

## The Effect of Ration Military Supplemented with Functional Food on Cardiopulmonary Endurance in Military Athletes: a Randomized, Single-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial

Vahid Hadi<sup>1,2</sup>, Mohamad Ali Sardar<sup>3</sup>, Majid Ghayour-Mobarhan<sup>4,1</sup>, Mohsen Nematy<sup>1</sup>, Reza Rezvani<sup>1</sup>, Saeid Hadi<sup>2,5</sup>, Davood Soleimani<sup>6</sup>, Mostafa Mazaheri Tehrani<sup>7</sup>, Abdolreza Norouzy<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Nutrition, Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

<sup>2</sup> Department of Health, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Department of General Courses, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

<sup>4</sup> Metabolic Syndrome Research Center, School of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

<sup>5</sup> Department of Community Nutrition, School of Nutrition and Food Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

<sup>6</sup> Nutritional Sciences Department, School of Nutrition Sciences and Food Technology, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

<sup>7</sup> Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 21 December 2019 Accepted: 16 July 2020

### Abstract

**Background and Aim:** In difficult conditions, the military needs high-energy and macronutrient and micronutrient-rich nutrition during intense physical activity to achieve optimal levels of fitness. The aim of the present study was to evaluate the effects of Compact Food Bar (CFB) designed on cardiopulmonary endurance in military athletes.

**Methods:** Forty-five military personnels with aging between 20 and 45 years were assigned into two groups in this randomized, single blind, controlled clinical trial. Subjects in the intervention group received three packs, 700kcal each, of CFB supplemented with Functional compounds (Caffeine, L-arginine, and Propolis) designed, each day for 10 days. The other group consumed regular food used in military training courses with the same calories as control per day for the same period of time. The conditions for performing the activities in terms of some variables such as temperature, humidity, sports coverage, sleep, type of sports, and caloric activities were the same for all samples. Maximal oxygen uptake ( $\text{VO}_2\text{Max}$ ) as a measure of cardio-respiratory endurance in vitro with cardiopulmonary exercise test (CPET), anthropometric indices by body composition and physical activity with a pedometer were measured and recorded at the baseline and the end of the trial. Statistical analysis was performed using SPSS 16 software.

**Results:** In the CFB group,  $\text{VO}_2\text{max}$ ,  $\text{VO}_2/\text{HR}$  and  $\text{VE}/\text{VO}_2$  were significantly improved at the end of the study ( $P<0.01$ ).  $\text{VO}_2\text{max}$ ,  $\text{VO}_2/\text{HR}$ , and  $\text{VE}/\text{VO}_2$  were significantly increased in the CFB group compared with the control group ( $P<0.05$ ), while there was no significant difference in the mean of  $\text{VE}/\text{VCO}_2$ , and exercise ventilation (VE) ( $P>0.05$ ). Body weight, body mass index (BMI), lean body mass (LBM), and body fat mass (BFM) did not alter in the CFB group at the end of the study ( $P>0.05$ ).

**Conclusion:** The consumption of CFB supplemented with caffeine, L-arginine, and propolis has a more effective response to improved cardiopulmonary endurance in military athletes compared with the regular food group.

**Keywords:** Compact Food Bar, Exercise performance, Cardiopulmonary Endurance, Maximal Oxygen Uptake.

\*Corresponding author: Abdolreza Norouzy, Email: [NorouzyA@mums.ac.ir](mailto:NorouzyA@mums.ac.ir)

## تاثیر جیره نظامی غنی از مواد فراسودمند بر استقامت قلبی و ریوی در افراد نظامی: یک کارآزمایی بالینی تصادفی، یک سو کور، کنترل دار

وحید هادی<sup>۱،۲</sup>، محمد علی سردار<sup>۳</sup>، مجید غیور مبرهن<sup>۱،۴</sup>، محسن نعمتی<sup>۱</sup>، رضا رضوانی<sup>۱</sup>، سعید هادی<sup>۲،۵</sup>، داود سلیمانی<sup>۶</sup>، مصطفی مظاهری تهرانی<sup>۷</sup>، عبدالرضا نوروزی<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه تغذیه، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۲</sup> گروه بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران

<sup>۳</sup> گروه دروس عمومی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۴</sup> مرکز تحقیقات سندرم متابولیک، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۵</sup> گروه تغذیه جامعه، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

<sup>۶</sup> گروه تغذیه، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، ایران

<sup>۷</sup> گروه صنایع غذایی و تکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** نظامیان در دوره‌های آموزشی نیاز به تغذیه با انرژی بالا و غنی از درشت مغذی و ریز مغذی‌های لازم برای بدن در هنگام فعالیت بدنی شدید دارند تا سطوح مطلوبی از آمادگی جسمانی را داشته باشند. هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی تأثیر مصرف جیره فشرده غذایی نظامی فراسودمند بر بهبود عملکرد قلبی و ریوی در نظامیان ورزشکار بود.

**روش‌ها:** مطالعه حاضر به صورت کارآزمایی بالینی تصادفی شده یک سو کور و کنترل دار بود که در آن ۴۵ ورزشکار نظامی با محدوده سنی ۲۰ الی ۴۵ سال به ۲ گروه مداخله و کنترل تقسیم شدند. ورزشکاران جیره فشرده غذایی غنی شده با ترکیبات فراسودمند (کافئین، ال-آرژنین و پروپولیس) را در گروه مداخله و به همان مقدار غذای معمولی مورد استفاده در دوره‌های آموزشی با کالری یکسان را در طول ۱۰ روز در گروه کنترل دریافت کردند. همچنین شرایط انجام فعالیتها از نظر برخی متغیرها از جمله دما، رطوبت، پوشش ورزشی، خواب، نوع فعالیت‌های ورزشی و کالری برای کلیه نمونه‌ها یکسان بود. در ابتدا و انتهای مطالعه، سنجش عملکرد قلبی و تنفسی به صورت آزمایشگاهی توسط تست ورزشی قلبی و ریوی اندازه گیری شد. بررسی شاخص‌های آنترپومتریکی توسط دستگاه آنالیز مقاومت بیوالکتریکی و سنجش فعالیت بدنی از طریق پدومتر انجام گردید. داده‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ تجزیه و تحلیل شد.

**یافته‌ها:** مصرف جیره فشرده غذایی فراسودمند باعث بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی،  $VE/V_{O_2}$  و  $VO_2/HR$  در پایان مطالعه شد ( $P < 0.05$ ). در گروه جیره فشرده غذایی فراسودمند حداکثر اکسیژن مصرفی،  $VE/V_{O_2}$  و  $VO_2/HR$  نسبت به گروه کنترل افزایش یافت؛ در حالی که تفاوت معنی داری در میانگین  $VE/V_{CO_2}$  و تهویه ورزشی (VE) مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). همچنین میانگین وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن، توده بدون چربی در گروه مداخله تغییری معنی داری در پایان مطالعه نداشت ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه گیری:** مصرف جیره فشرده غذایی فراسودمند غنی شده با پروپولیس، ال-آرژنین و کافئین نسبت به غذای معمول مصرفی پاسخ موثرتری را بر شاخص‌های عملکرد قلبی و ریوی در افراد نظامی دارد.

