ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2022;11(1):e38

Journal of Police Medicine

ORIGINAL ARTICLE OPEN ACCESS

# Comparison of the Effect of Eight Weeks of CrossFit and High-Intensity Interval Training with Common Physical Fitness Training on Some Factors Related to the Health and Performance of Military Students

**Sajjad Mohammadyari[1*] PhD, Yousef Saberi[2] PhD**

[1] Department of Physical Education, Faculty of Basic Sciences, Imam Ali (AS) Officer University, Tehran, Iran.
[2] Department of Physiology Sport & Corrective Movements, Faculty of Sports Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

## ABSTRACT

AIMS: Identifying and using effective exercise methods is essential to people's health, especially military personnel. Therefore, this study aimed to compare the effect of eight weeks of CrossFit and high-intensity interval training with physical fitness training on health and functional factors (arterial oxygen saturation, cardiorespiratory fitness, muscular endurance, speed, and agility) of military students.

MATERIALS AND METHODS: This research was conducted experimentally with a pre-test and post-test design among students in their second year of afsari university in iran in 2021. Forty volunteer students participated in the study selected by available sampling. The samples were randomly divided into four groups as crossfit training (10 people), high-intensity interval training (10 people), combined crossfit and high-intensity interval training (10 people), and physical fitness training (10 people). Each training group participated in an eight-week training program that included four sessions per week. In order to estimate the factors of saturation of peripheral oxygen percentage ($SPO_2$), maximum oxygen consumption ($VO_2$max), muscle endurance, speed and agility, pulse oximeter, queen college step test, sit-up test, 45-meter speed, and agility test were used respectively. Spss 20 software was used to analyze and perform statistical tests at a significance level of 0.05.

FINDINGS: The in-group results showed that the maximum oxygen consumption, percentage of blood oxygen saturation, muscle endurance, agility and speed in the HIIT, CrossFit and HIIT+ CrossFit groups were significantly different compared to the pre-test as HIIT+ CrossFit, CrossFit and HIIT group were respectively the most effective compared to physical fitness training ($p<0.05$). Also, the comparison between groups showed that the maximum oxygen consumption in the groups of physical fitness with CrossFit and physical fitness with HIIT+ CrossFit had a significant difference ($p<0.001$). Blood oxygen saturation percentage ($p=0.006$), speed ($p=0.024$), agility ($p=0.001$) and muscle endurance ($p=0.002$) were significantly different between physical fitness and HIIT+ CrossFit groups.

CONCLUSION: In general, according to the results of the present study, CrossFit and HIIT exercises probably have a better effect on the health factors and performance of military students than common physical fitness training.

KEYWORDS: **$SPO_2$**; **High Interval**; **Health**; **Military**

**How to cite this article:**

Mohammadyari S, Saberi Y. *Comparison of the Effect of Eight Weeks of CrossFit and High-Intensity Interval Training with Common Physical Fitness Training on Some Factors Related to the Health and Performance of Military Students.* J Police Med. 2022;11(1):e38.

***Correspondence:**

Address: Faculty of Basic Sciences, Imam Ali (AS) Military University, Imam Khomeini Street, Tehran, Iran.
Tel: +982166955041
Mail: mohammadyari.s@gmail.com

