

Investigation and comparison of the effect of consuming different doses of coffee on fluid balance, electrolytes and VO₂max of active men

Hadi Esmailzade Noshabadi^{1*}, Lotfali Bolboli¹, Adel Zahedi¹, Aidin Valizadeh¹, Mohsen Yaqoubi², Sajjad Ramezani¹

Receive 2021 November 21; Accepted 2021 December 12

Abstract

Aim: Today, the consumption of caffeinated beverages such as coffee has increased among athletes. The aim of this study was to investigate and compare the effect of consuming two different doses of coffee on fluid balance, electrolytes and VO₂max in active men. **Methods:** In quasi-experimental studies, 54 trained men (Age: 20.89±1.31 y; Weight: 70.10±8.43 kg; Height: 174.7±5.65 cm; VO₂max: 52.16±5.99 ml/kg/min) were randomly selected and divided into three equal groups (N=18). All subjects consumed equal amounts of 3 cups of coffee per day for 5 days (balancing stage), on the sixth and seventh day (test stage) subjects of three groups consumed 0, 3 and 8 cups of coffee per day (equivalent to 0, 258 and 688 mg caffeine per day, respectively), with no other dietary caffeine intake, for 7 days. Before and after the intervention, subjects' body weight was measured, blood samples were taken to examine blood factors, and subjects' VO₂max was assessed using the Fox protocol. The measuring of indices changes in subject's body fluids, electrolytes and VO₂max in 3 levels of controlled coffee ingesting, were analyzed by multivariate test (MANOVA) and Tukey post hoc in ($P \leq 0.05$). **Results:** Percent plasma volume changes in ingestion level of 0 (cup / day) was increased significantly ($P = 0.013$), compared to ingestion level of 3 (cup / day). The mean body weight of subjects at the ingestion level of 0 (cup / day) showed a significant increase ($P = 0.001$), compared to the other two levels. Concentration of the serum sodium at the ingestion level of 3 (cup / day) showed a significant increase ($P \leq 0.05$), compared to the other two levels. There was no changes in the concentration of serum potassium between different levels of caffeine ingestion. Estimated VO₂max in the two forms of absolute and relative at the ingestion level of 8 (cup / day), showed a significant decrease ($P = 0.003$) compared to the other two levels. **Conclusions:** Consumption of coffee in different doses reduces body fluids, increases serum sodium concentration and possibly increases sodium excretion and decreases VO₂max in active people. Accordingly, considering the importance of maintaining body fluids on the performance of athletes, it seems that coaches and sports professionals have the necessary care in the amount or time of consumption of this drink.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili (Corresponding Author):
hadiesmaeilzade62@gmail.com

2. PhD Student in Sports Physiology, Lorestan University, Lorestan, Iran

Keywords: Coffee, fluid balance, electrolyte, VO₂max, active men

Cite as: Hadi Esmailzade Noshabadi, Lotfali Bolboli, Adel Zahedi, Aidin Valizadeh, Mohsen Yaqoubi, Sajjad Ramezani. Investigation and comparison of the effect of consuming different doses of coffee on fluid balance, electrolytes and VO₂max of active men. *Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2022; 9(1): 22-34.

Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

Journal ISSN (online): 2676-6507

Access Type: Open Access

DOI: 10.22049/JAHSSP.2021.27318.1367

DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.1.3.4



Extended abstract

Background

Today, Coffee is one of the most widely consumed beverages in the world today (1). The energizing effects of caffeine in coffee (2) as well as the ease of access and preparation of this drink, have always led to an increase in popularity and high consumption of this drink among athletes (3). However, some studies prevent people from consuming excessive amounts of beverages and caffeinated substances (4). One of the main reasons is the dehydrating effects of caffeine, which can disrupt physiological responses, as dehydration reduces plasma volume and increases electrolyte concentrations (5). And considering the importance of water in sweat production and body temperature regulation (4), it seems that coffee consumption can affect the athletic performance of athletes (5). This study aimed to evaluate and compare the effect of consuming two different doses of coffee on fluid balance, electrolytes, and VO₂max in active men.

Materials and methods

In a quasi-experimental study, 54 active male students of Mohaghegh Ardabili University (Age: 20.89±1.31 y; Weight: 70.10±8.43 kg; Height: 174.7±5.65 cm; VO₂max: 52.16±5.99 ml/kg/min) were randomly selected and divided into three groups equal to the consumption of 8, 3 and zero cups of coffee (N=18) (6). The duration of the protocol was 8 days; Subjects were fed the same diet during the protocol and were prohibited from consuming any caffeinated substances outside the program and continued their physical activity exactly as normal 24 hours before sampling and 48 hours before the start of the protocol, they were prohibited from high-intensity exercise, as well as from the use of drugs and substances that can affect the absorption of caffeine (7). Before selecting subjects, smokers and people with a history of heart disease, hypertension, renal impairment, anemia, diabetes, as well as those who consume more than 3 cups of coffee per day (or caffeine consumption more than 258 mg/day) were excluded from the study (8). All subjects consumed equal amounts of 3 cups of coffee per day for 5 days (balancing stage)(6), on the sixth and seventh day (test stage) subjects in three groups of zero, 3, and 8 cups of coffee per day (equivalent to 0, 258 and 688 mg caffeine per day, respectively). Before and after the intervention, subjects' body weight was measured, blood samples were taken to examine blood factors, and subjects' VO₂max was assessed using the Fox protocol. The measuring of indices changes in subject's body fluids, electrolytes, and VO₂max in 3 levels of controlled coffee ingesting, were analyzed by multivariate test (MANOVA) and Tukey post hoc in ($P \leq 0.05$).

Findings

Percentage of plasma volume of participants after consumption of 3 (cup / day) compared to zero consumption (cup / day) significant difference (3 cup /day: 0.51 ± 0.28 vs. 0 cup/day: 4.18 ± 1.17%; P = 0.013), However, changes in plasma volume in the group consuming 8 (cup / day) were not significant (8 cup/day: 2.31 ± 0.96 vs. 0 cup/day: 4.18 ± 1.17%; P = 0/296). In the results related to body weight changes, considering that the amount of body weight changes is a good indicator of body water status, the present study shows that the average body weight changes of the subjects at the level of zero consumption (cup/day) (0.154 ± 0.578 kg) compared to the two levels of consumption of 3 (cup/ day) (-0.200 ± 0.124 kg; P = 0.001) and 8 (cup/ day) (-0.011 ± 0.085 kg; P = 0.001) was significantly different, however, these weight changes were not significantly different between the two levels of consumption of 8 and 3 (cup/day) (3 cup/day: -0.200 ± 0.124 vs. 8 cup/day: -0.011 ± 0.085 kg; P= 0/371). In addition, the results of changes in blood electrolytes showed that the concentration of serum sodium at the level of consumption of 3 (cup/ day) (3.967 ± 1.030mEq/ L) compared to zero consumption (cup/ day) (2.056 ± 1.180 mEq/L; P = 0.027) and also consuming 8 (cup/ day) (2.233 ± 1.21 mEq/L; P = 0.049) significantly Increased, but no difference was observed between the zero and 8 (cup/ day) (0 cup/day: 2.056 ± 1.180 vs. 8 cup/day: 2.233 ± 1.21 mEq/L; P = 0/967). However, there was no significant difference in serum potassium concentration between different levels of coffee consumption (0 cup/day: -1/442 ± 0/672 mEq/L; 3 cup/day: -1/511 ± 0/727 mEq/L; 8 cup/ day: -1/684 ± 0/656) ($P > 0.05$). The results of VO₂max of the participants in the three consumption levels showed that between the average Vo₂max changes in the consumption level of 8 (cup/day) compared to the zero consumption level (cup/day) (8 cup/ day: -2.162 ± 0.221 vs. 0 cup/day: 0.565 ± 0.144 ml/ kg/ min; P = 0.001) as well as the level of consumption of 3 (cup/day) (8 cup/ day: -2.162 ± 0.221 vs. 3 cup/day: -0.124 ± 0.106 ml/ kg/ min; P = 0.003) There is a significant difference. But the difference between zero and 3 (cup/day) was not significant (0 cup/day: 0.565 ± 0.144 vs. 3 cup/day: -0.124 ± 0.106 ml/ kg/ min; P = 0/476).

