیستم عصبی مرکزی و عضلانی، می تواند عملکرد عضلانی را بهبود بخشد. یکی از مکانیسم های اصلی این اثر، افزایش آزادسازی کلسیم از ذخایر عضلانی (ساخته شده در شبکه سارکوپلاسمی) است که به افزایش قدرت انقباضات عضلانی و بهبود عملکرد عضلات کمک می کند. کافئین با مهار آنزیم فوسفودی استراز (phosphodiesterase) باعث افزایش سطح cAMP (آدنوزین مونوفسفات حلقوی) در سلول های عضلانی می شود. این امر به نوبه خود، آزادسازی کلسیم از ریز شبکه سارکوپلاسمی (sarcoplasmic reticulum) را تسریع می کند. کلسیم آزاد شده در داخل سلول های عضلانی به پیوندهای فعال انقباض عضلانی کمک می کند و باعث تقویت قدرت عضلات در هنگام فعالیت های فیزیکی می شود. علاوه بر آزادسازی کلسیم، کافئین حساسیت

پروتئین‌های درگیر در فرآیند انقباض عضلانی، مانند تروپونین و تروپومیوزین، را به کلسیم افزایش می‌دهد. این موضوع به این معنی است که عضله قادر است به سرعت و با قدرت بیشتری منقبض شود، که برای فعالیت‌های انفجاری همچون پرش طول بسیار مهم است. همچنین، مصرف آدامس به‌تنهایی نیز باعث بهبود سرعت شد که ممکن است به دلیل جذب سریع کافئین از طریق بافت دهان باشد. همسو با نتایج پژوهش حاضر رنچورداس و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهشی با عنوان اثرات آدامس کافئین دار بر روی آزمون‌های اختصاصی فوتبال در بازیکنان فوتبال مرد دانشگاهی آموزش دیده، نشان دادند که ۲۰۰ میلی گرم آدامس کافئین ۱۰ دقیقه پیش از آزمون یویو باعث افزایش مسافت طی شده بازیکنان می‌شود. اما در آزمون سرعت ۲۰ متر تفاوت معنادار نبود، که این نتیجه آزمون سرعت با پژوهش حاضر ناهمسو بود، پیش بینی می‌شود دلیل این عدم همسویی مسافت ۲۰ متر، نبود خستگی ناشی از بازی فوتبال در بازیکنان و وجود تفاوت‌های فردی بوده است (۲۷،۲۸،۲۹). همسو با پژوهش حاضر خوان میگلوی آیسو (۲۰۱۹) در پژوهش سیستمیکی، که به بررسی ۱۷ مطالعه در ارتباط با اثر مصرف کافئین بر فوتبال از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۹ به صورت نوشیدنی کافئین و قرص پرداختند، مشاهده کردند که دوزهای متوسط کافئین که در بازه‌ی زمانی ۵ تا ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت با استفاده از منابع مختلف مصرف شده بود، اثرات مثبتی روی عملکرد فیزیکی بازیکنان به ویژه بر سرعت، مسافت طی شده دارد. در پرش طول نیز روش ترکیبی کپسول و آدامس و همچنین مصرف آدامس به‌تنهایی عملکرد بازیکنان را بهبود بخشیدند، که نشان‌دهنده تأثیر کافئین بر افزایش توان عضلانی و یا حفظ توان در انتهای نیمه دوم بازی فوتبال است. در پژوهشی دیگر همسو با نتایج پژوهش حاضر که با هدف بررسی اثربخشی یک نوشیدنی انرژی‌زای حاوی کافئین برای بهبود عملکرد فیزیکی بازیکنان زن فوتبال در طول یک بازی شبیه‌سازی شده بود، یک طرح آزمایشی دوسوکور، کنترل شده و تصادفی با دارونما استفاده شده بود، در دو جلسه مختلف ۱۸ زن فوتبالیست ۳ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم به شکل یک نوشیدنی انرژی‌زا یا یک نوشیدنی مشابه بدون محتوای کافئین (دارونما) مصرف کردند. پس از ۶۰ دقیقه، آنها یک پرش، یک آزمون سرعت و به دنبال آن یک مسابقه فوتبال شبیه‌سازی شده دو نیمه ۴۰ دقیقه‌ای انجام دادند. مسافت و سرعت دویدن فردی با استفاده از دستگاه‌های GPS اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داده بود که در مقایسه با نوشیدنی دارونما، مصرف نوشیدنی انرژی‌زای کافئین‌دار پرش و مسافت طی شده را افزایش داد (۳۰).