**Article History:**

Received: 13/09/2022
Accepted: 25/10/2022
ePublished: 07/12/2022

Copyright © 2022, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

## INTRODUCTION

... [1, 2]. The type of physical fitness appropriate to the nature of work in the armed forces (police, overseas forces, etc.) is of particular importance [3]. For example, in the police force, due to the nature of the job, including the high volume of work and the possibility of conflict, it requires more attention to endurance and muscle strength [4]. In the army's ground forces, due to the high volume of work and exposure to various environments (forest, mountain, plain) and various dangers, they need more attention to endurance, agility and speed. Also, the main body of military forces is in middle age. Therefore, various physical problems and complications can be expected among them [5]. ... [6]. To expand health and specific components of physical fitness, sports activities can be performed regularly and organized [3]. One of the training methods that has attracted the attention of researchers is high-intensity interval training (HIIT) or intense interval training [7]. ... [8]. By studying 50 military men aged 19 to 23 years and comparing the results after eight weeks of continuous and intermittent aerobic exercise, *Nikro* et al. reported that intermittent exercise improves fat percentage and body mass index and increases oxygen consumption, and they have recommended it to the police. [9]. Also, *Ngasa* et al. investigated the effect of 6 months of intense interval training on overweight military soldiers, whose results showed an increase in maximal oxygen consumption and a decrease in blood pressure indices [10]. *Paine* et al.›s study of US soldiers has shown that the CrossFit program and other physical fitness programs present the US military with unique opportunities to improve soldiers' physical fitness levels [11]. ... [12, 13]. *Michalski* et al. have shown that six weeks of CrossFit training has a significant effect on physical fitness [14]. On the other hand, injuries caused by physical exercises are a major problem among military personnel [15]. ... [16, 17]. Most of the studies have shown the significant effect of this training method compared to common physical fitness exercises [18]. ... [19]. Considering the importance of the level of physical fitness and health components in military personnel, it is necessary to use the best type of exercise to achieve the mentioned goals and to compare Crossfit and intense interval exercises with common physical fitness exercises on selected factors of physical fitness and health.

## AIM(S)

The purpose of this study was to compare the effects of modern CrossFit and HIIT exercises with physical fitness exercises on health and functional factors (arterial oxygen saturation, cardiorespiratory fitness, muscular endurance, speed and agility) of military students.

## RESEARCH TYPE

The current study is experimental and its design is pre-test-post-test.

## RESEARCH SOCIETY, PLACE & TIME

The statistical population included the second-year students of Imam Ali Army Officer University in 2021 in Tehran, Iran.

## SAMPLING METHOD AND NUMBER

Based on available and voluntary sampling, 40 people (based on Cochran's formula) with an age range of 19-25 years were selected.

## METHOD

After meeting the entry criteria in a semi-experimental design, the subjects were randomly divided into four groups: CrossFit training (10 people), intense interval training or HIIT (10 people), combined training (HIIT + CrossFit, 10 people) and Physical fitness training group (10 people). The exercise group each participated in an eight-week exercise program that consisted of four sessions each week and each session lasted one hour. After selecting the subjects, the selected factors of physical fitness (speed (using the 45-meter speed test), muscular endurance (using the sit-up test), and agility (using the 4×9 test) were performed in the pre-test mode. Also, to measure cardio-respiratory fitness Queen's staircase test was used and pulse oximetry was used to estimate arterial blood oxygen (SPO2). Queen's stair test for men is such that each subject goes up and down a step with a height of 41.3 cm with a rhythm of 24 steps per minute while listening to a metronome. After three minutes of going up and down with the determined rhythm, the heart rate was measured and the maximum oxygen consumption was obtained. In the following, the subjects of the 4 groups performed their specialized training program for eight weeks, and at the end of the eighth week, the dependent variables of the study, such as the conditions of the pre-test and the post-test, were measured again. The HIIT training program consisted of 15 minutes of warm-up and 30 minutes of specialized training (4 sets of the Rast protocol, which reached 6 sets by the eighth week, with a 4-minute rest between each set) and finally a 10-minute cool-down [20]. Crossfit exercises included three parts: cardio, gymnastic, and body weight and weight movements, which were performed 4 sessions a week as a combination of parts or separately (Table 1) [13]. Common physical exercises also included

exercises that were commonly performed at the university by physical fitness trainers four sessions a week.

**Table 1)** Crossfit training protocol

| Days of the Week | Saturday | Sunday | Monday | Tuesday | Wednesday | Thursday | Friday |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Exercise movements | Exercise movements | rest | Exercise movements | Exercise movements | rest | rest |
| First | M | GW | - | MG | W | - | - |
| Second | MG | MGW | - | W | M | - | - |
| Third | M | GW | - | MG | W | - | - |
| Fourth | MGW | W | - | GW | MG | - | - |
| the fifth | GW | M | - | MG | MGW | - | - |
| the sixth | M | GW | - | W | MG | - | - |
| the seventh | MG | W | - | M | GW | - | - |
| Eighth | M | MGW | - | GW | MG | - | - |

M= Aerobic exercise
G= Gymnastic movements (strength stretching movements)
W= Movements with body weight and weights

## ETHICAL PERMISSION

The present study was carried out in compliance with all ethical issues in research and maintaining the subjects' information with research number 99.197.3.1786.