Conclusion



Overall, the findings of this study show that consuming coffee for two days and at the rate of 3 and 8 cups of coffee per day, reduces body fluids and increases serum sodium concentration, which probably increases sodium excretion and decreases VO₂max. However, it does not affect serum potassium concentration. Perhaps the most obvious finding of the present study is the inverse relationship between coffee consumption, especially at high doses, and VO₂max estimates. Accordingly, due to the importance of maintaining body fluids during training and sports competitions, especially in hot environments, it seems that coaches and sports professionals should take the necessary care in the amount of time of consumption of this drink; Because excessive consumption of this drink, while upsetting the fluid balance and reducing the performance of athletes, can even increase the risk of heat illness.

Article message: Despite many studies on the positive effects of caffeinated beverages, as well as the level of interest and interest of athletes in using caffeinated beverages such as coffee in their daily diet, it seems that coaches and sports professionals when prescribing this drink to athletes. They should pay attention to important factors such as the amount and time of consumption of this drink, this is because consuming 3 to 8 (cups/day) while upsetting the balance of fluids and electrolytes in the body, can affect the athletic performance of athletes by reducing their aerobic capacity

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال نهم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۴۰۱؛ صفحات ۲۲-۳۴

Open Access

مقاله پژوهشی

بررسی و مقایسه تاثیر مصرف دوزهای متفاوت قهوه بر میزان تعادل مایعات، الکترولیت ها و VO_2max مردان فعال

هادی اسماعیل زاده نوش آبادی^{۱*}، لطفعلی بلبللی^۱، عادل زاهد، آیدین ولی زاده^۱، محسن یعقوبی^۲، سجاد رضانی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۱

چکیده



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید

هدف: امروزه مصرف نوشیدنی‌های کافئین‌دار همچون قهوه در بین افراد ورزشکار افزایش یافته است. هدف از مطالعه حاضر بررسی و مقایسه تاثیر مصرف دو دوز متفاوت قهوه بر میزان تعادل مایعات، الکترولیت‌ها و VO_2max مردان فعال می‌باشد. **روش شناسی:** در مطالعه‌ای نیمه تجربی، ۵۴ مرد تمرین کرده (میانگین سن $20/89 \pm 1/31$ سال، وزن $70/10 \pm 8/43$ کیلوگرم، قد $174/7 \pm 5/65$ سانتی‌متر و حداکثر اکسیژن مصرفی $52/16 \pm 5/99$ ml/kg/min) بصورت تصادفی انتخاب شدند و بصورت جور شده در سه گروه ۱۸ نفری قرار گرفتند. همه آزمودنی‌ها به مدت ۵ روز میزان مساوی ۳ فنجان قهوه در روز مصرف کردند (مرحله متعادل سازی)، در روز ششم و هفتم (مرحله آزمون) آزمودنی‌های سه گروه به ترتیب صفر، ۳ و ۸ فنجان قهوه در روز (به ترتیب معادل صفر، ۲۵۸ و ۶۸۸ میلی گرم کافئین در روز) مصرف کردند. در مدت این هفت روز، آزمودنی‌ها هیچ ماده‌ی کافئین‌دار دیگری مصرف نکردند. قبل و بعد از مداخله، وزن بدن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری، نمونه خونی جهت بررسی فاکتورهای خونی گرفته شد و VO_2max آزمودنی‌ها با پروتکل فاکس ارزیابی شد و تغییرات شاخص‌های اندازه‌گیری بوسیله آزمون تحلیل واریانس چندگانه (MANOVA) و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری ($P \leq 0/05$) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. **یافته‌ها:** تغییرات درصد حجم پلاسمایی در سطح مصرف صفر (فنجان/روز) نسبت به مصرف ۳ (فنجان/روز) افزایش معنی‌داری ($P = 0/013$) نشان داد. میانگین وزن بدن آزمودنی‌ها در سطح مصرف صفر (فنجان/روز) نسبت به دو سطح دیگر افزایش معنی‌داری ($P = 0/001$) نشان داد. غلظت سدیم سرم خون در سطح مصرف ۳ (فنجان/روز) نسبت به دو سطح دیگر افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) نشان داد. در غلظت پتاسیم سرم خون بین سطوح مختلف مصرف قهوه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. VO_2max برآورد شده در سطح مصرف ۸ (فنجان/روز) نسبت به دو سطح دیگر کاهش معنی‌داری ($P = 0/003$) نشان داد. **نتیجه‌گیری:** مصرف قهوه در دوزهای مختلف موجب کاهش مایعات بدن، افزایش غلظت سدیم سرم خون و احتمالاً افزایش دفع سدیم و کاهش VO_2max افراد فعال می‌شود. بر این اساس با توجه به اهمیت حفظ مایعات بدن بر عملکرد ورزشکاران، به نظر می‌رسد مربیان و متخصصین ورزش در زمینه مقدار و یا زمان مصرف این نوشیدنی اهتمام لازم را داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: قهوه، تعادل مایعات، الکترولیت، VO_2max ، مردان فعال.

نحوه ارجاع: هادی اسماعیل زاده نوش آبادی، لطفعلی بلبللی، عادل زاهد، آیدین ولی زاده، محسن یعقوبی، سجاد رضانی. "بررسی و مقایسه تاثیر مصرف دوز های متفاوت قهوه بر میزان تعادل مایعات، الکترولیت ها و VO_2max مردان فعال". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۱؛ ۹ (۱)، ۲۲-۳۴.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۶۵۰۷-۲۶۷۶

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2021.27536.1410

DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.1.3.4



اداراری سدیم و پتاسیم به ترتیب افزایش ۶۶ و ۲۸ درصدی را نشان دادند(۸). از سویی دیگر کاهش حجم پلاسما منجر به چروکیده شدن و کاهش حجم گلبول‌های قرمز شده که به تناسب آن قابلیت اکسیژن رسانی گلبول‌های قرمز کاهش می‌یابد (۷) و جهت جبران این نقصان، فعالیت قلب افزایش می‌یابد ولی با وجود محدودیت قلب در شدت‌های بالا، احتمالاً کم آبی منجر به کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) می‌شود(۹).

علی رغم اثرات جانبی کافئین، مصرف نوشیدنی‌های کافئین‌دار همچون قهوه بدلیل اثر نیروزایی (۶-۱۰) از یک سو و همچنین سهولت در دسترسی و آماده‌سازی این نوشیدنی، همواره مورد استقبال ورزشکاران و حتی غیر ورزشکاران بوده است(۱۰) در حالی که هنوز نتیجه قطعی و جامعی در خصوص نوع، دوز مناسب، تعداد و هله‌های استفاده و یا حتی تاثیرات منفی و مثبت مواد و نوشیدنی‌های کافئین‌دار موجود نمی‌باشد، به طوری که تعدادی از مطالعات بیان کردند هر چند مصرف دوزهای پائین کافئین باعث تغییراتی در حجم ادرار، الکترولیت‌ها و تعداد ضربان قلب ورزشکاران در جریان و هله تمرینی می‌شود ولی این تغییرات هیچ تاثیر معنی‌داری بر VO_{2max} آنها ندارد (۱۱، ۱۲). در عین حال مطالعه‌ای دیگر نشان داده‌اند، مصرف دوزهای مختلف کافئین طی ۶ تا ۱۱ روز، هیچ تاثیر معنی‌داری بر اختلاف حجم ادرار ۲۴ ساعت پایانی، اسمولالیته ادرار، هماتوکریت، اسمولالیته پلاسما، مایعات جذب‌شده و میزان دفع سدیم و پتاسیم بین گروه‌های مورد مطالعه ندارد (۱۳).