**کلیدواژه‌ها:** جیره فشرده غذایی، آمادگی جسمانی، استقامت قلبی و ریوی، حداکثر اکسیژن مصرفی.

## مقدمه

برخورداری از آمادگی جسمانی یکی از ضروریات برای هر فرد ورزشکار است و این آمادگی جسمانی برای یک فرد نظامی شامل سلامت بدنی، ظرفیت اجرای مداوم و ماهرانه حرکات، توانایی بازگشت به حالت اولیه بعد از فشار زیاد و اعتماد به نفس در رویارویی با هر موقعیتی می‌باشد (۱).

از گذشته سطح مطلوب آمادگی جسمانی نقش اساسی و مهمی را در پیروزی و یا شکست در جنگ به عهده داشته است (۱). بنابراین جهت ارتقا آمادگی جسمانی افراد باید راهکارهای متنوع در دستور کار فرماندهان قرار گیرد که تغذیه مناسب یکی از اصلی‌ترین استراتژی‌ها می‌باشد.

تغذیه مناسب یکی از جنبه‌های مهم بر سلامتی است که بر سطح آمادگی جسمانی و عملکرد فکری افراد به خصوص نیروهای نظامی نقش کلیدی دارد (۲) و در زمان انجام مأموریت‌های نظامی اهمیت حیاتی در حفظ توان نیروها دارد (۱). نیازهای جسمی افراد در طی شرایط بحرانی و عملیات‌های نظامی که همراه با استرس و فشارهای کوتاه یا بلند مدت می‌باشد، کاملاً با شرایط عادی زندگی افراد متفاوت است و اگر این استرس‌های روانی و جسمی در کنار شرایط سخت محیطی قرار گیرد، تعیین نیازهای غذایی افراد متفاوت و پیچیده تر خواهد شد (۳).

در حال حاضر مشخص شده است که انتخاب مقادیر مناسب از کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و مایعات و همچنین زمان مصرف آنها ممکن است بر عملکرد ورزشی تأثیر بگذارد (۴).

همچنین نتایج مطالعات حاکی از آن است که علاوه بر تأثیر نوع و مقدار درشت مغذی‌ها و مایعات، ترکیبات فراسودمند مواد غذایی مانند کافئین، ویتامین و املاح، پروبیوتیک، بتا آلانین، آرژنین، کراتین، پروپولیس و ... نیز می‌تواند بر عملکرد ورزشی موثر باشد (۵،۶).

کاهش دریافت انرژی و به دنبال آن تعادل منفی انرژی در نیروهای نظامی منجر به کاهش وزن ناخواسته، افزایش خطر ابتلا به بیماری‌ها، اختلال در عملکرد ذهنی، خستگی، گیجی، افسردگی و کاهش هوشیاری می‌شود (۵). همچنین وجود مواد فراسودمند از قبیل ریز مغذی‌های (ویتامین و املاح و غیره) در جیره غذایی در بهبود تولید انرژی از درشت مغذی‌ها، افزایش عملکرد سیستم ایمنی، بهبود عملکرد مغزی و عصبی لازم و ضروری می‌باشد. غذاهای فراسودمند شامل ترکیبات ویژه ای هستند که علاوه بر خواص تغذیه‌ای و تامین انرژی، دارای خاصیت‌های مشخص و به اثبات رسیده جهت ارتقاء سلامت، پیشگیری کننده و همچنین کاهش دهنده بیماری هستند (۶). امروزه مکمل‌های تغذیه فراسودمند به صورت گسترده در ورزشکاران و افرادی که فعالیت شدید بدنی دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. مکمل‌های تغذیه فراسودمند پتانسیل کاهش آسیب ماهیچه‌ای ناشی از ورزش را دارد (۶) و راهکارهایی از جمله مداخله تغذیه‌ای می‌تواند برای بهبود

خستگی، سازگاری و عملکرد قلبی و ریوی مفید واقع شود (۷). نتایج مطالعات بالینی نشان می‌دهد که استفاده از مکمل‌های بتا آلانین به مدت شش هفته در ورزشکاران، عملکرد ورزشی را افزایش و زمان رسیدن به خستگی را کاهش می‌دهد (۸).

مکمل‌های اسیدهای آمینه از لحاظ تئوری برای افزایش عملکرد ورزشی با چند هدف از جمله افزایش ترشح هورمون‌های آنابولیک، بهبود مصرف سوخت در طی ورزش، جلوگیری از اثرات نامطلوب تمرین بیش از حد و جلوگیری از خستگی ذهنی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۹). اکثر مکمل‌های غذایی با هدف نگهداری قدرت عضلات در طول تمرین‌های کوتاه مدت و با شدت بالا استفاده می‌شود و نشان داده شده است که برخی از این مکمل‌ها از جمله کراتین مونوهیدرات و هیدروکسی متیل بوتیرات دارای اثرات نیروزایی در ورزش‌های با شدت بالا می‌باشند (۱۰).

همچنین تخلیه ذخایر آهن در طی فعالیت‌های نظامی منجر به کاهش ظرفیت انتقال اکسیژن و کاهش عملکرد افراد می‌شود و یا کاهش دریافت کلسیم و ویتامین D در افراد با فعالیت‌های نظامی منجر به تحلیل روز افزون توده استخوانی شده و خطر آسیب‌ها و شکستگی‌ها را افزایش می‌دهد (۱۱)، بنابراین توجه به تامین تمام درشت مغذی‌ها، ریزمغذی‌های و ترکیبات فراسودمند موثر در کیفیت عملکرد قلبی و ریوی و افزایش ظرفیت ورزشی نظامیان امری مهم و غیرقابل انکار است.

در شرایط بحرانی انتخاب غذا محدود شده و جیره‌های فشرده غذایی موجود در طول مأموریت جایگزین غذا می‌شود (۲). قالب‌های فشرده بخشی از جیره‌های غذایی هستند که در شرایط بحران، مانور و مأموریت‌های نظامی مصرف می‌شوند (۱۲،۱۳). عبارت غذاهای فشرده در برگیرنده دسته بزرگی از محصولات مانند بیسکویت غنی شده، شکلات فشرده و خمیرها با دانسیته بالای مواد مغذی هستند (۱۲،۱۳). این غذاها با دوام و آماده خوردن می‌باشند و از نظر لجستیکی دارای حجم و وزن کم هستند و این موضوع از آنجا اهمیت دارد که یک نظامی باید جیره خود را همراه داشته باشد و به سادگی آن را حمل نماید (۱۴). جیره‌های فشرده غذایی علاوه بر ورزشکاران و افراد نظامی (Meal Ready to Eat)، در مواقع بحران (Emergency Food Products) و درمان (Ready-to-use therapeutic food) جهت اقدامات بشردوستانه نیز قابل استفاده خواهد بود (۱۳).