در بررسی مدت زمان فعالیت در شدت‌های بالای ضربان قلب (بیش از ۸۰٪ و ۹۰٪)، مصرف ترکیبی کپسول و آدامس تأثیر چشمگیری داشت و بیشترین مدت زمان را نسبت به سایر شرایط به خود اختصاص داد. این نتیجه بیانگر اثر مثبت کافئین در افزایش ظرفیت هوازی و تحمل بازیکنان در فعالیت‌های شدید است. از نظر فیزیولوژیکی، کافئین به عنوان یک محرک قوی برای سیستم عصبی مرکزی عمل می‌کند و با مسدود کردن گیرنده‌های آدنوزین، احساس خستگی را کاهش داده و فعالیت نورونی را افزایش می‌دهد. این مکانیسم ممکن است باعث افزایش توانایی ورزشکاران در حفظ شدت فعالیت‌های بالای ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه شود. همچنین، کافئین با افزایش ترشح اپی‌نفرین، تحریک لیپولیز و افزایش دسترسی به اسیدهای چرب آزاد، می‌تواند انرژی لازم برای فعالیت‌های شدید را تأمین کند (۳۱،۳۲). در پژوهشی توسط آندراس آپوستولیدیس و همکاران (۲۰۲۰)، بیست بازیکن مرد فوتبال بر اساس آمادگی قلبی-تنفسی (سطح بالا و متوسط) یا آمادگی عصبی-عضلانی (سطح بالا و متوسط) دسته‌بندی شدند. دو آزمون ورزشی شبیه‌سازی شده با فشار قلبی-عروقی مشابه بازی فوتبال را تا حد خستگی روی تردمیل پس از مصرف کافئین (۶ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) یا دارونما انجام دادند. نتایج تفاوت معناداری به ویژه در متغیر ضربان قلب نشان داد، به این صورت که با مصرف ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن نسبت به دارونما ضربان قلب بیشتری ثبت شد و این تفاوت معنادار بود (۳۷). ایلدریم و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی که با هدف بررسی تأثیر دوزهای مختلف (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم) آدامس کافئین‌دار بر قدرت عضلانی، عملکرد پرش عمودی و سرعت ضربه زدن به توپ در بازیکنان مرد فوتبال تمرین کرده بود و یک طرح تحقیقاتی دوسوکور، تصادفی، متقاطع، شامل ۱۴ بازیکن مرد فوتبال می‌شد، نشان داد جویدن آدامس به‌عنوان یک روش جایگزین برای تجویز کافئین می‌تواند باشد و به‌عنوان یک کمک انرژی‌زای تغذیه‌ای برای بازیکنان فوتبال تمرین کرده، حداقل برای قدرت عضلات چهارسر ران مورد استفاده قرار گیرد. در پژوهش حاضر در شرایطی که تنها آدامس یا کپسول مصرف شد، نیز تفاوت معناداری با شرایط کنترل و دارونما مشاهده شد. این نشان می‌دهد که حتی دوزهای جداگانه ۲۰۰ میلی گرم کافئین نیز می‌توانند تأثیر مثبتی بر فعالیت‌های شدید ورزشی داشته باشند. آدامس کافئین به دلیل جذب سریع از طریق بافت‌های دهانی، امکان افزایش سریع سطح کافئین در خون را فراهم می‌کند و ممکن است در افزایش