از سویی دیگر در بیشتر مطالعات انجام شده همواره اثرات خود ماده کافئین (بصورت کپسول یا آمپول) (۱۲-۱۴) در دوزها و یا زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار داده اند در حالی که بیشتر ورزشکاران تمایل دارند از اثرات مثبت نوشیدنی‌ها و مواد در دسترس همچون قهوه، چای، نوشابه‌های ورزشی و یا شکلات‌های کافئین‌دار استفاده نمایند، بر این اساس با توجه به مطالعات محدود و در عین حال یافته‌های ضد و نقیض در خصوص اثرات نوشیدنی‌ها و مواد کافئین‌دار و همچنین با توجه به محبوبیت و میزان مصرف بالای این نوشیدنی در بین ورزشکاران، مطالعه حاضر قصد دارد تا اثر مصرف دو دوز متفاوت قهوه (۳ فنجان و ۸ فنجان در روز) را بر میزان تعادل مایعات، الکترولیت‌ها و VO_{2max} مردان فعال مورد بررسی قرار دهد.

روش پژوهش

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی و جامعه آماری آن را دانشجویان پسر فعال دانشگاه محقق اردبیلی (شامل دانشجویان دوره کارشناسی رشته تربیت بدنی و بازیکنان تیم‌های ورزشی دانشگاه) (میانگین سن 19.31 ± 0.89 سال، وزن 70.10 ± 8.43 کیلوگرم، قد 174.7 ± 5.65 سانتی متر و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) 52.16 ± 5.99 میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم در دقیقه) تشکیل می‌دادند، که از بین آنها

مقدمه

امروزه استفاده از مکمل‌های غذایی به منظور بهبود عملکرد ورزشی، بیش از پیش مورد توجه ورزشکاران، مربیان و متخصصان ورزش قرار گرفته است (۱). از این حیث شناخت ارتباط عوامل تغذیه‌ای با شاخص‌های عملکردی از این نظر مهم است که می‌تواند نه تنها باعث پیشگیری از بسیاری مشکلات و عوارض جسمانی شده بلکه باعث بهبود عملکرد ورزشی افراد ورزشکار در سطوح بالا شود (۲). از جمله نوشیدنی‌های رایجی که امروزه به فراوانی در سراسر جهان مصرف می‌گردد، قهوه است (۳). یکی از ترکیبات طبیعی و اصلی این نوشیدنی، کافئین است (۴). کافئین پودر سفید کریستالی شکل با طعم تلخ و یک ترکیب تری‌متیل‌گزامتین است که در بدن انسان تولید نمی‌شود (۲). کافئین به دلیل تحریک دستگاه عصبی مرکزی، سروتونین مغزی را افزایش داده و از این طریق خستگی را به تأخیر می‌اندازد (۵) و ضمن افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، آزاد سازی اسیدهای چرب از بافت چربی را تحریک و موجب فراهمی بیشتر انرژی می‌شود (۵، ۶) و این اثر انرژی‌زایی کافئین ۷ تا ۲۲ درصد، بسته به مقدار مصرف کافئین گزارش شده است (۶). در عین حال یک توصیه‌ی مشترک توسط انجمن پزشکی، فیزیولوژی ورزشی و تغذیه‌ی آمریکا، افراد را از مصرف مفرط نوشیدنی‌ها و مواد کافئین‌دار منع می‌کند، که یکی از دلایل اصلی این امر، اثرات آب‌زدایی کافئین است که می‌تواند پاسخ‌های فیزیولوژیک را مختل کند(۴) به طوری که کم آبی حجم پلاسما را کاهش داده و باعث افزایش غلظت الکترولیت‌ها می‌شود (۷) و با توجه به اهمیت آب در تولید عرق و تنظیم دمای بدن (۳)، به نظر می‌رسد مصرف نوشیدنی‌های کافئین‌دار همچون قهوه در شرایط محیطی گرم و مرطوب و یا فعالیت‌های ورزشی طولانی مدت خطر بیماری‌های گرمایی را افزایش دهد (۶). نیوهاوسر-برتولد(۱۹۹۷)، نیز در مطالعه‌ای به مدت ۷ روز، میزان تاثیر مصرف قهوه بر تعادل مایعات بدن را بر روی ۱۲ داوطلب سالم مورد بررسی قرار دادند. در این طرح ابتدا افراد برای ۵ روز از مصرف متیل‌گزامتین‌ها خود-داری کردند، در روز ششم مایعات مورد نیاز بدن فقط از طریق مصرف آب تامین شد و در روز بعد میزان کل مایعات مصرفی برابر روز ششم بود. اما بخشی از آب مصرفی، با شش فنجان قهوه که حاوی ۶۴۲ میلی‌گرم کافئین بود، جایگزین شد. نتایج نشان داد که مصرف ۶ فنجان قهوه در روز منجر به افزایش ادرار در ۲۴ ساعت و یک تعادل منفی مایعات شد و وزن بدن به میزان 0.7 ± 0.4 کیلوگرم کاهش یافت. در این مطالعه کل آب بدن توسط آنالیز مقاومت بیوالکتریکی اندازه‌گیری شد که کاهش ۲/۷ درصدی آب بدن را نشان داد در حالی که دفع

1. I,3,7-trimethylxanthine

۲. Neuhauser- Berthold

قهوه در روز مصرف کردند (که برنامه زمان بندی مصرف قهوه در جدول ۱ ارائه شده است).

مرحله پنجم: اندازه گیری پس آزمون. صبح روز هشتم مجدداً آزمودنی ها به صورت ناشتا و به شکل زمان بندی شده به محل آزمون مراجعه کرده و آزمون های مرحله سوم تکرار شد.

جدول ۱- برنامه زمان بندی مصرف قهوه در روزهای اجرای طرح در هر گروه

ساعات مصرف قهوه							
گروه	۸	۹:۳۰	۱۱	۱۴	۱۵:۳۰	۱۷	۱۸:۳۰
مصرف صفر	✓				✓		✓
مصرف ۳ روز اول تا پایان روز پنجم		✓			✓		✓
مصرف ۸ فنجان قهوه					✓		✓
مصرف صفر							
مصرف ۳ روزهای ششم و هفتم					✓		✓
مصرف ۸ فنجان قهوه	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

علامت ✓ نشان دهنده مصرف یک فنجان قهوه در ساعت مشخص شده می باشد.

اندازه گیری درصد تغییرات حجم پلازما (%ΔPV)

تغییرات درصدی حجم پلازما به طور نسبی در مراحل پیش آزمون و پس آزمون بر اساس تغییرات نسبی مقادیر هماتوکریت و هموگلوبین با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۱۵).

$$\% \Delta PV = \left[\left(\frac{Hg_i}{Hg_f} \times \frac{[100 - Hct_f]}{[100 - Hct_i]} \right) - 1 \right] \times 100\%$$

Hg_i : میزان هموگلوبین اولیه بر حسب گرم بر دسی لیتر

Hg_f : میزان هموگلوبین نهایی بر حسب گرم بر دسی لیتر

Hct_i : هماتوکریت اولیه بر حسب نسبت درصدی

۵۴ نفر واجد شرایط بصورت تصادفی انتخاب شدند و پس از پر کردن فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش، بصورت نمونه های جور شده از نظر VO2max در سه گروه مساوی مصرف ۸ فنجان قهوه، مصرف ۳ فنجان قهوه و صفر (کنترل) قرار گرفتند (هر گروه: ۱۸ نفر) (۱۳). قبل از انتخاب آزمودنی ها، افراد سیگاری و افرادی با سابقه بیماری قلبی، فشار خون بالا، اختلالات کلیوی، کم خونی، دیابت و همچنین آنهایی که مصرف روزانه بیشتر از ۳ فنجان قهوه در روز (یا کافئین بیشتر از ۲۵۸ میلی گرم) داشتند از مطالعه حذف شدند (۲).

مدت اجرای برنامه ۸ روز و شامل ۵ مرحله بود، که تمام آزمودنی های سه گروه در این مراحل شرکت کردند. همه آنها در کل دوره از تغذیه مشابهی (وعده های اصلی غذای سلف دانشگاه و میان وعده ها با توصیه های مشابه کنترل شد) برخوردار بوده و از مصرف هر گونه مواد کافئین دار خارج از برنامه منع شدند و فعالیت های بدنی خود را دقیقاً مشابه روزهای عادی ادامه دادند و ۲۴ ساعت قبل از نمونه گیری ها از فعالیت شدید ورزشی و همچنین ۴۸ ساعت قبل از شروع دوره مصرف از مصرف داروها و موادی که می تواند بر جذب کافئین موثر باشد، منع شدند (۱۴).