## STATISTICAL ANALYSIS

After collecting the raw data, inferential statistics methods were used to test the research hypotheses. First, the normality of data distribution was checked with the Shapiro-Wilk test. Correlation t-test was used to examine intra-group differences and one-way analysis of variance with Tukey's post hoc test was used for inter-group effects. SPSS 20 software was used to analyze and perform statistical tests at a significance level of 0.05.

## FINDING by TEXT

The results related to the descriptive findings showed that the age group of physical fitness, HIIT, CrossFit and HIIT+ CrossFit included 21.60±1.07, 21.30±1.33, 21.10±1.19 and 22.20±0.91 respectively. The results related to the intragroup comparison using the correlated t-test of the studied variables showed that the maximal oxygen consumption, SPO2, muscle endurance, agility and speed in the HIIT, CrossFit and HIIT+CrossFit groups were significantly different in the post-test compared to the pre-test. In these three groups, maximum oxygen consumption, SPO2, and muscle endurance after the test increased significantly compared to the pre-test, and agility and speed decreased significantly ($p<0.05$). On the other hand, the intra-group results in the physical fitness group were not significant in any of the studied variables except muscular endurance ($p<0.05$). Also, by comparing the pre-test and post-test averages of the studied groups, the greatest effect was related to the combined group (HIIT+ CrossFit) (Table 2). The results of inter-group comparison using a one-way analysis of variance test showed that the studied groups had significant differences from each other ($p<0.05$). Also, the results of Tukey's post hoc test showed that there was a significant difference in maximal oxygen consumption in the groups of physical fitness with CrossFit and physical fitness with HIIT+CrossFit ($p=0.001$). SPO2, speed, agility and muscular endurance were significantly different between physical fitness groups with HIIT+crossfit ($p<0.05$) (Table 3).

**Table 2)** Means of descriptive and physiological variables and comparison of intragroup means (correlated t-test)

| Variable | Studied groups | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Physical fitness group (M±SD)** | | **HIIT group (M±SD)** | | **Crossfit group (M±SD)** | | **Mixed group (M±SD)** | |
| | **pre-test** | **post-test** | **pre-test** | **post-test** | **pre-test** | **post-test** | **pre-test** | **post-test** |
| VO2max (ml/kg/min) | 41/50±1/50 | 42/44±1/75 | 42/40±2/01 | 43/70±1/71 | 43/55±1/86 | 46/95±1/49 | 42/30±2/45 | 46/50±3/13 |
| | p-value=0/057 | | *p-value=0/009 | | *p-value=0/002 | | *p-value =0/001 | |
| SPO2 (Percent) | 96/90±0/73 | 97/00±1/24 | 96/50±1/08 | 97/40±1/42 | 96/60 ±1/07 | 97/70±1/15 | 96/20±1/39 | 98/90±0/80 |
| | p-value =0/678 | | * p-value =0/010 | | * p-value =0/003 | | * p-value =0/001 | |
| Muscular endurance | 37/30±3/36 | 38/60±4/16 | 39/80±3/19 | 41/50±3/34 | 39/20±5/65 | 41/10±5/25 | 38/80±3/85 | 45/90±3/66 |
| | * p-value =0/028 | | * p-value =0/006 | | * p-value =0/027 | | * p-value =0/001 | |
| (Number) | 9/87±0/55 | 9/69±0/43 | 9/81±0/59 | 9/33±0/49 | 9/60±0/60 | 9/27±0/48 | 9/79 ±0/53 | 8/81±0/46 |
| | p-value =0/051 | | * p-value =0/015 | | * p-value =0/033 | | * p-value =0/001 | |
| Agility (seconds) | 9/10±0/76 | 9/05±0/74 | 9/03±1/02 | 8/51±0/84 | 9/61±0/93 | 8/93±0/98 | 9/07±0/76 | 7/99±0/51 |
| | p-value =0/505 | | * p-value =0/001 | | * p-value =0/001 | | * p-value =0/001 | |