از معیارهای بررسی عملکرد آمادگی جسمانی، استقامت قلبی و ریوی است که توسط دستگاه آنالایزر گازهای تنفسی ارگواسپیرومتری یا تست ورزشی قلبی و ریوی (Cardiopulmonary exercise test) قابل ارزیابی می‌باشد. تست ارگواسپیرومتری یک تست پیچیده ارزیابی عملکرد ریه و قلب در حالت فعالیت است که کاربردهای وسیعی در طب دارد. با استفاده از این تست می‌توان میزان اکسیژن مصرفی توسط بافت‌ها ( $VO_2$ ) و میزان دی اکسید کربن تولیدی توسط بافت‌ها ( $VO_2$ ) و

نظامیان ورزشکار در مقایسه با گروه کنترل می باشد.

## روش‌ها

### طراحی مطالعه و شرکت کنندگان: مطالعه حاضر یک

کارآزمایی بالینی، یک سوکور، کنترل دار و تصادفی شده به مدت ۱۰ روز است که در اسفند سال ۱۳۹۷ بر روی افراد نظامی ورزشکار انجام گرفت. جامعه آماری این پژوهش افراد ورزشکار ارتش شهر مشهد بود که بر روی ۴۵ نفر واجد شرایط براساس معیارهای ورود و خروج از مطالعه انجام گردید. معیارهای ورود به مطالعه شامل: محدوده سنی ۲۰ الی ۴۵ سال، عدم مصرف مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی و گیاهی از حداقل ۱ ماه قبل شروع مطالعه، عدم سابقه هر گونه حساسیت و آلرژی به ترکیبات خاص بویژه محصولات زنبور عسل و عدم استعمال دخانیات بود. شرکت کنندگان پس از اطلاع از اهداف و روش اجرای مطالعه و اختیاری بودن همکاری و امضاء نمودن فرم رضایت نامه کتبی در این مطالعه شرکت کردند. ورزشکاران به روش بلوک تصادفی به ۲ گروه مداخله با دریافت جیره فشرده غذایی با ترکیبات فرا سودمند (۲۳ نفر) و گروه کنترل با دریافت جیره معمول (۲۲ نفر) مورد استفاده در مناطق آموزشی (شامل کنسرو و هر غذایی که داده می‌شود) با مقدار کالری یکسان تقسیم شدند و مداخلات را به مدت ۱۰ روز دریافت کردند. انرژی برای هر نفر با توجه به فعالیتی که در روز نیاز داشت حدود ۲۸۰۰ تا ۳۲۰۰ کیلوکالری تخمین زده شد.

در گروه مداخله جیره ها به صورت ۵ عدد قالب فشرده غذایی ۲۵ گرمی در هر سه وعده غذایی در طول روز مصرف گردید و که در مجموع ۲۰۰۰ کیلوکالری در روز از جیره فشرده غذایی تامین گردید و مابقی انرژی لازم در هر وعده از مواد خوراکی از قبیل نان، پنیر، آجیل و میوه خشک داده شد تا مقدار انرژی مورد نظر حاصل شود. در گروه کنترل با کالری مشابه گروه مداخله از غذاهای طبخ شده و کنسروی تامین گردید.

شرایط انجام فعالیتها از نظر برخی متغیرها از جمله دما، رطوبت، پوشش ورزشی، خواب، نوع فعالیت های ورزشی و کالری برای کلیه نمونه ها یکسان و سنجش آزمون‌ها برای همه شرکت کنندگان ساعت ۷:۱۵ تا ۹ انجام گرفت.

این پژوهش با کد ۹۷۰۰۴۲ در مرکز تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی مشهد و در کمیته اخلاق سازمانی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد با شماره IR.MUMS.MEDICAL.REC.1397.276 مصوب گردید. همچنین در وب سایت ثبت کارآزمایی‌های بالینی در ایران به آدرس <https://www.irct.ir> با شماره IRCT20181014041336N1 در تاریخ 2019-01-15 ثبت شد.

### خصوصیات فرمولاسیون جیره: در این مطالعه، مواد اولیه

مورد استفاده برای تولید قالب فشرده غذایی از آرد ذرت (شرکت ایلیا، کرمانشاه، ایران) به عنوان منبع کربوهیدرات کمپلکس، آرد

محدوده فعالیت هوازی و عملکرد قلب و ریه در فعالیت را ارزیابی کرد. تست ورزشی قلبی و ریوی با اندازه گیری پارامترهای  $\dot{V}O_2$ ،  $\dot{V}E/V_{CO_2}$ ،  $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ ،  $\dot{V}E$ ،  $\dot{V}CO_{2,max}$  پیش‌گویی کننده توانایی عملکرد قلبی و ریوی می باشد (۱۵).

کارایی سیستم تهویه و انتقال اکسیژن در بهبود آمادگی قلبی و ریوی از اهمیت فراوانی برخوردار است (۱۶). تاخیر در ورود به آستانه بی هوازی و به تعویق انداختن خستگی، بهبود فاکتور های تنفسی و عملکرد ریوی در ورزشکاران حائز اهمیت است. نتایج مطالعات نشان می دهد که برخی از ترکیبات غذایی فراسودمند سبب افزایش اکسیژن مصرفی ( $\dot{V}O_2 \max$ ) می‌شود که نشان‌دهنده میزان تحویل اکسیژن به بافت در هر دقیقه است (۱۷). اکسیژن مصرفی یکی از شاخص هایی است که با عملکرد هوازی همبستگی بالایی دارد. افزایش  $\dot{V}O_2 \max$  منجر به تعویق خستگی، تاخیر در شروع آستانه بی‌هوازی و کاهش اسیدلاکتیک می‌شود (۱۸).

افزایش استقامت قلبی و ریوی می تواند منجر به افزایش مقدار دی اکسید کربن بازدمی ( $\dot{V}CO_2$ ) و افزایش تهویه دقیقه ای ( $\dot{V}E$ ) (توانایی خروج هوا از ریه ها در یک دقیقه) شود (۱۹) افزایش اسید لاکتیک موجب تحریک مرکز تنفسی و افزایش  $\dot{V}E$  می‌شود که متعاقباً سبب افزایش نسبت  $\dot{V}E/\dot{V}O_2$  خواهد شد که نشان دهنده شروع مرحله بی هوازی می باشد.

به عبارتی افزایش  $\dot{V}O_2$  سبب تداوم تولید انرژی از مسیر چرخه کربس و هوازی می‌شود که ورود به مرحله بی هوازی و تولید اسید لاکتیک و متعاقب آن کاهش اسیدپت خن را به تعویق خواهد انداخت، بنابراین کاهش نسبت  $\dot{V}E/\dot{V}O_2$  به عنوان ابزاری برای استقامت قلبی و ریوی و تعیین آستانه بی هوازی مورد استفاده قرار می‌گردد (۲۰). نسبت حجم هوای تهویه شده بر مقدار دی اکسید کربن تولید شده ( $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ ) نیز نشان دهنده میزان کارایی سیستم تنفسی است و کاهش این نسبت حاکی از افزایش کارایی قلبی و ریوی در تولید انرژی از مسیر هوازی و به تعویق افتادن مرحله بی‌هوازی می‌باشد. نبض اکسیژن، حجم اکسیژن منتقل شده با خون و دریافت در بافت محیطی (عضلات) طی فعالیت زیر بیشینه و بیشینه است که با نسبت حداکثر اکسیژن مصرفی به حداکثر ضربان قلب ( $\dot{V}O_2/HR$ ) محاسبه می شود. پایین بودن این نسبت با کاهش اکسیژن رسانی به بافت ها در ارتباط است که می‌تواند در ارزیابی آمادگی قلبی و تنفسی قابل کاربرد باشد (۲۱-۲۳).