مرحله اول: شامل آشنایی و اندازه گیری های اولیه بود. قبل از شروع تمرینات، آزمودنی ها در آزمایشگاه حاضر شدند تا با مراحل پژوهش آشنا شده و اندازه گیری های آنتروپومتریک شامل سن (سال)، قد (متر)، وزن (کیلوگرم) آنها ثبت شد و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) با استفاده از پروتکل فاکس روی دوچرخه کارسج محاسبه شد (۱۵). علاوه بر آن شرح کاملی از مطالعه پیش رو و شرایط را که باید در طول دوره رعایت کنند، ارائه شد.

مرحله دوم: مرحله متعادل سازی. این مرحله شامل پنج روز متوالی بود که ۴۸ ساعت پس از اندازه گیری مرحله اول شروع شد و در این مدت تمام آزمودنی ها، سه فنجان قهوه در روز مصرف می کردند (۱۳)؛ (که برنامه زمان بندی مصرف قهوه در جدول ۱ ارائه شده است).

مرحله سوم: اندازه گیری های پیش آزمون. در صبح روز ششم، آزمودنی ها به صورت ناشتا و به شکل زمان بندی شده به محل آزمون مراجعه کردند و پیش آزمون ها به ترتیب زیر انجام شد.

- ۱- اندازه گیری وزن
 - ۲- اخذ نمونه های خونی از ورید ناحیه ساعد دست، انتقال به آزمایشگاه و اندازه گیری هماتوکریت، هموگلوبین، سدیم و پتاسیم
 - ۳- برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) پروتکل فاکس روی دوچرخه کارسج
- مرحله چهارم:** مرحله اجرای آزمون. مدت این مرحله دو روز بود و آزمودنی ها در سه گروه قرار گرفتند و به ترتیب صفر، سه و هشت فنجان

Hct_f

: هماتوکریت نهایی بر حسب نسبت درصدی

روش تهیه و مصرف قهوه

حدود ۲۰۰ میلی لیتر آب جوشانده شده با دمای حدود ۹۰ درجه سانتی-گراد داخل هر فنجان ریخته شد، سپس با استفاده از یک پیمانه ۲ گرم نسکافه اورجینال ساخت شرکت سوئیس توسط مجری به آن اضافه و خوب حل و مخلوط شد، و پس از چند دقیقه به آزمودنی‌ها خوراند شد.

اندازه گیری مقدار کافئین هر فنجان قهوه

به منظور تعیین مقدار کافئین هر فنجان قهوه، با استفاده از روش اسپکتروفوتومتریک^۳ (UV)، ابتدا نمونه قهوه فوری مشابه نمونه‌های مصرفی آماده شد، و پس از فرآیند صاف سازی خیلی زیاد در دستگاه اسپکتروفوتومتری در طول موج ۱۹۰ تا ۳۵۰ نانومتر منحنی جذب نوری قهوه رسم شده و سپس توسط دستگاه مشتق سوم آن محاسبه شد. عدد بدست آمده در پیک مشتق سوم را در معادله زیر قرار داده شد تا غلظت کافئین آن مشخص شود (۱۶).

$$(D3) = 0.0731c + 0.01 \quad (r = 0.9999) \quad (c : \mu\text{g ml}^{-1})$$

(D3): نقطه پیک مشتق سوم

c: غلظت کافئین قهوه

با اجرای مراحل فوق مقدار کافئین بدست آمده برای هر فنجان قهوه معادل ۸۶ میلی گرم بود و بعبارتی هر ۳ فنجان قهوه حاوی ۲۵۸ میلی گرم و هر ۸ فنجان قهوه حاوی ۶۸۸ میلی گرم کافئین بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

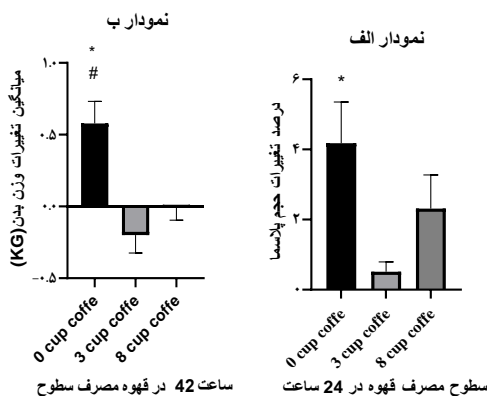
برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد و از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لوین و باکس به ترتیب برای بررسی فرض برابری واریانس‌ها و جهت بررسی پیش فرض تساوی کواریانس‌ها، پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده‌ها و برقراری فرض برابری واریانس‌ها و کواریانس‌ها، به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس چند راهه (MONOVA) و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری $P \leq 0.05$ استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که درصد حجم پلاسمایی افراد شرکت کننده به دنبال مصرف ۳ فنجان قهوه در روز (حاوی ۲۵۸ میلی گرم کافئین) $(4/18 \pm 1/17)$ درصد) در مقایسه با مصرف صفر (کنترل) $(4/18 \pm 1/17)$ درصد تفاوت معنی داری $(P=0/013)$ داشت، با این حال تغییرات حجم پلاسمایی در گروه مصرفی ۸ فنجان قهوه در روز (حاوی ۶۸۸ میلی گرم کافئین) $(2/31 \pm 0/96)$ درصد) معنی دار نبود (نمودار ۱). همچنین در

مقایسه با گروه مصرفی صفر $(0/578 \pm 0/154)$ کیلوگرم) میانگین وزنی افراد شرکت کننده در هر دو گروه مصرفی ۳ فنجان قهوه در روز $(-0/200 \pm 0/124)$ کیلوگرم) $(P=0/001)$ و ۸ فنجان قهوه در روز $(-0/011 \pm 0/085)$ کیلوگرم) $(P=0/001)$ بصورت معنی داری کاهش یافت (نمودار ۲).

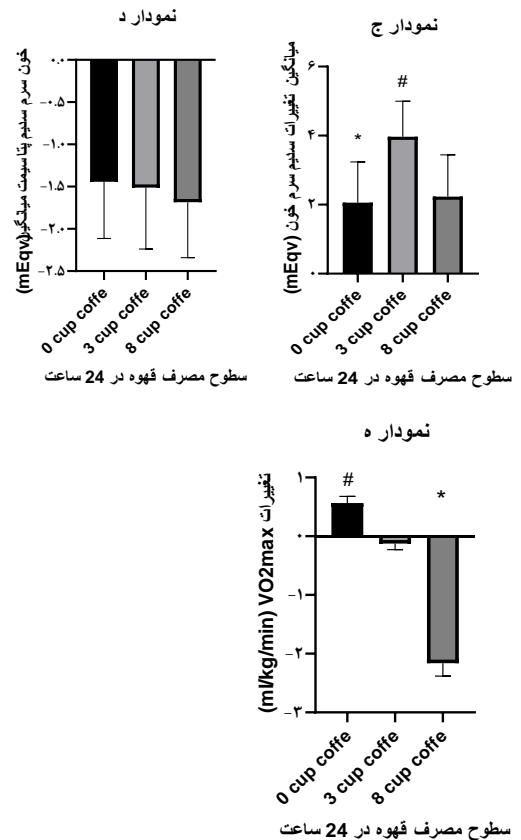
علاوه بر این بررسی تغییرات الکترولیت‌های خون نشان داد که غلظت سدیم سرم در سطح مصرف ۳ فنجان قهوه در روز $(3/967 \pm 1/030)$ میلی‌اکی‌والان در لیتر) نسبت به مصرف صفر $(2/056 \pm 1/180)$ میلی‌اکی‌والان در لیتر) $(P=0/027)$ و همچنین مصرف ۸ فنجان قهوه در روز $(2/233 \pm 1/21)$ میلی‌اکی‌والان در لیتر) $(P=0/049)$ بصورت معنی داری افزایش یافت (نمودار ۳) با این حال در غلظت پتاسیم سرم بین سطوح‌های مختلف مصرف قهوه (به ترتیب $-1/442 \pm 0/672$ ، $-0/727$ ، $-1/511$ و $-1/684 \pm 0/656$ میلی‌اکی‌والان در لیتر) تفاوت معنی داری مشاهده نشد (نمودار ۴). همچنین بررسی VO_{2max} افراد شرکت کننده در سه سطح مصرف نشان داد که VO_{2max} گروه مصرفی ۸ فنجان قهوه در روز $(-2/162 \pm 0/221)$ میلی لیتر در کیلوگرم در هر دقیقه) در مقایسه با گروه مصرفی صفر $(0/565 \pm 0/114)$ میلی لیتر در کیلوگرم در هر دقیقه) $(P=0/001)$ و گروه مصرفی ۳ فنجان قهوه در روز $(-0/124 \pm 0/106)$ میلی لیتر در کیلوگرم در هر دقیقه) $(P=0/003)$ بطور معنی داری پائین تر است (نمودار ۵).