**Table 3)** The results of one-way analysis of variance and Tukey's post hoc test for the studied groups

| Variable | Analysis of variance test | | Tukey's post hoc test | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | F | p-value | Comparison of physical fitness group with other groups HIIT, crossfit and hybrid | Mean difference | p-value |
| VO2max | 10.48 | 0.001* | Physical fitness group with HIIT | -1.26 | 0.554 |
| | | | Physical fitness group with Crossfit | -4.51 | 0.001* |
| | | | Physical fitness group with HIIT+ Crossfit | -4.06 | 0.001* |
| SpO2 | 4.693 | 0.007* | Physical fitness group with HIIT | -0.40 | 0.877 |
| | | | Physical fitness group with Crossfit | -0.70 | 0.563 |
| | | | Physical fitness group with HIIT+ Crossfit | -1.90 | 0.006* |
| Speed | 3.685 | 0.02* | Physical fitness group with HIIT | 0.54 | 0.434 |
| | | | Physical fitness group with Crossfit | 0.126 | 0.984 |
| | | | Physical fitness group with HIIT+ Crossfit | 1.06 | 0.024* |
| Agility | 5.84 | 0.002* | Physical fitness group with HIIT | 0.35 | 0.347 |
| | | | Physical fitness group with Crossfit | 0.41 | 0.211 |
| | | | Physical fitness group with HIIT+ Crossfit | 0.87 | 0.001* |
| Muscular endurance | 5.29 | 0.004* | Physical fitness group with HIIT | -2.90 | 0.417 |
| | | | Physical fitness group with Crossfit | -2.50 | 0.544 |
| | | | Physical fitness group with HIIT+ Crossfit | -7.30 | 0.002* |

**MAIN COMPARISION to the SIMILAR STUDIES**

The findings of the present study are in line with some studies that show that CrossFit exercises can lead to improvement of cardiac and respiratory index [14, 18]. *Mcweeny et al*. reported that as little as six weeks of CrossFit training can produce significant changes in physical fitness, and significant improvements occur with longer training sessions [14]. ... [21-24]. *Azali Alamdari and Armanfar* have stated that 8 weeks of intense interval training, compared to resistance training and endurance training, has a significant effect on the cardiorespiratory fitness (maximum oxygen consumption) of young male athletes [24]. *Rahmati* et al. also stated in their research that six weeks of intense intermittent training caused a significant increase in the maximum oxygen consumption of overweight boys [25]. ... [28-26]. The findings of the present study showed that after eight weeks of exercise interventions (Crossfit, HIIT and common physical fitness exercises), muscle endurance, speed and agility in the intragroup analysis of the HIIT, CrossFit and HIIT+ CrossFit groups had a significant effect compared to the physical fitness group in the post-test. Of course, muscle endurance was also significant in the physical fitness group, but comparing the pre-test and post-test averages of the groups, its effect was low compared to other groups. Also, there was a significant difference between the groups of physical fitness with CrossFit and physical fitness with HIIT+ CrossFit. This finding indicates that if the military forces participate in Crossfit and HIIT exercises at the same time, their muscular endurance, speed and agility can improve better. This finding is consistent with the studies of *Michalski* et al., *Smith* et al., as well as the study of *Ghanbarzadeh* [20, 29, 30]. *Michalski* et al. have shown male and female participants that CrossFit training increases the level of physical fitness factors [29]. *Smith* et al have shown in their research that muscular and aerobic endurance increases after CrossFit training [30]. *Ghanbarzadeh* et al investigated the effect of a period of intense interval training on the physical fitness factors of military forces [20]. The results of this study have shown that intense interval training can improve physical fitness factors [20]. Research has shown that CrossFit training and intense training can increase speed, endurance and muscle strength compared to old training methods [11, 31]. ..... [34-32].