مطالعاتی زیادی در مورد تاثیر مواد فراسودمند و عملکردی بر بهبود عملکرد و آمادگی جسمانی انجام شده است (۲۴، ۲۵، ۱۱) ولی مطالعاتی اندکی به بررسی یک جیره فشرده غذایی با دارا بودن تمام مواد مغذی موردنیاز و مواد فراسودمند مانند کافئین و پروپولیس برای بررسی استقامت قلبی و ریوی صورت گرفته است. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تاثیر مصرف جیره فشرده غذایی غنی شده با مواد فراسودمند بر استقامت قلبی و ریوی

جدول-۱. مقادیر انرژی، مقادیر درشت مغذی‌ها، ریز مغذی‌ها و ترکیبات فراسودمند مورد استفاده در جیره نظامی بر اساس RDA

مقادیر	مواد مغذی
۲۱۰۰	انرژی (کیلوکالری/روز)
۲۳۰	کربوهیدرات (گرم/روز)
۷۰	پروتئین (گرم/روز)
۱۰۰	چربی (گرم/روز)
۹۰۰	(واحد/روز) ویتامین A
۶۰	(واحد/روز) ویتامین C
۲۰۰	(واحد/روز) ویتامین D
۱۵	(واحد/روز) ویتامین E
۱۲۰	(واحد/روز) ویتامین K
۱/۲	تیامین (واحد / روز)
۱۶	نیاسین (میلی گرم/ روز)
۱/۷	(واحد/روز) ویتامین B6
۴۰۰	فولیک اسید (میکرو گرم/ روز)
۲/۴	(واحد/ روز ) ویتامین B12
۳۰	بیوتین (واحد/ روز)
۵	پانتوتینیک اسید (واحد/ روز)
۱۲۰۰	کلسیم (میلی گرم/ روز)
۸	آهن (میلی گرم/ روز)
۷۰۰	فسفر (میلی گرم/ روز)
۱۵۰	ید (میکرو گرم/ روز)
۴۰۰	منزیم (میلی گرم/ روز)
۱۱	روی (میلی گرم/ روز)
۵۰	سلیسیم (میکرو گرم/ روز)
۶۰	مس (میکرو گرم/ روز)
۲/۳	منگنز (میلی گرم/ روز)
۳۰	کروم (میکرو گرم/ روز)
۴۷۰۰	پتاسیم (میلی گرم/ روز)
۱۵۰۰	سدیم (میلی گرم/ روز)
۵۰۰	پروپولیس (میلی گرم/ روز)
۱۰۰۰	کافئین (میلی گرم/ روز)

مقدار غذای توصیه شده در روز: RDA (recommended dietary allowance)

سویا (شرکت توس سویان، مشهد، ایران) و کنسانتره پروتئین شیر (شرکت پگاه، مشهد، ایران) به عنوان منبع پروتئین، جایگزین کره کاکائو (شرکت کارگیل، کوالالامپور، مالزی) به عنوان منبع لیپید، قند گرانول (شرکت قند ایران، تهران، ایران) به عنوان منبع کربوهیدرات ساده، لسیتین و پلی گلیسرول (شرکت نستله، تهران، ایران)، پودر کاکائو (شرکت دلفی کاکائو مالزی)، کافئین (شرکت کارن، ایران)، پروپولیس (دانشکده داروسازی مشهد) و پره میکس ویتامین‌ها و مواد معدنی (شرکت داروسازی اسوه، تهران، ایران) استفاده گردید. ترکیب درشت مغذی‌های (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) و ترکیبات فراسودمند جیره فشرده غذایی تولید شده در این تحقیق به ترتیب در جدول-۱، جدول-۲ و جدول-۳ ارائه شده‌اند. در طراحی جیره فشرده غذایی علاوه بر ترکیب و مقادیر مناسب از درشت مغذی‌ها، در انتخاب نوع کربوهیدرات، چربی و پروتئین نیز دقت شده است تا بتواند عملکرد ورزشی را افزایش دهد، برای مثال نوع پروتئین بکار رفته که شامل کنسانتره پروتئین شیر و سویا می باشد که به ترتیب غنی از پروتئین کازئین و اسیدامینه آرژنین می باشد (۲۶،۲۷). غنی سازی با مولتی ویتامین - مینرال، پروپولیس و کافئین نیز در فرمولاسیون انجام گردیده است، که این جیره فشرده غذایی را با ویژگی‌هایی از قبیل تامین انرژی کافی، افزایش توان عملکردی، کاهش استرس اکسیداتیو، تقویت سیستم ایمنی همراه ساخته است.

**اندازه‌گیری آزمون‌ها:** در این پژوهش استقامت قلبی-تنفسی از روش آزمایشگاهی با دستگاه آنالایزر گازهای تنفسی (ارگواسپیرومتری یا CPET) مدل MetaLyzer3B ساخت شرکت Cortex Bio physic کشور آلمان استفاده شد که به طور مستقیم حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)،  $\dot{V}O_2$ ،  $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ ،  $\dot{V}E/HR$ ،  $\dot{V}O_2$  را مورد سنجش قرار می‌دهد. سنجش شاخص‌های آنتروپومتریک توسط دستگاه آنالیز مقاومت بیوالکتریکی (Bioelectrical Impedance Analysis) مدل In Body S10 ساخت کشور کره جنوبی انجام گردید.

جدول-۲. مقادیر و سهم انرژی از درشت مغذی‌ها در ۱۰۰ گرم جیره نظامی

درشت مغذی‌ها	مقادیر (گرم)	سهم از انرژی (%)
کربوهیدرات کل	۵۸/۵۹	۴۵ کل انرژی
کربوهیدرات پیچیده	۴۰/۷۲	۷۰٪ از انرژی کل کربوهیدرات
آرد ذرت	۳۴/۹	
آرد سویا	۵/۸۱	
کربوهیدرات ساده	۱۷/۸۸	۳۰٪ از انرژی کل کربوهیدرات
شکر گرانوله	۱۴/۹۷	
کنسانتره پروتئین شیر (MPC)	۲/۹۱	
چربی	۲۴/۹۷	۴۲٪ کل انرژی
جایگزین کره کاکائو (CBS)	۲۱/۰۳	
آرد ذرت و سویا	۳/۸۶	
پروتئین	۱۶/۲۷	۱۳٪ کل انرژی
کنسانتره پروتئین شیر (MPC)	۸/۱۴	
آرد سویا	۸/۱۳	