3. Spectrophotometric



شاخص ها متغیرها	گروه مصرف آب میانگین (انحراف معیار)		گروه مصرف ۳ فنجان میانگین (انحراف معیار)		گروه مصرف ۸ فنجان میانگین (انحراف معیار)	
	پس از زمون	پیش از زمون	پس از زمون	پیش از زمون	پس از زمون	پیش از زمون
وزن بدن (kg)	۶۹/۸۵±۷/۴۱	۷۰/۴۳±۷/۳۶	۶۷/۶۲±۶/۵۸	۶۷/۴۳±۶/۴۹	۷۰/۷۴±۱۰/۶۵	۷۰/۷۴±۱۰/۶۵
هماتوکریت (درصد)	۴۹/۲۲±۱/۲۰	۴۸±۱/۴۱	۴۶/۵۶±۲/۷۴	۴۶/۴۴±۲/۹۶	۴۷/۶۷±۱/۵۸	۴۷/۶۷±۱/۵۸
مایعات بدن هموگلوبین (g/dl)	۱۶/۴۱±۰/۴۰	۱۶±۰/۴۷	۱۵/۵۲±۰/۹۱	۱۵/۴۸±۰/۹۹	۱۶/۰۷±۰/۶۴	۱۵/۸۹±۰/۵۳
حجم پلاسما (درصد)	۵۰/۷۸±۱/۲۰	۵۲±۱/۴۱	۵۳/۴۴±۲/۷۴	۵۳/۵۶±۲/۹۶	۵۱/۷۸±۱/۹۲	۵۲/۳۳±۱/۵۸
درصد تغییرات حجم پلاسما	۴/۱۸±۱/۱۷		۰/۵۱±۰/۲۸		۲/۳۱±۰/۹۶	
سدیم سرم (میلی‌اکی‌ولان در- لیتر)	۱۴۰/۱±۲/۱۱	۱۴۲/۱۶±۱/۱۶	۱۳۸/۸۹±۰/۷۳	۱۴۲/۸۴±۱/۳۴	۱۳۹/۴±۱/۹۵	۱۴۱/۴۴±۲/۴۸
الکترولیت ها پتاسیم سرم (میلی‌اکی‌ولان در- لیتر)	۶/۰۳±۰/۷۲	۵/۵۵±۰/۳۳	۵/۹۷±۰/۹۲	۴/۴۵±۰/۲۹	۶/۱۰±۰/۶۵	۴/۴۴±۰/۶۵
VO2max توان هوازی (ml/kg/min)	۴۹/۴۵±۵/۰۴	۵۰/۰±۴/۲۴	۵۱/۴۸±۶/۱۷	۵۱/۳۶±۵/۱۸	۴۹/۲۴±۵/۴۸	۴۷/۰۶±۴/۵۱



جدول ۲- میانگین شاخص‌های مورد مطالعه در سه سطح مصرف قهوه

می‌کند استفاده شده است. نتایج تغییرات درصد حجم پلاسمایی پژوهش حاضر با یافته‌های میلارد- استفورد و همکاران (۲۰۰۷)، که در پژوهش آنها آزمودنی‌ها در سه مرحله مصرف نوشیدنی‌های متفاوت و ۱۲۰ دقیقه رکاب زدن شرکت داشتند مغایرت داشت. آنها در پژوهش خود تفاوتی در حجم پلاسمای آزمودنی‌ها در مراحل مختلف تحقیق مشاهده نکردند (۱۷). گونزالز و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه خود مشاهده کردند در زمان اجرای یک دوی ۱۰ کیلومتر استفاده از پروتکل دهانشویی ۱۰ ثانیه‌ای با ۳۰۰ میلی‌گرم کافئین رقیق شده در ۲۵ میلی‌لیتر آب تأثیری بر میزان تغییرات حجم پلاسما و میزان تعریق دونده‌های آموزش دیده نداشت (۱۸). از دلایل احتمالی عدم همخوانی می‌توان به تفاوت در مصرف نوشیدنی کافئین دار، و یک جلسه‌ای بودن تحقیق آنها اشاره کرد. همچنین سیلوا و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود گزارش کردند که مصرف کافئین (۵ ml/kg) تأثیر معنی‌داری در تغییرات حجم پلاسما و توزیع مایع خارج سلولی و درون سلولی آزمودنی‌ها بدون توجه به ترکیب بدن، فعالیت بدنی یا مصرف روزانه آب آنها ندارد (۱۹). از دلایل احتمالی ناهمخوانی مطالعه اخیر با مطالعه حاضر می‌توان به تفاوت نوع و دوز

علاوه * نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با مصرف ۳ فنجان قهوه در روز می‌باشد (P≤۰/۰۵). علامت # نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با مصرف ۸ فنجان قهوه در روز می‌باشد (P≤۰/۰۵).

بحث

نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر نشان می‌دهد، درصد تغییرات حجم پلاسمایی آزمودنی‌ها در سطح مصرف ۳ فنجان قهوه نسبت به مصرف صفر تفاوت معنی‌داری داشت (P≤۰/۰۵). ولی تغییرات حجم پلاسمایی آزمودنی‌های هیچ یک از دو گروه مذکور نسبت به گروه مصرف‌کننده ۸ فنجان قهوه معنی‌دار نبود. همان‌طور که از نتایج ارائه شده مشخص است، درصد تغییرات حجم پلاسما در سه گروه افزایش داشته و تغییرات در جهت مثبت می‌باشد، و به ترتیب گروه مصرف صفر و ۸ فنجان قهوه در روز افزایش بیشتری داشته‌اند. در اکثر تحقیقات انجام شده برای بررسی تغییرات حجم پلاسما، از گزارش هماتوکریت و هموگلوبین استفاده شده است، ولی در تحقیق حاضر از فرمولی که آثار آنها را با هم تلفیق کرده و درصد تغییرات حجم پلاسمایی را مشخص



در روز قرار دارد. اگر مصرف قهوه حاوی کافئین را دلیل بروز این تغییرات تلقی کنیم، منطقی به نظر می‌آید که اعداد مربوط به سطح مصرف ۸ فنجان قهوه (حاوی ۶۸۸ میلی‌گرم کافئین در روز) نسبت به مصرف ۳ فنجان قهوه (حاوی ۲۵۸ میلی‌گرم کافئین در روز) کوچکتر بوده و در نقاط پایین‌تری در نمودارها قرار گیرند، که با نتایج بدست آمده مغایرت دارد. احتمالاً دلیل این تناقض مصرف مایعات بیشتر در گروه مصرف کننده ۸ فنجان قهوه در روز بوده، همانطور که اشاره شد برای تهیه یک فنجان قهوه ۲۰۰ سی سی آب جوشانده به ۲ گرم قهوه اضافه می‌شد که به عبارتی گروه مصرف کننده ۸ فنجان قهوه، فقط ۱۶۰۰ سی سی مایع در روز به عنوان قهوه مصرف می‌کردند. علاوه بر این در پژوهش حاضر جهت بررسی بیشتر، شاخص‌های حجم ادرار، وزن مخصوص ادرار (USG) و حجم مایعات مصرفی در ۲۴ ساعت، در طول دو روز اجرای آزمون به صورت پس‌آزمون مورد مطالعه قرار گرفت. که از این متغیرها فقط حجم مایعات مصرفی بین دو سطح مصرف صفر و ۸ فنجان قهوه در روز دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P \leq 0.05$). میانگین مایعات مصرفی ۲۴ ساعته در سه سطح مصرف صفر، ۳ و ۸ فنجان قهوه در روز به ترتیب ۲۰۳۳، ۲۳۸۸ و ۲۷۱۲ میلی‌لیتر در روز بود. که این اطلاعات افزایش تغییرات وزن و افزایش درصد تغییرات حجم پلاسمایی سطح مصرف ۸ فنجان قهوه در روز نسبت به سطح مصرف ۳ فنجان قهوه در روز را توجیه می‌کند.