**SUGGESTIONS**

It is suggested to use up-to-date and attractive exercises such as Crossfit and HIIT instead of common physical fitness exercises. Finally, according to the findings, the present study was the first study that included two exercises, CrossFit and HIIT, simultaneously in the exercise program of the subjects. However, understanding the effects of CrossFit and HIIT combined exercises requires different and more research.

**LIMITATIONS**

The present study had limitations, among which we can point out the lack of measurement of body fat indices and muscle injuries. Therefore, it is suggested to address this research limitation in future studies.

**CONCLUSIONS**

Based on the findings of the current research, it seems that Crossfit and intense interval training have a better effect on health indicators (arterial blood oxygen, cardiorespiratory fitness, muscle endurance, speed and muscle agility)

compared to common physical fitness exercises the combination of Crossfit exercises and intense interval shows the most effect in military students. Therefore, these exercises can be used as new exercises to increase health and fitness indicators in military centres.

**Clinical & Practical Tips in Police Medicine**

Considering the importance of health and fitness in the employees and students of police command to establish and maintain security at the community and country level, Crossfit and intense interval exercises can be used to increase fitness and health factors in a shorter period with greater efficiency.

**Acknowledgements**

This article was taken from the implementation of a research project at Imam Ali Army Officers University. We thank the subjects and all those who helped in the research.

**Conflict of Interest**

The authors state that there is no conflict of interest in the present study.

**Funding Sources**

The present study was carried out with the cooperation of the Research Vice-Chancellor of Imam Ali Army Officers University and the researchers themselves.

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2022;11(1):e38

نشریه طب انتظامی

مقاله اصیل

دسترسی آزاد

# مقایسه تأثیر هشت هفته تمرینات کراس فیت و اینتروال شدید با تمرینات رایج آمادگی جسمانی بر برخی فاکتورهای مرتبط با سلامت و عملکرد دانشجویان نظامی

سجاد محمدیاری[1*] PhD، یوسف صابری[2] PhD

[1] گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران.
[2] گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

## چکیده

**اهداف:** شناسایی و استفاده از روش‌های تمرینی اثرگذار، نقش اساسی در سلامت افراد به ویژه نظامیان دارد. لذا هدف پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین کراس فیت و اینتروال شدید با تمرینات آمادگی جسمانی بر فاکتورهای مرتبط با سلامت و عملکردی (اشباع اکسیژن سرخرگی، آمادگی قلبی و تنفسی، استقامت عضلانی، سرعت و چابکی) دانشجویان نظامی بود.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش به صورت تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون میان دانشجویان سال دوم دانشگاه افسری در سال ۱۴۰۰ انجام شد. ۴۰ دانشجو به صورت نمونه‌گیری در دسترس و به صورت داوطلبانه شرکت کردند. نمونه‌ها به صورت تصادفی به چهار گروه تمرین کراس فیت (۱۰ نفر)، تمرینات اینتروال شدید (۱۰ نفر)، تمرینات ترکیبی کراس فیت و اینتروال شدید (۱۰ نفر) و گروه تمرینات آمادگی جسمانی (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرینی هر کدام در یک برنامه تمرینی هشت‌هفته‌ای که هر هفته شامل چهار جلسه در هفته بود، شرکت کردند. جهت برآورد فاکتورهای درصد اشباع اکسیژن خون ($SPO_2$)، حداکثر اکسیژن مصرفی ($VO_2max$)، استقامت عضلانی، سرعت و چابکی به ترتیب با استفاده از پالس اکسی‌متر، آزمون پله کوئین، آزمون دراز و نشست، آزمون ۴۵ متر سرعت و چابکی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل و انجام آزمون‌های آماری از نرم افزار SPSS 20 در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