MPC: Milk Protein Concentrate, CBS: cocoa butter substitute

جدول-۳. ترکیب پروفایل‌های لیپیدی در ۱۰۰ گرم فرمولاسیون نهایی جیره فشرده غذایی

اسیدهای چرب	بر اساس وزن (گرم)	بر اساس درصد
C8	۴۰۵	۶۲/۱
C10	۵۲۷	۱۱/۲
C12	۴۶۵/۱	۸۶/۴۱
C14	۳۰۷۵/۴	۲۳/۱۷
C16	۶۷/۲	۶۹/۱
C18	۷۰۲۵/۲	۸۱/۱
C20	۶۲۵	۲۵
C18:1Trans	۱۰۲۵	۴۱
C18:1	۲۵۵/۱	۲/۵
C18:2	۱۶۷۵/۲	۶۷/۸
C18:3	۳۳۵	۳۴/۱
اسید چرب کل	۲۴/۹۷	۱۰۰

C: chain fatty acids

شرکت‌کنندگان در هر دو گروه مداخله و کنترل، پیش از مداخله تفاوت معنی داری نداشتند ( $P > 0.05$ ) (جدول-۴). همچنین نتایج نشان می‌دهد میانگین وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن، توده بدون چربی در قبل و بعد از مداخله در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی داری را نشان ندادند ( $P > 0.05$ ) (جدول-۵).

داده‌های جدول-۶، مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی در پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط تست قلبی و ریوی را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که پس از ۱۰ روز مداخله تغییرات میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی،  $VE/V_{O_2}$  و  $V_{O_2}/HR$  در ابتدا و انتهای مطالعه در گروه دریافت‌کننده جیره فشرده غذایی تفاوت معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) و تغییرات درون‌گروهی در گروه دریافت‌کننده غذای معمول، تفاوت معنی داری در تغییرات میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ ). همچنین مقایسه تغییرات میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی،  $VE/V_{O_2}$  و  $V_{O_2}/HR$  بعد از مداخله در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ) در حالی که تفاوت معنی داری در میانگین  $VE/V_{CO_2}$  و تهویه ورزشی ( $VE$ ) مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

**آنالیز آماری:** در ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. از آزمون تی دو نمونه‌ای مستقل (Independent sample t test) برای ارزیابی تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. جهت ارزیابی تغییرات درون‌گروهی قبل و بعد از مداخله از آزمون تی زوجی (Paired Sample t test) استفاده شد. متغیرها با توزیع نرمال به صورت میانگین و انحراف معیار و غیرنرمال به صورت میانه و دامنه میان چارکی یا درصد فروانی گزارش شدند. آنالیز کواریانس (ANCOVA) برای مقایسه میانگین مقادیر آزمون‌ها بین دو گروه جهت تعدیل اثر مخدوشگر مانند سن استفاده شد. تمام داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح معناداری  $P \leq 0.05$  تجزیه و تحلیل شد.

### نتایج

نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که توزیع تمام داده‌ها هر دو گروه مداخله و کنترل نرمال است. نتایج آزمون تی دو نمونه‌ای مستقل از داده‌های اولیه مربوط به سن، نمایه توده بدنی، قد، وزن، سطح فعالیت فیزیکی، دریافت انرژی و پروتئین

جدول-۴. ویژگی‌های عمومی افراد در زمان شروع مطالعه

ویژگی‌ها	جیره نظامی (n=۲۲) †	جیره معمول ‡ (n=۲۲) †	P
سن (سال)	۲۴/۱۸ ± ۲/۹	۲۳/۹۵ ± ۳/۲۳	۰/۴۴
قد (Cm)	۱۷۵/۵۵ ± ۶/۷۸	۱۷۶/۳۵ ± ۷/۳۹	۰/۷۸
وزن بدن (kg)	۷۳/۸۲ ± ۱۴/۰۲	۷۲/۹۱ ± ۱۶/۳۲	۰/۸۳
نمایه توده بدنی ( $kg/m^2$ )	۲۳/±۳۵ ۴/۰۲	۲۴/±۰۱ ۴/۳۵	۰/۵۷
انرژی	۲۳۵۹/۴۵ ± ۳۶۱/۰۴	۲۳۳۸/۶۵ ± ۳۴۱/۲۴	۰/۸۴
پروتئین	۸۳/۰۳ ± ۸/۱۳	۸۱/۰۲ ± ۱۳/۱۸	۰/۴۸

† دریافت‌کننده جیره نظامی در طی ۱۰ روز مطالعه

‡ دریافت‌کننده غذای معمولی در طی ۱۰ روز مطالعه

Independent t-test بر اساس p-value

مقادیر بر حسب میانگین ± انحراف معیار

جدول-۵. شاخص‌های آنترپومتریکی و فعالیت بدنی در آغاز و پایان مطالعه در گروه‌های مداخله و کنترل

متغیرها	زمان	گروه جیره نظامی	گروه رژیم معمول	p-value
وزن	پیش از مداخله	۷۳/۸۲ ± ۱۴/۰۲	۷۲/۹۱ ± ۱۶/۳۲	۰/۸۳*
	پس از مداخله	۷۳/۰۶ ± ۱۴/۲۳	۷۲/۷۴ ± ۱۵/۱۷	۰/۳۸**
		p-value***	۰/۸۱	۰/۵۷*
شاخص توده بدنی	پیش از مداخله	۲۳/۳۵ ± ۴/۰۲	۲۴/۰۱ ± ۴/۵۳	۰/۲۳**
	پس از مداخله	۲۳/۵۷ ± ۳/۸۵	۲۳/۹۱ ± ۳/۰۷	۰/۲۳**
		p-value***	۰/۲۶	۰/۳۹*
توده چربی بدن	پیش از مداخله	۱۹/۷۸ ± ۷/۶۷	۱۸/۱۴ ± ۶/۹۷	۰/۹۱**
	پس از مداخله	۱۹/۵۲ ± ۷/۴۴	۱۸/۰۸ ± ۷/۲۲	۰/۹۱**
		p-value***	۰/۶۳	۰/۷۰*
توده بدون چربی بدن	پیش از مداخله	۵۸/۳۲ ± ۶/۰۶	۵۸/۸۳ ± ۹/۹۷	۰/۹۱**
	پس از مداخله	۵۸/۶۹ ± ۶/۹۱	۵۸/۸۶ ± ۹/۶۳	۰/۹۱**
		p-value***	۰/۵۵	۰/۴۷*
فعالیت بدنی	پیش از مداخله	۲۲/۴۸ ± ۰/۳۳	۲۲/۵۰ ± ۰/۳۹	۰/۶۱
	پس از مداخله	۲۲/۳۸ ± ۰/۲۹	۲۲/۴۰ ± ۰/۳۱	۰/۶۱
		p-value***	۰/۳۹	۰/۲۱*
انرژی	پیش از مداخله	۲۷۴۲/۶۸ ± ۴۷۱/۴۹	۲۸۸۹/۸۲ ± ۳۶۴/۳۲	۰/۹۰**
	پس از مداخله	۲۶۹۲/۴۱ ± ۵۲۳/۳۰	۲۸۹۴/۸۲ ± ۵۴۸/۱۷	۰/۹۰**
		p-value***	۰/۷۶	