با توجه به نتایج ذکر شده در مورد شاخص‌های تغییرات وزن و درصد تغییرات حجم پلاسمایی آزمودنی‌ها، می‌توان این چنین نتیجه‌گیری کرد که مصرف قهوه حاوی کافئین در مقابل مصرف آب موجب برهم خوردن تعادل مایعات بدن و کاهش میزان مایعات بدن شده است که یافته پژوهش حاضر با نتایج برخی از مطالعات (۱۸، ۱۹، ۲۱) مغایرت دارد. آن‌ها در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که کافئین هیچ بی-تعادلی در مایعات بدن ایجاد نمی‌کند.

در مقابل مارکس و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه مروری خود اعلام کردند در صورتی که میزان کافئین مصرفی افراد بالاتر از ۳۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و یا ۴ الی ۵ فنجان قهوه در روز باشد و در صورتی که میزان آب مصرفی در این افراد ثابت باشد می‌تواند منجر به کاهش ۲/۷ درصدی در کل آب بدن ایشان خواهد شد (۲۲) که این یافته با پژوهش حاضر همخوانی دارد.

از سوی دیگر نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میانگین تغییرات غلظت سدیم سرم خون آزمودنی‌ها در سطح مصرف ۳ فنجان قهوه در روز نسبت به دو سطح مصرف صفر و ۸ فنجان قهوه در روز، تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0.05$) داشت. ولی تفاوت بین مصرف صفر و ۸ فنجان قهوه در روز معنی‌دار نبود و همان‌طور که از نتایج ارائه شده برداشت می‌شود، در هر سه سطح مصرف، میانگین تغییرات غلظت سدیم سرم خون افزایش داشته، که این افزایش احتمالاً به دلیل رژیم غذایی آزمودنی‌ها

کافئین مصرفی، که در تحقیق اخیر از کافئین خالص در مقدار ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم استفاده شد، مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از مواد کافئین دار همچون آدامس‌های کافئین‌دار، نوشیدنی‌های کافئین‌دار و دهان‌شویه‌های کافئین‌دار بسته به نوع فعالیت و زمان استفاده می‌تواند تاثيرات متفاوتی با کافئین خالص داشته باشد (۲۰).

در زمینه‌ی بررسی تغییرات وزن بدن، با توجه به این که میزان تغییرات وزن بدن شاخص مناسبی از وضعیت آب بدن محسوب می‌شود پژوهش حاضر نشان می‌دهد، میانگین تغییرات وزن بدن آزمودنی‌ها در سطح مصرف صفر نسبت به دو سطح مصرف ۳ فنجان و ۸ فنجان قهوه در روز تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0.05$) داشت، با این حال این تغییرات وزنی در بین سطح مصرف ۸ فنجان و ۳ فنجان قهوه در روز تفاوت معنی‌داری نداشت. این یافته‌ها با نتایج ویلیامسون و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی ندارد، در مطالعه اخیر محققین در روشی دوسویه کور تاثیر مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم کافئین یا دارونما را بر میزان تغییرات کل آب بدن، آب درون سلولی، آب برون سلولی و درصد چربی بدن ۲۰ مرد سالم که عموماً بصورت روزانه از نوشیدنی‌ها و مواد کافئین‌دار استفاده می‌کردند (حداقل در طول یک هفته، ۴ روز و حداقل روزانه یک وعده مصرف ۹۵ میلی‌گرم کافئین بصورت نوشیدنی داشتند) با استفاده از روش آنالیز بیوالکتریکی مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد مصرف کافئین باعث کاهش اندکی در میزان تغییرات آب بدن آزمودنی‌ها شد، که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (۲۱) هر چند در مطالعه اخیر آزمودنی‌های مورد مطالعه بصورت روزانه از نوشیدنی‌های کافئین استفاده می‌کردند، به طوری که مطالعات نشان داده افرادی که به طور منظم قهوه نمی‌نوشند یا برای مدت معینی قهوه ننوشیده‌اند، احتمال بیشتری دارد که به طور موقت به کافئین پاسخ دهند و به عبارتی مصرف منظم کافئین حتی در دوزهای بالاتر، تحمل بیشتری نسبت به آثار برهم خوردن تعادل مایعات و دیورتیک ایجاد می‌کند (۲۰). با این حال نتایج مطالعه حاضر با مطالعه نیوهاوسر- بر تولد، همخوانی دارد. در مطالعه ذکر شده مشابه مطالعه حاضر از قهوه به عنوان منبع کافئین مصرفی استفاده شده بود، وزن بدن آزمودنی‌ها پس از مصرف شش فنجان قهوه (معادل ۶۴۲ میلی‌گرم کافئین) در روز، کاهش 0.4 ± 0.7 کیلوگرمی را نسبت به روزی که فقط آب مصرف کرده بودند، نشان دادند (۸).

با نگاهی کلی به نتایج و بحث در موارد درصد تغییرات حجم پلاسمایی و وزن بدن آزمودنی‌ها روشن می‌شود که روند تغییرات این دو متغیر در سه سطح مصرف قهوه تقریباً مشابه همدیگر می‌باشد، و در مورد معنی‌دار بودن این تغییرات، وجه اشتراک دو متغیر در مورد تفاوت بین دو سطح مصرف صفر و ۳ فنجان قهوه در روز است. همان‌طور که در نمودار (الف) و (ب) نشان داده شده است، میزان تغییرات درصد حجم پلاسمایی و همچنین تغییرات وزن بدن آزمودنی‌ها، از پائین‌ترین نقطه تا بالاترین نقطه بر روی نمودار به ترتیب در سطح مصرف ۳، ۸ و صفر فنجان قهوه

میزان مجموع یون‌های مثبت و مجموع یون‌های منفی در مایع برون-سلولی با هم یکسان و برابر ۱۵۴ می‌باشد، دو یون سدیم و پتاسیم از یون‌های مثبت بوده و افزایش یکی منجر به کاهش دیگری می‌شود تا حالت تعادل حفظ شود، جهت توجیه این نظریه می‌توان به کنترل دفع پتاسیم از طریق آلدوسترون که موجب افزایش انتقال غیرفعال Na^+ و همچنین تحریک فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم ATPase و کانال‌های پتاسیم که باعث افزایش دفع پتاسیم و احتباس سدیم خواهد شد، اشاره کرد(۴).

چنانچه ذکر شد، غلظت پتاسیم سرم خون آزمودنی‌ها پس از مصرف سه سطح قهوه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت، که این یافته‌ی تحقیق حاضر با نتایج آرمسترانگ و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد، با وجود اینکه در پژوهش آنها از کپسول کافئین استفاده شده است، ولی آنها نیز تفاوتی در غلظت پتاسیم خون آزمودنی‌های سه گروه مصرف‌کننده‌ی صفر، ۳، و ۶ میلی‌گرم کافئین به‌ازای هر کیلوگرم وزن در هر روز، در روزهای اجرای پژوهش مشاهده نکردند. ولی نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های نیوهاوسر- بر تولد، همخوان نمی‌باشد، او در پژوهش خود، پس از مصرف ۶۴۲ میلی‌گرم کافئین، به‌صورت ۶ فنجان قهوه در روز، افزایش ۲۸ درصدی در دفع ادراری پتاسیم را گزارش کرد. از دلایل احتمالی عدم همخوانی، می‌توان به یک روزه بودن مصرف کافئین و اینکه آزمودنی‌ها در روز قبل از آن از مصرف کافئین منع شده بودند، اشاره کرد. از دلایل احتمالی دیگر، می‌توان به محتوای رژیم غذایی اشاره داشت. افزایش غلظت پتاسیم پلاسما یکی از مهمترین مکانیسم‌های افزایش دفع پتاسیم و تنظیم غلظت یون پتاسیم مایع خارج سلولی است. همچنین با افزایش در غلظت یون پتاسیم خارج سلولی ترشح آلدوسترون تحریک می‌شود. و ترشح آلدوسترون موجب افزایش دفع ادراری پتاسیم می‌شود(۴).