**یافته‌ها:** نتایج درون‌گروهی نشان داد، حداکثر اکسیژن مصرفی، درصد اشباع اکسیژن خون، استقامت عضلانی، چابکی و سرعت در گروه‌های HIIT، کراس فیت و +HIIT کراس فیت نسبت به پیش‌آزمون تفاوت معناداری داشت؛ به طوری که به ترتیب گروه +HIIT کراس فیت، کراس فیت و HIIT بیشترین اثرگذاری را نسبت به تمرینات آمادگی جسمانی داشت ($p<0/05$). همچنین مقایسه بین گروهی نشان داد که حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های آمادگی جسمانی با کراس فیت و آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت تفاوت معناداری داشت ($p<0/001$). درصد اشباع اکسیژن خون ($p=0/006$)، سرعت ($p=0/024$)، چابکی ($p=0/001$) و استقامت عضلانی ($p=0/002$) بین گروه‌های آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت تفاوت معناداری داشت.

**نتیجه‌گیری:** به طور کلی با توجه به نتایج مطالعه حاضر، احتمالاً تمرینات کراس فیت و HIIT نسبت به تمرینات رایج آمادگی جسمانی اثرگذاری بهتری بر فاکتورهای سلامت و عملکرد دانشجویان نظامی دارد.

**کلیدواژه‌ها:** $SPO_2$، اینتروال شدید، سلامت، نظامی

نحوه استناد به مقاله:

Mohammadyari S, Saberi Y. *Comparison of the Effect of Eight Weeks of CrossFit and High-Intensity Interval Training with Common Physical Fitness Training on Some Factors Related to the Health and Performance of Military Students.* J Police Med. 2022;11(1):e38.

نویسنده مسئول*:

آدرس پستی: تهران، خیابان امام خمینی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، دانشکده علوم پایه
تلفن: ۰۲۱-۶۶۹۵۵۰۴۱
پست الکترونیکی:
mohammadyari.s@gmail.com

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۲
پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۳
انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۱۶

Copyright © 2022, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2022;11(1):e38





## مقدمه

سلامتی به عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان زندگی انسان محسوب می‌شود. میزان اهمیت افراد به سلامت در نحوه مراقبت از خود و دستیابی به درجات بالاتری از سطوح سلامت مؤثر است و موجب ارتقای سلامت می‌شود [۱]. با توجه به نقش و توان انسان در استفاده از عوامل قدرت برای حفظ و گسترش قدرت ملی، مهم‌ترین بعد توان و قدرت را عوامل انسانی تشکیل می‌دهند. از این رو حیاتی‌ترین منبع یک کشور، منابع انسانی آن است و حفظ سلامت جسمی انسان‌های یک جامعه از مهم‌ترین راهبردهای هر کشور است؛ به طوری که بیشترین سرمایه‌گذاری‌ها برای ارتقای سلامت انسان‌ها و کاهش درد ناشی از بیماری‌های طبیعی یا آسیب‌های ناشی از جنگ و تهاجم با تسلیحات متعارف و نامتعارف است [۲]. نیروهای نظامی، پاسداری از مرز کشورها را به عهده دارند. بر این اساس ضروری است همواره از آمادگی مناسب و سلامت کامل برخوردار باشند. ماهیت و مأموریت‌های خاص نیروهای مسلح ایجاب می‌کند که سازمان‌ها همواره از پویایی و کارایی مطلوب برخوردار باشند [۲]. از طرفی نوع آمادگی جسمانی متناسب با ماهیت کاری در نیروهای مسلح (نیروی پلیس، نیروی‌های برون‌مرزی و غیره) دارای اهمیت خاصی است [۳]. به طور مثال در نیروهای پلیس به دلیل ماهیت شغلی، ازجمله حجم بالای کاری و احتمال درگیری، نیازمند توجه بیشتر به استقامت و قدرت عضلانی است [۴]. در نیروهای زمینی ارتش نیز به دلیل حجم بالای کاری و قرار گرفتن در انواع محیط (جنگل، کوه، دشت) و خطرات مختلف، نیازمند توجه بیشتر به استقامت، چابکی و سرعت هستند. همچنین بدنه اصلی نیروهای نظامی، در سنین متوسط عمر قرار دارند. بنابراین بروز مشکلات و عوارض مختلف جسمی در بین آنها قابل انتظار است [۵]. این امر مستلزم این است که با به کارگیری بهترین شیوه‌های تمرینی به این مهم دست یابند [۶].