‡ دریافت کننده جیره نظامی در طی ۱۰ روز مطالعه  
 †† دریافت کننده غذای معمولی در طی ۱۰ روز مطالعه  
 مقادیر بر حسب میانگین ± انحراف معیار  
 Independent t-test بر اساس p-value\*\* بر اساس تحلیل کواریانس تعدیل شده \*\*\*آزمون t زوجی

جدول-۶. شاخص‌های استقامت قلبی و ریوی در آغاز و پایان مطالعه در گروه‌های مداخله و کنترل

متغیرها	زمان	گروه جیره نظامی	گروه رژیم معمول	p-value
VO2 Max (ml/min/kg)	پیش از مداخله	۴۱/۷۰ ± ۲/۱۶	۴۰/۶۰ ± ۳/۳۲	۰/۴۱*
	پس از مداخله	۴۶/۷۳ ± ۱/۸۷	۴۱/۴۰ ± ۴/۱۷	۰/۰۱**
		p-value***	۰/۰۵	۰/۲۷*
Vo2/HR (ml)	پیش از مداخله	۱۵/۲۷ ± ۰/۸۸	۱۷/۸۰ ± ۲/۶۲	۰/۰۴**
	پس از مداخله	۱۶/۸۵ ± ۰/۹۴	۱۸/۲۷ ± ۲/۷۸	۰/۰۴**
		p-value***	۰/۱۳۱	۰/۳۹*
VE/Vo2	پیش از مداخله	۴۲/۱۴ ± ۴/۱۳	۴۲/۴۰ ± ۶/۰۱	۰/۰۳**
	پس از مداخله	۳۹/۸۴ ± ۱۲/۵۹	۴۳/۲۰ ± ۵/۳۱	۰/۰۳**
		p-value***	۰/۸۱	۰/۷۰*
VE/Vco2	پیش از مداخله	۳۷/۳۲ ± ۲/۴۴	۳۶/۸۰ ± ۳/۰۳	۰/۴۱**
	پس از مداخله	۳۷/۴۱ ± ۳/۵۱	۳۶/۶۰ ± ۲/۷۴	۰/۴۱**
		p-value***	۰/۶۴۶	۰/۱۴*
VE (Lit/min)	پیش از مداخله	۹۸/۷۸ ± ۰/۸۴	۹۳/۹۰ ± ۱۴/۵۰	۰/۶۹
	پس از مداخله	۱۰۰/۷۰ ± ۰/۵۱	۹۶/۹۰ ± ۱۹/۴۶	۰/۶۹
		p-value***	۰/۳۱۵	۰/۹۵*
BF (/min)	پیش از مداخله	۴۱/۳۳ ± ۰/۸۲	۴۳/۲۰ ± ۳/۹۰	۰/۰۵**
	پس از مداخله	۴۲/۰۰ ± ۰/۷۸	۴۳/۷۰ ± ۲/۷۸	۰/۰۵**
		p-value***	۰/۰۶۸	

VO2: Milk Protein Concentrate, Vo2/HR: Oxygen Pulse, HR: Heart Rate, BF: Breathing Frequency, VE/Vo2: Ventilatory Equivalent for O2, VE/Vco2: Ventilatory Equivalent for CO2,

‡ دریافت کننده جیره نظامی در طی ۱۰ روز مطالعه  
 †† دریافت کننده غذای معمولی در طی ۱۰ روز مطالعه  
 مقادیر بر حسب میانگین ± انحراف معیار  
 Independent t-test بر اساس p-value\*\* بر اساس تحلیل کواریانس تعدیل شده \*\*\*آزمون t زوجی

## بحث

همچنین تغییرات میانگین نسبت  $VE/V_{O_2}$  پس از ۱۰ روز مداخله در گروه جیره عملگرا در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافته است یعنی مداخله موجب بهبود کارایی ریوی شده است در حالی که تفاوت معناداری در  $VE/V_{CO_2}$  مشاهده نشد (۱۶).

تفاوت نتایج تحقیق در زمینه دو نسبت  $VE/V_{CO_2}$  و  $VE/V_{O_2}$  را میتوان با توجه به این امر توجیه کرد بیشتری دارد که هنگام فعالیت ورزشی  $VE/V_{CO_2}$  تغییرپذیری کمتری نسبت به  $VE/V_{O_2}$  دارد (به دلیل حساسیت ساز و کار کنترل تهویه ای به  $PaCO_2$  و PH شریانی، در دامنه فیزیولوژیک) که سبب شده یافته این تحقیق در مورد  $VE/V_{CO_2}$  با نتایج فارل و همکاران مغایر شود (۱۴)، درحالی که به نظر می رسد دلیل همسو نبودن نتایج این تحقیق با تحقیق فارل و همکاران، نوع آزمون فزاینده مورد استفاده در تست ورزشی قلبی و ریوی باشد. نبض اکسیژن ( $V_{O_2}/HR$ ) نیز یکی از شاخص های کارایی قلبی- ریوی به شمار می رود، که در تحقیق حاضر بررسی شد. در این زمینه هر چه میزان اکسیژن بدن در فاصله دو ضربان قلب متوالی بیشتر باشد، حاکی از کارایی بیشتر دستگاه قلبی - تنفسی در امر رساندن اکسیژن به عضلات فعال است (۲۶). در این تحقیق نشان داده شد که مداخله تأثیر معنی داری در این نسبت به وجود می آورد. این یافته ها با نتایج تحقیقات هابدانک و همکاران همسوست (۱۶).

جیره فشرده غذایی عملگرا طراحی شده با داشتن ترکیباتی از قبیل نوع پروتئین بکار رفته که غنی از اسید آمینه آرژنین (پروتئین سویا) و اسید آمینه های شاخه دار (پروتئین کازئین موجود در کنسانتره پروتئین شیر)، مولتی ویتامین- مینرال، کافئین و پروپولیس احتمالاً از طریق افزایش تحویل اکسیژن به عضلات فعال و متعاقباً افزایش برداشت اکسیژن در عضلات فعال می تواند در بهبود توان ورزشی موثر باشد (۲۲،۲۳). در خصوص آمادگی قلبی-تنفسی، سیستم غالب برای تأمین انرژی مورد نیاز بدن، چرخه کربس است. چرخه کربس سیستم غالب تأمین کننده انرژی مورد نیاز بدن است. فعالیت هایی که این دستگاه را برای تأمین و بازسازی آدنوزین تری فسفات (ATP) فعال می کنند، زمینه ساز بهبود و افزایش ظرفیت حیاتی در دستگاه های گردش خون و تنفس می باشند تا ظرفیت تحویل اکسیژن به سلول های بدن افزایش یابد که منجر به باز سازی مداوم ATP جهت بهبود عملکرد و انجام فعالیت مستمر خواهد شد (۱۴،۲۴).