عملکرد کوتاه مدت موثرتر باشد. از سوی دیگر، کپسول کافئین با تأثیر طولانی مدت تر بر عملکرد ورزشی، می تواند به حفظ شدت فعالیت در فواصل طولانی تر کمک کند (۳۳). تفاوت های معنادار مشاهده شده در حالت های مصرف کافئین نشان می دهد که ترکیب این دو روش (کپسول و آدامس) ممکن است اثرات هم افزایی داشته باشد. این ترکیب می تواند به صورت هم زمان جذب سریع از طریق آدامس و پایداری اثر کافئین از طریق کپسول را تضمین کند، که در نتیجه منجر به افزایش مدت زمان فعالیت در شدت های بالا می شود. مطالعات قبلی نیز نشان داده اند که استفاده ترکیبی از منابع کافئین می تواند اثرات فیزیولوژیکی بیشتری در بهبود عملکرد ورزشی داشته باشد (۳۴،۳۵،۳۶). نتایج اهمیت مصرف بهینه کافئین در ورزش های تیمی مانند فوتبال را نشان می دهد، جایی که توانایی باقی ماندن در شدت های بالای فعالیت نقشی کلیدی در موفقیت عملکردی دارد. برای ورزشکاران و مربیان، استفاده ترکیبی از آدامس و کپسول می تواند یک استراتژی مفید برای بهبود عملکرد در شرایط رقابتی باشد. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که روش ترکیبی مصرف کافئین (کپسول و آدامس) مؤثرترین روش برای بهبود عملکرد فیزیکی و فیزیولوژیکی بازیکنان فوتبال در شرایط نیمه دوم فوتبال در ابعاد کوچک است. مصرف آدامس کافئین نیز در بسیاری از متغیرها نتایج مطلوبی را ارائه کرد که می تواند به دلیل جذب سریع کافئین باشد. این یافته ها اهمیت استفاده از کافئین به عنوان یک مکمل مؤثر برای بهبود عملکرد بازیکنان در ورزش های تیمی را برجسته می سازد.

تشکر و قدردانی

از بازیکنان فوتبال که به عنوان آزمودنی در این پژوهش همکاری کردند، کمال سپاس را دارم.

حمایت مالی

پژوهش حاضر حمایت مالی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

در این پژوهش نویسنده اول دانشجوی دکتری، نویسنده دوم استاد راهنما، نویسنده سوم و چهارم به عنوان استاد مشاور مشارکت و همکاری داشته اند.

تعارض منافع

در این پژوهش هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

منابع

1. Dellal A, Drust B, Lago-Penas C. Variation of activity demands in small-sided soccer games. *Int J Sports Med*. 2012;33(5):370-5.
2. Dolci F, Hart NH, Kilding AE, Chivers P, Piggott B, Spiteri T. Physical and energetic demand of soccer: a brief review. *Strength Cond J*. 2020;42(3):70-77.
3. Krstrup P, Dvorak J, Junge A, Bangsbo J. Executive summary: The health and fitness benefits of regular participation in small-sided football games. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20:132-5.
4. Coelho DB, Pimenta EM, Veneroso CE, Morandi RF, Pacheco DAS, Pereira ER, et al. Assessment of acute physiological demand for soccer. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano*. 2013;15:667-76.
5. Castillo-Rodríguez A, Durán-Salas Á, Giménez JV, Onetti-Onetti W, Suárez-Arrones L. The influence of pitch dimensions during small-sided games to reach match physical and physiological demands on the youth soccer players. *Sensors*. 2023;23(3):1299.
6. Grgic J. Effects of caffeine on resistance exercise: a review of recent research. *Sports Med*. 2021;51:2281-98.
7. Wang Z, Qiu B, Gao J, Del Coso J. Effects of caffeine intake on endurance running performance and time to exhaustion: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2022;15(1):148.
8. Grgic J, Mikulic P. Acute effects of caffeine supplementation on resistance exercise, jumping, and Wingate