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میانگین تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) در سطح مصرف ۸ فنجان قهوه در روز نسبت به دو سطح مصرف صفر و ۳ فنجان قهوه در روز تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0.05$) داشت، ولی تفاوت بین مصرف صفر و ۳ فنجان قهوه در روز معنی‌دار نبود. همان‌طور که از نتایج ارائه شده برداشت می‌شود، در سطح مصرف صفر، میانگین تغییرات VO_2max افزایش داشته است و در سطوح مصرف ۳ و ۸ فنجان قهوه در روز، میانگین تغییرات VO_2max کاهش یافته است. این کاهش در سطح مصرف ۸ فنجان قهوه در روز بیشتر است، که نشان‌دهنده‌ی کاهش بیشتر در VO_2max می‌باشد، در کل با این توضیحات و با توجه به نمودار ۵، ارتباط بین سطوح مصرف کافئین و برآورد VO_2max به‌صورت یک رابطه معکوس به نظر می‌رسد.

این یافته‌ها با نتایج کاشف و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی ندارد. آنها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که مصرف ۵ میلی‌گرم کافئین به

بوده که چون همه آزمودنی‌ها از رژیم غذایی مشابهی استفاده کرده‌اند، تفاوت در میانگین گروه‌ها را می‌توان به این شکل تحلیل کرد که، اگر تغییرات آب و وزن بدن را در مورد غلظت سدیم سرم در نظر داشته باشیم می‌توان این چنین استدلال کرد که تغییرات وزن بدن رابطه مستقیمی با تغییرات حجم پلاسما و ارتباط معکوسی با غلظت سدیم سرم خون دارد(۶). این یافته‌ها با نتایج آرمسترانگ و همکاران (۲۰۰۵) همخوانی نداشت. در این پژوهش که در طی ۱۱ روز بر روی ۵۹ دانشجوی فعال پسر انجام شد، آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در سه گروه قرار گرفتند و همه آنها برای ۶ روز میزان مساوی ۳ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را دریافت کردند (مرحله تعادل)، در روزهای ۷ تا ۱۱ (مرحله آزمایش) آزمودنی‌ها سه دوز متفاوت صفر، ۳ و ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بصورت کپسول دریافت کردند. تعادل سدیم بدن با محاسبه تفاوت جبری مصرف سدیم منهای دفع ادراری آن تخمین زده شد. محققین این پژوهش هیچ تفاوت معناداری را در هیچ یک از روزهای انجام تست بین گروه‌های سه‌گانه مصرف کافئین در غلظت سدیم سرم خون آزمودنی‌ها مشاهده نکردند(۱۳). شاید یکی از دلایل این عدم همخوانی، مصرف کپسول کافئین در این مطالعه باشد از دلایل احتمالی دیگر می‌توان به تفاوت در محتوای رژیم غذایی اشاره کرد. اما این نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های نیوهاوسر- بر تولد (۱۹۹۷) همخوانی دارد. آنها در تحقیق خود نشان دادند مصرف ۶۴۲ میلی‌گرم کافئین توسط مصرف شش فنجان قهوه موجب افزایش ۶۶ درصدی دفع سدیم ادراری شد. تعادل سدیم توسط آلدوسترون کنترل می‌شود. هنگامی که سطح سدیم خون بالا رود، گیرنده‌های تشنگی در هیپوتالاموس احساس تشنگی را تحریک می‌کنند و از طرفی دفع ادراری سدیم زیاد می‌شود و بالعکس با پایین آمدن غلظت سدیم در خون، میزان دفع کلیوی سدیم کاهش می‌یابد. در برخی مواقع تنظیم سدیم و مایعات بدن ممکن است مختل شود که این وضعیت سطح سدیم خون را از حالت طبیعی خارج خواهد کرد(۸). همچنین در مطالعه‌ای با هدف بررسی اثرات دوزهای متفاوت کافئین، محققین مشاهده کردند که در دوزهای بالاتر از ۹۰ میلی‌گرم کافئین میزان دفع سدیم ادرار به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند(۲۳)، که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

نتایج تحقیق حاضر در مورد میانگین تغییرات غلظت پتاسیم سرم خون آزمودنی‌ها در سه سطح مصرف صفر، ۳ و ۸ فنجان قهوه در روز، در مقایسه با یکدیگر هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0.05$) نشان نداد. همان‌طور که از نتایج ارائه شده برداشت می‌شود، در هر سه سطح مصرف، میانگین تغییرات غلظت پتاسیم سرم خون آزمودنی‌ها کاهش یافته است که این کاهش احتمالاً به دلیل رژیم غذایی آزمودنی‌ها بوده است، از دلایل احتمالی دیگر می‌توان به اثر افزایش غلظت یون سدیم سرم خون اشاره کرد، در شرایط عادی و در افراد سالم

مصرف قهوه روی برآورد VO2max از طریق معادلات مبتنی بر شمارش ضربان قلب اثر منفی داشته و موجب کاهش VO2max برآورد شده می‌شود.

نتیجه گیری

در مجموع یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مصرف دو روزه نوشیدنی کافئین داری همچون قهوه به میزان ۳ و ۸ فنجان قهوه در روز، موجب کاهش مایعات بدن، افزایش غلظت سدیم سرم خون و بدنبال آن احتمالاً افزایش سدیم دفعی و کاهش VO2max گردیده و تأثیری بر غلظت پتاسیم سرم ندارد. شاید واضح‌ترین یافته‌ی پژوهش حاضر، رابطه‌ی معکوس بین مصرف قهوه بخصوص در دوز بالا و برآورد VO2max باشد. بر این اساس با توجه به اهمیت حفظ مایعات بدن در جریان تمرینات و مسابقات ورزشی بخصوص در محیط گرم به نظر می‌رسد مربیان و متخصصین ورزش در زمینه مقدار و یا زمان مصرف این نوشیدنی اهتمام لازم را داشته باشند؛ چرا که مصرف بی‌رویه این نوشیدنی ضمن بر هم زدن تعادل مایعات و کاهش عملکرد ورزشکاران حتی می‌تواند خطر بیماری‌های گرمایی را افزایش دهد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد نویسنده اول در دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد. از کلبه عزیزی که در ثمر رسیدن این مطالعه یاریگر محققین بودند، خالصانه تقدیر و تشکر می‌شود.

تعارض منافع: نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی را اعلام نکردند.