از مکانیسم احتمالی ترکیبات فراسودمند بکار رفته در جیره نظامی در رابطه با بهبود و افزایش ظرفیت اکسیژن رسانی (حداکثر اکسیژن مصرفی) که معیاری از بهبود توان هوازی، استقامت قلبی - تنفسی و ظرفیت توانایی عملکردی است، می توان به نقش آرژنین در سنتز نیتریک اکسید اندوتلیومی اشاره کرد. نیتریک اکسید دارای اثرات گشادکنندگی عروقی است که باعث افزایش خون رسانی به بافت ها در طول ورزش می شود که منجر به

اخیراً مصرف بسیاری از مکمل های غذایی فراسودمند با هدف دستیابی به بهبود آمادگی جسمانی و حداکثر اکسیژن مصرفی در میان ورزشکاران رایج شده است. در این مطالعه اثر جیره فشرده غذایی عملگرا (به عنوان غذای مصرفی در روز) غنی شده با ال- آرژنین، کافئین و پروپولیس به مدت ۱۰ روز در مقایسه با گروه دریافت کننده کنترل (دریافت غذای معمول) بر استقامت قلبی و ریوی، وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن، توده بدون چربی بدن در نظامیان ورزشکار مرد بررسی شد.

یافته های اصلی مطالعه ما نشان دادند که مصرف جیره فشرده غذایی عملگرا باعث بهبود افزایش استقامت قلبی-تنفسی براساس سنجش با حداکثر اکسیژن مصرفی،  $VE/V_{O_2}$  و  $V_{O_2}/HR$  در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل شد در حالی که تفاوت معنی داری در میانگین وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن، توده بدون چربی در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل قبل و بعد از مطالعه مشاهده نشد که از دلایل آن می توان به مدت کوتاه مطالعه و برنامه فعالیت ورزشی مشترک شامل پیاده روی های روزانه و شبانه طولانی مدت، مانورهای نظامی و تمرینات منظم بین دو گروه اشاره کرد که تفاوت را به حداقل می رساند.

نتایج تحقیق حاکی از افزایش  $V_{O_2max}$  در گروه مداخله نسبت گروه کنترل در انتهای مطالعه بود که یافته این مطالعه هم راستا با نتایج انتظاری و همکاران بود (۲۷). نتایج مطالعه ای نشان داد که مقدار  $5mg/kg$  کافئین توان و سرعت ورزشی را افزایش داده است (۱۹).

در یک مطالعه نشان داد که مصرف کافئین در آزمون دوچرخه زمان رسیدن به واماندگی و  $V_{O_2max}$  را افزایش می دهد (۲۰). مطالعه دیگری نشان داد که مصرف کافئین به مقدار  $5mg/kg$  سبب افزایش عملکرد ورزشی و حداکثر اکسیژن مصرفی می شود (۲۱). در مطالعه استیون و همکاران استفاده از اسیدهای آمینه آرژنین توانست توده عضلانی و عملکرد را در طول ورزش ارتقاء بخشد، پژوهشگران این مطالعه نشان دادند که اسید آمینه آرژنین به طور معنی داری می تواند باعث افزایش عملکرد، تأخیر خستگی عضلانی و  $V_{O_2max}$  در طول فعالیت بدنی شود (۲۵).

در یک مطالعه مصرف مکمل ال- آرژنین در مردان به میزان ۲ گرم در روز به مدت ۱۵ روز توانست باعث کاهش خستگی و عضلانی و افزایش  $V_{O_2max}$  مصرفی شود و همچنین در مطالعه ای دیگر ال- آرژنین به مدت ۴۵ روز و با دوز ۲ گرم در روز توانست باعث بهبود عملکرد ورزشی در ورزشکاران مرد شود (۲۶،۲۷) که این مطالعات با مطالعه ما هم راستا بودند.

در تعدادی از مطالعات نسبت بین تهویه دقیقه ای و اکسیژن مصرفی ( $VE/V_{O_2}$ ) به عنوان یکی از شاخص های کارایی تنفسی اندازه گیری شده است (۴،۲۶).



### نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- توان عملکردی، از عوامل حیاتی در آمادگی جسمانی به شمار می‌رود، لذا جیره فشرده غذایی طراحی شده با داشتن ترکیبات فراسودمند کافئین، ال آرژنین و پروپولیس و تمامی مواد غذایی مورد نیاز در روز برای یک فرد نظامی می‌تواند به عنوان یک روش موثر در افزایش توان پایوران نظامی برای افزایش میزان موفقیت در ماموریت‌های نظامی استفاده کرد.
- در رابطه با بهبود ظرفیت اکسیژن رسانی که جهت تداوم انجام فعالیت‌های نظامی الزامی می‌باشد و معیاری از بهبود توان هوازی و استقامت قلبی - تنفسی است که جیره فرمولاسیون شده با وجود ترکیبات فراسودمند کافئین، ال آرژنین و پروپولیس توانایی افزایش استقامت قلبی - تنفسی را برای یک فرد نظامی در شرایط سخت و استرس زا دارد.

**تشکر و قدردانی:** این پژوهش با کد ۹۷۰۰۴۲ در مرکز تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی مشهد و در کمیته اخلاق سازمانی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد با شماره IR.MUMS.MEDICAL.REC.1397.276 مصوب گردید. پژوهش حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد و دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران به انجام رسیده است. پژوهشگران بدین‌وسیله از دانشکده صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد و همه نظامیانی که همکاری خالصانه‌ای در جهت اجرای این پروژه داشتند، صمیمانه قدردانی می‌نمایند.

**نقش نویسندگان:** ارائه ایده و طرح اولیه: نوروزی، مظاهری، سردار و هادی، جمع آوری داده‌ها و تکمیل پرسشنامه‌ها: هادی، هادی و سلیمانی، معاینه بیمار: رضوانی و نعمتی، تحلیل و تفسیر داده‌ها: غیور مبرهن و هادی. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

**تضاد منافع:** نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

### منابع:

1. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology nutrition, energy, and human performance. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2015.
2. Farajzadeh D, Golmakani M. Formulation and experimental production of energy bar and evaluating its shelf-life and qualitative properties. J Mil Med. 2011;13(3):181-7.
3. Jaeger SR, Cardello AV. A construct analysis of meal convenience applied to military foods. Appetite. 2007;49(1):231-9. doi:10.1016/j.appet.2007.02.001
4. Deldicque L, Francaux M. Functional food for exercise performance: fact or foe? Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care.

افزایش تحویل اکسیژن و برداشت اکسیژن در عضلات فعال می‌گردد (۲۸).

بنابراین بهبود ظرفیت هوازی عضلات اسکلتی از طریق بهبود جریان خون محیطی و دستگاه انرژی هوازی عضله سبب افزایش توانایی اکسایشی عضلات اسکلتی و تولید ATP بیشتر در مسیر چرخه کربس و استفاده از اسیدهای چرب به عنوان منبع انرژی پایدار می‌شود (۲۸).

از دیگر عوامل مکانیسم‌های احتمالی اثر گذاری جیره فشرده غذایی را می‌توان به کافئین نسبت داد. کافئین سبب افزایش انرژی مصرفی، تحریک آزادسازی اسید چرب از بافت‌های چربی (۲۳، ۲۲)، تقویت و بازسازی سریع تر منابع انرژی، به تأخیر انداختن آستانه خستگی احتمالا از طریق جلوگیری از اختلال در تعادل اسیدی-بازی و کاهش گلیکولیز و تجمع اسید لاکتیک در ماهیچه می‌باشد و متعاقب آن سبب کاهش نسبت VE/V<sub>O2</sub> خواهد شد (۲۹). کافئین یک عامل نیروزا با تأثیر بر آزادسازی کاتکولامین‌ها و همچنین به دلیل اثرات آنتی اکسیدانی روی محافظت سلول از آسیب‌های سلولی مؤثر است (۲۲).