- performance: no influence of habitual caffeine intake. *Eur J Sport Sci.* 2021;21(8):1165-75.
9. Castillo D, Raya-González J, Sarmiento H, Clemente F, Yanci J. Effects of including endurance and speed sessions within small-sided soccer games periodization on physical fitness. *Biol Sport.* 2021;38(2):291-9.
 10. Daryanoosh F, Alishavandi H, Nemati J, Basereh A, Jowhari A, Asad-Manesh E, et al. Effect of interval and continuous small-sided games training on the bio-motor abilities of young soccer players: a comparative study. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2023;15(1):51.
 11. de Almeida RF, de Oliveira M, Furigo IC, Aquino R, Clarke ND, Tallis J, et al. Effects of acute caffeine ingestion on cognitive performance before and after repeated small-sided games in professional soccer players: a placebo-controlled, randomized crossover trial. *Nutrients.* 2023;15(14):3094.
 12. de Almeida RF, da Costa IT, Machado G, Rinaldi NM, Aquino R, Tallis J, et al. The effect of acute caffeine ingestion on tactical performance of professional soccer players. *Nutrients.* 2022;14(7):1466.
 13. Kunrath CA, Nakamura FY, Roca A, Tessitore A, Teoldo Da Costa I. How does mental fatigue affect soccer performance during small-sided games? A cognitive, tactical and physical approach. *J Sports Sci.* 2020;38(15):1818-28.
 14. Ranchordas MK, King G, Russell M, Lynn A. Effects of caffeinated gum on a battery of soccer-specific tests in trained university-standard male soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28(6):629-34.
 15. Wickham KA, Spriet LL. Administration of caffeine in alternate forms. *Sports Med.* 2018;48:79-91.
 16. Ganio MS, Klau JF, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. *J Strength Cond Res.* 2009;23(1):315-24.
 17. Pickering C, Grgic J. Caffeine and exercise: what next? *Sports Med.* 2019;49:1007-30.
 18. Yildirim UC, Akcay N, Alexe DI, Esen O, Gulu M, Cîrțiță-Buzoianu C, et al. Acute effect of different doses of caffeinated chewing gum on exercise performance in caffeine-habituated male soccer players. *Front Nutr.* 2023;10:1251740.
 19. Sinclair CJ, Geiger JD. Caffeine use in sports. A pharmacological review. *J Sports Med Phys Fitness.* 2000;40(1):71-9.
 20. Laurent D, Schneider KE, Prusaczyk WK, Franklin C, Vogel SM, Krssak M, et al. Effects of caffeine on muscle glycogen utilization and the neuroendocrine axis during exercise. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000;85(6):2170-5.
 21. Del Coso J, Muñoz G, Muñoz-Guerra J. Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance. *PLoS One.* 2012;7(2):e31380.
 22. Guest NS, VanDusseldorp TA, Nelson MT, Grgic J, Schoenfeld BJ, Jenkins ND, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2021;18(1):1.
 23. Burke LM. Caffeine and sports performance. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(6):1319-34.
 24. Guest N, Coreas M, Lorenzen C, Jones R, Saunders B. Caffeine, CYP1A2 genotype, and endurance performance in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(8):1570-8.
 25. Ferreira RE, Cerqueira LS, Brandão LF, et al. Effects of caffeine supplementation on physical performance of soccer players: systematic review and meta-analysis. *Sports Health.* 2021;13(4):347-58.
 26. Mielgo-Ayuso J, Zourdos MC, Calleja-González J, Urdampilleta A, Ostojic SM. Caffeine supplementation and physical performance, muscle damage and perception of fatigue in soccer players: A systematic review. *Nutrients.* 2019;11(2):440.
 27. Barreto G, Pinto R, da Costa R, Silva M, Ribeiro G. Effects of caffeine chewing gum supplementation on exercise performance: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci.* 2023;23(5):714-25.
 28. Doherty M, Smith PM. Effects of caffeine ingestion on exercise performance: an update. *Sports Med.* 2004;34(13):893-929.
 29. Prado LR, Filho JA, Silva-Cavalcante MD, et al. Top 50 most-cited articles in caffeine and exercise: contributions for professionals and researchers. *Rev Bras Presc Fisiol Exerc.* 2022;16(106):663-76.
 30. Lara B, Ruiz-Vicente D, Areces F, et al. Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. *Amino Acids.* 2014;46:1385-92.
 31. Benjamim CJ, Silva-Cavalcante MD, Diaz-Lara FJ, et al. Is caffeine recommended before exercise? A systematic review to investigate its impact on cardiac autonomic control via heart rate and its variability. *J Am Coll Nutr.* 2020;39(6):563-73.
 32. Lambrechts J, Dendale P, Van Craenenbroeck EM, et al. Caffeine affects autonomic control of heart rate and blood pressure recovery after aerobic exercise in young adults: a crossover study. *Sci Rep.* 2017 Oct 12;7(1):14066.
 33. Yildirim, U. C., Akcay, N., Alexe, D. I., Esen, O., Gulu, M., Cîrțiță-Buzoianu, C., ... & Karayigit, R. (2023). Acute effect of different doses of caffeinated chewing gum on exercise performance in caffeine-habituated male soccer players. *Frontiers in Nutrition, 10*, 1251740.
 34. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7:1-15.
 35. Saunders B, de Oliveira LF, da Silva RP, et al. Caffeine and sport. *Adv Food Nutr Res.* 2023;95:127.
 36. Grgic J, Grgic I, Pickering C, et al. Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses. *Br J Sports Med.* 2020;54(11):681-8.

37. Apostolidis A, Mougios V, Smilios I, Frangous M, Hadjicharalambous M. Caffeine supplementation is ergogenic in soccer players independent of cardiorespiratory or neuromuscular fitness levels. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2020 Jun 8;17(1):31.

نسخه پیش انتشار