Reference

- Sobhani V, Mehrtash M, Fasihi-Ramandi M. The effects of short term supplementation of caffeine on the Vo2max, tumor necrosis factor alpha and interleukin 1 beta in a hot climate in military education center. *Journal of Military Medicine*. 2017;19(2):176-84. [In Persian]
- Yaghoobi M, Bolboli L, Naghizadeh A, Valizadeh A, Safarzadeh S. Effect of Caffeine on Blood Pressure during Resistance Exercise in Sedentary Healthy Male. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*. 2014;14(1):79-87. [In Persian]
- Streese L, Deiseroth A, Schäfer J, Schmidt-Trucksäss A, Hanssen H. Exercise, arterial crosstalk-modulation, and inflammation in an aging population: the examine age study. *Frontiers in physiology*. 2018;9:116.
- Rahimi, M., Nikou Seresht, F., Golpasandi, H. The Relationship Between Vitamin D Levels, Fat Percentage and Athletic Performance in Trained

ازای هر کیلوگرم وزن بدن در مقایسه با دارونما باعث افزایش VO2max افراد فعال می‌شود(۱۴). همچنین در مطالعه‌ای راموس و همکاران، نیز اثرات مصرف ۳ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را روی حداکثر اکسیژن مصرفی ۱۰ فرد سالم را با فعالیت ۱۲ دقیقه دویدن بر روی تردمیل را مورد بررسی قرار دادند که بررسی نتایج گازهای تنفسی ارزیابی شده با دستگاه گاز آنالایزر حاکی از آن بود که هیچ تفاوت معناداری در میزان حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) آزمودنی‌ها با مصرف ۳ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در مقایسه با دارونما مشاهده نشد(۱۲). که این نتایج نیز با یافته‌های پژوهش حاضر ناهمخوان می‌باشد. دلایل احتمالی ناهمخوانی نتایج این دو پژوهش با پژوهش حاضر را می‌توان این‌چنین بیان کرد: در دو تحقیق ذکر شده از کپسول کافئین به‌صورت یک جلسه‌ای استفاده شده است. اگر اثرات احتمالی دیورتیک مصرف کافئین را مسئول کم‌آبی، و کم‌آبی را مسئول کم شدن VO2max فرض کنیم، اثر بازداری خود تمرین روی تولید ادرار هنگام تمرین، موجب جلوگیری از خاصیت دیورتیک کافئین می‌شود و کافئین هنگام تمرین، هیچ اثر مدری ندارد(۸). از دلایل دیگر می‌توان تفاوت در نحوی اندازه‌گیری

VO2max و دوز و منبع کافئین مورد استفاده را نام برد، برآورد VO2max در پژوهش حاضر با استفاده از پروتکل فاکس روی دوچرخه کارسج انجام شد. در این پروتکل برآورد VO2max مبتنی بر تعداد ضربان قلب می‌باشد. یکی از نقاط ضعف در آزمون‌های برآورد VO2max بر اساس تغییرات ضربان قلب، این است که ممکن است عواملی غیر از تغییرات اکسیژن مصرفی سلولی بر ضربان قلب تأثیر داشته باشد (۱۰). بنابراین با به توجه با اینکه در معادله‌ی فاکس با افزایش ضربان قلب، عدد محاسبه شده کوچکتر می‌شود (VO2max کوچکتری بدست می‌آید)، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که، برآورد شده در این تحقیق در حقیقت نشان‌دهنده‌ی ضربان قلب پایان فعالیت زیربیشینه پس از مصرف سه سطح کنترل‌شده قهوه است، که بیان‌گر این است که با افزایش میزان قهوه حاوی کافئین، ضربان قلب پایان ۵ دقیقه فعالیت زیربیشینه نیز افزایش می‌یابد.

از طرفی، تغییرات میزان آب بدن می‌تواند تأثیر مستقیمی بر ضربان قلب (استراحت و فعالیت زیر بیشینه) داشته(۱۰)، و از آن طریق در برآورد VO2max اثرگذار باشد. با این حال توافق عمومی بر این است که مصرف قهوه و کافئین، ضربان قلب فعالیت را بدلیل اثرات قوی روی سیستم اعصاب سمپاتیك، افزایش می‌دهد(۶) و نکته جالب اینکه یافته‌های برخی از مطالعات حاکی از آن است که اثر کافئین موجود در قهوه طبیعی نسبت به دوزهای معادل کافئین خالص، نه تنها باعث بهبود عملکرد استقامتی دوندگان استقامت نشده بلکه قهوه ممکن است حاوی ترکیبات با اثرات آنتی‌ارگوژنتیکی نیز باشد(۹). بر این اساس با توجه یافته‌های تحقیق حاضر در مورد VO2max به نظر می‌رسد که

14. Yazdani F, Kashef A. Electrocardiogram alterations and VO₂max of active male after consuming caffeine with custo diagnostic. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2018;25(8):74-82. [In Persian]
15. Esmaeilzade Nooshabadi H, Bolboli L, Zahed A, Valizadeh A. Investigation Effects of Caffeine Ingestion on Body Fluid-Electrolyte Balance and VO₂max in Trained Male: University of Mohaghegh Ardabili; 2009. [In Persian]
16. Shaibu M. Quantitative Estimations of Caffeine and Taurine Concentration in Selected Brand of Energy Drink Sold in Supermarkets Gusau, Zamfara, Nigeria. *International Journal of Natural Sciences: Current and Future Research Trends*. 2021;9(01):15-22.
17. Millard-Stafford ML, Cureton KJ, Wingo JE, Trilk J, Warren GL, Buyckx M. Hydration during exercise in warm, humid conditions: effect of a caffeinated sports drink. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2007;17(2):163-77.
18. Gonzalez AM, Guimarães V, Figueiredo N, Queiroz M, Gentil P, Mota JF, et al. Acute Caffeine Mouth Rinse Does Not Change the Hydration Status following a 10 km Run in Recreationally Trained Runners. *BioMed Research International*. 2020;2020.
19. Silva AM, Júdice PB, Matias CN, Santos DA, Magalhães JP, St-Onge M-P, et al. Total body water and its compartments are not affected by ingesting a moderate dose of caffeine in healthy young adult males. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2013;38(6):626-32.
20. BUZDAĞLI Y, TEKİN A, ŞIKTAR E, ESKİCİ G. Effect Of Caffeine On Exercise Performance: Current Review. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2021;23(1):86-101.
21. Williamson CM, Nickerson BS, Bechke EE, McLester CN, Kliszczewicz BM. Influence of acute consumption of caffeine vs. placebo over Bia-derived measurements of body composition: a randomized, double-blind, crossover design. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15(1):1-7.
22. Marx B, Scuvée É, Scuvée-Moreau J, Seutin V, Jouret F. Mécanismes de l'effet diurétique de la caféine. *médecine/sciences*. 2016;32(5):485-90.
23. Passmore A, Kondowe G, Johnston G. Renal and cardiovascular effects of caffeine: a dose-response study. *Clinical Science*. 1987;72(6):749-56.
- Males. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 2020; 7(2): 65-72. [In Persian]
5. Rahbarghazi A, Siahkoughian M, Bolboli L. Is consuming caffeine affect the blood pressure of swimmers? *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2018;61(1):847-52. [In Persian]
6. Benjamim CJR, Kliszczewicz B, Garner DM, Cavalcante TCF, da Silva AAM, Santana MDR, et al. Is caffeine recommended before exercise? A systematic review to investigate its impact on cardiac autonomic control via heart rate and its variability. *Journal of the American College of Nutrition*. 2020;39(6):563-73.
7. Michael S, Graham KS, Davis GM. Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals—a review. *Frontiers in physiology*. 2017;8:301.
8. Neuhäuser-Berthold M, Beine S, Verwied SC, Lührmann PM. Coffee consumption and total body water homeostasis as measured by fluid balance and bioelectrical impedance analysis. *Annals of nutrition and metabolism*. 1997;41(1):29-36.
9. Lotfali B, Navid L, Mostafa B, Ali R. Evaluation and comparison of VO₂max assessment models in high school students. *Fiziceskoe vospitanie studentov*. 2013;2. [In Persian]
10. Silva M-RG, Paiva T, Silva H-H. The impact of sports and energy drinks in performance. *Sports and Energy Drinks: Elsevier*; 2019. p. 183-204.
11. McClaran SR, Wetter TJ. Low doses of caffeine reduce heart rate during submaximal cycle ergometry. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2007;4(1):1-9.
12. Ramos SB, de Aguiar PF, Lopes AC, Barreto G, Rodrigues AVS, Pereira HMG, et al. Effects of caffeine (3 mg) on maximal oxygen consumption, plasmatic lactate and reaction time after maximum effort. (Efectos de la utilización de 3 mg de caféina sobre los niveles de potencia aeróbica máxima, de lactato plasmático y del tiempo de reacción simple, ambos después de la realización de esfuerzo máximo). *RICYDE Revista Internacional de Ciencias del Deporte* doi: 105232/ricyde. 2006;2(5):42-52.
13. Armstrong LE, Pumerantz AC, Roti MW, Judelson DA, Watson G, Dias JC, et al. Fluid, electrolyte, and renal indices of hydration during 11 days of controlled caffeine consumption. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2005;15(3):252-65.