کافئین قادر به بهبود استقامت و عملکرد جسمانی در فعالیت‌های طولانی مدت با شدت زیر بیشینه بوده و با ذخیره گلیکوژن ناشی از افزایش لیپولیز و مصرف اسیدهای چرب به عنوان تامین کننده انرژی می‌تواند در طولانی کردن زمان رسیدن به خستگی مؤثر باشد (۲۳).

### نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که مصرف جیره فشرده غذایی عملگرا در ورزشکاران نظامی در شرایط سخت و فعالیت شدید درای اثرات مثبتی بر بهبود استقامت قلبی و ریوی (یکی از شاخصه‌های آمادگی جسمانی) دارد. هر چند اثرات معنی‌داری بر شاخص‌های تن‌سنجی و ترکیب بدنی مشاهده نشد.

2008;11(6):774-81.

doi:10.1097/MCO.0b013e3283139489

5. Shay LE, Seibert D, Watts D, Sbrocco T, Pagliara C. Adherence and weight loss outcomes associated with food-exercise diary preference in a military weight management program. Eating behaviors. 2009;10(4):220-7. doi:10.1016/j.eatbeh.2009.07.004
6. Harty PS, Cottet ML, Malloy JK, Kerksick CM. Nutritional and supplementation strategies to prevent and attenuate exercise-induced muscle damage: A brief review. Sports medicine-open. 2019;5(1):1. doi:10.1186/s40798-018-0176-6
7. Sindiani M, Eliakim A, Segev D, Meckel Y. The effect of two different interval-training programmes on physiological and performance indices. European

- Journal of Sport Science. 2017;17(7):830-7. doi:10.1080/17461391.2017.1321687
8. Ghasvand R, Askari G, Malekzadeh J, Hajishafiee M, Daneshvar P, Akbari F, et al. Effects of six weeks of  $\beta$ -alanine administration on VO<sub>2</sub> max, time to exhaustion and lactate concentrations in physical education students. *International journal of preventive medicine*. 2012;3(8):559.
9. Williams M. Dietary supplements and sports performance: amino acids. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2005;2(2):63. doi:10.1186/1550-2783-2-2-63
10. Nissen SL, Sharp RL. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*. 2003;94(2):651-9. doi:10.1152/jappphysiol.00755.2002
11. Hennigar SR, Gaffney-Stomberg E, Lutz LJ, Cable SJ, Pasiakos SM, Young AJ, et al. Consumption of a calcium and vitamin D-fortified food product does not affect iron status during initial military training: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *British Journal of Nutrition*. 2016;115(4):637-43. doi:10.1017/S0007114515004766
12. Barrett AH, Cardello AV. *Military food engineering and ration technology*: DEStech Publications, Inc; 2012.
13. Hadi V, Norouzy A, Mazaheri Tehrani M, Nematy M, Hadi S. Characteristics of Compact Food bars. *Journal of Nutrition, Fasting and Health*. 2018;6(3):125-31.
14. Sheibani E, Dabbagh Moghaddam A, Sharifan A, Afshari Z. Linear programming: an alternative approach for developing formulations for emergency food products. *Journal of the science of food and agriculture*. 2018;98(4):1444-52. doi:10.1002/jsfa.8612
15. Enright SJ, Unnithan VB. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2011;91(6):894-905. doi:10.2522/ptj.20090413
16. Knaeps S, Lefevre J, Wijtzes A, Charlier R, Mertens E, Bourgois JG. Independent associations between sedentary time, moderate-to-vigorous physical activity, cardiorespiratory fitness and cardio-metabolic health: a cross-sectional study. *PloS one*. 2016;11(7):e0160166. doi:10.1371/journal.pone.0160166
17. Durmic T, Lazovic B, Djelic M, Lazic JS, Zikic D, Zugic V, et al. Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *Jornal brasileiro de pneumologia*. 2015;41(6):516-22. doi:10.1590/s1806-37562015000000050
18. Ignjatović A, Hofmann P, Radovanović D. Non-invasive determination of the anaerobic threshold based on the heart rate deflection point. *Facta universitatis-series: physical education and sport*. 2008;6(1):1-10.
19. Moazami M, Taghizadeh V, Ketabdar A, Dehbashi M, Jalilpour R. Effects of oral L-arginine supplementation for a week, on changes in respiratory gases and blood lactate in female handballists. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2015;9(4):45-52.
20. Paes L, Borges J, Cunha F, Souza M, Cyrino F, Bottino D, et al. Oxygen uptake, respiratory exchange ratio, or total distance: a comparison of methods to equalize exercise volume in Wistar rats. *Brazilian journal of medical and biological research*. 2016;49(8). doi:10.1590/1414-431x20165200
21. Kemps HM, Schep G, Zonderland ML, Thijssen EJ, De Vries WR, Wessels B, et al. Are oxygen uptake kinetics in chronic heart failure limited by oxygen delivery or oxygen utilization? *International journal of cardiology*. 2010;142(2):138-44. doi:10.1016/j.ijcard.2008.12.088
22. Jafari A, NIK KJ, Malekirad A. Effect of short-term caffeine supplementation on downhill running induced inflammatory response in non-athletes males. 2012.
23. Davis J, Green JM. Caffeine and anaerobic performance. *Sports Medicine*. 2009;39(10):813-32. doi:10.2165/11317770-000000000-00000
24. Baker JS, McCormick MC, Robergs RA. Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise. *Journal of nutrition and metabolism*. 2010;2010. doi:10.1155/2010/905612
25. Stipanuk MH. Sulfur amino acid metabolism: pathways for production and removal of homocysteine and cysteine. *Annu Rev Nutr*. 2004;24:539-77. doi:10.1146/annurev.nutr.24.012003.132418
26. Santos R, Pacheco M, Martins R, Villaverde A, Giana H, Baptista F, et al. Study of the effect of oral administration of L-arginine on muscular performance in healthy volunteers: an isokinetic study. *Isokinetics and exercise science*. 2002;10(3):153-8. doi:10.3233/IES-2002-0096
27. Pahlavani N, Entezari M, Nasiri M, Miri A, Rezaie M, Bagheri-Bidakhvidi M, et al. The effect of L-arginine supplementation on body composition and performance in male athletes: a double-blinded randomized clinical trial. *European journal of clinical nutrition*. 2017;71(4):544. doi:10.1038/ejcn.2016.266
28. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports medicine*. 2002;32(1):53-73. doi:10.2165/00007256-200232010-00003
29. Cerretelli P, Samaja M. Acid-base balance at exercise in normoxia and in chronic hypoxia. Revisiting the "lactate paradox". *European journal of applied physiology*. 2003;90(5-6):431-48. doi:10.1007/s00421-003-0928-x