برای گسترش سلامت و اجزای خاص آمادگی جسمانی می‌توان فعالیت ورزشی را به طور منظم و سازمان‌یافته اجرا کرد. جلسات تمرینات ورزشی باید تحریک لازم را برای گسترش اجزای آمادگی جسمانی تأمین کنند و این جلسات باید شرایطی را فراهم آورند که وقتی بدن در معرض آنها قرار می‌گیرد، عملکرهای معینی توسعه یابند [۳]. یکی از این روش‌های تمرینی که مورد توجه محققین قرار گرفته است، تمرینات اینتروال شدید (HIIT) یا تمرینات تناوبی شدید است. تمرینات تناوبی شدید، به ست‌های تکراری نسبتاً کوتاه با شدتی نزدیک به بیشینه (شدتی که حداکثر اکسیژن مصرفی به‌دست می‌آید)، گفته می‌شود [۷]. از تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از تمرینات HIIT می‌توان به افزایش غلظت سوبستراهای در دسترس عضله، تغییر در فعالیت‌های آنزیمی، افزایش نشانگرهای بیوژنز متوکندریایی، بهبود ظرفیت تامپونی (بافری) عضله اشاره کرد. همچنین افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، فرکانس و همزمانی واحدهای حرکتی از دیگر مزایای تمرینات HIIT است که در نهایت، سبب افزایش نیرو، کارایی و هماهنگی عضلانی می‌شوند. بنابراین با بکارگیری این تمرینات می‌توان دامنه وسیعی از سازگاری‌های متابولیکی و عملکردی را انتظار داشت [۸]. در همین راستا *نیکرو* و همکاران با مطالعه ۵۰ نظامی ۱۹ تا ۲۳ساله و مقایسه نتایج بعد از هشت هفته دوی هوازی تداومی و تناوبی، گزارش کرده‌اند که تمرینات تناوبی درصد چربی و شاخص توده بدنی را بهبود و اکسیژن مصرفی بیشینه را افزایش می‌دهد و انجام آن را در نیروهای نظامی توصیه کرده‌اند [۹]. همچنین *Ngasa* و همکاران، تأثیر ۶ ماه تمرینات اینتروال شدید را روی سربازان نظامی دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار داده‌اند که نتایج آنها افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش شاخص‌های فشار خون را نشان داده‌اند [۱۰].

از طرفی در اواخر دهه ۱۹۹۰ مدیر دانشکده آمادگی جسمانی ارتش ایالات متحده امریکا ابراز کرد که تمرین آمادگی جسمانی فعلی ارتش، مهارت‌های لازم (مهارت‌های بی‌هوازی مانند چابکی و قدرت و سرعت) برای رزم را به طور دقیق اندازه‌گیری نمی‌کند. در پاسخ به این یافته‌ها، دانشکده آمادگی جسمانی در تمرینات آمادگی جسمانی تغییراتی ایجاد کرد. اولین تغییر، استفاده از تمرینات عملکردی و تغییر در آمادگی مبارزات بود [۱۱]. این امر باعث شکل‌گیری تمرینات کراس فیت شد که نمایانگر آمادگی جسمانی کاربردی بود. علاوه بر کاربردهای این سبک تمرینی در ارتش، بسیاری از افراد، محبوبیت برنامه کراس فیت را به دلیل سادگی و تنوع آن می‌دانند [۱۲]. سربازان در محیط‌های مستقر نظامی یا سخت دریافته‌اند که برنامه کراس فیت به دلیل اینکه به تجهیزات زیاد یا دویدن مسافت طولانی متکی نیست، تقریباً در هر مکان قابل اجرا است. در همین راستا مطالعه *Paine* و همکاران بر روی سربازان ایالت متحده نشان داده است، برنامه کراس فیت و سایر برنامه‌های آمادگی جسمانی، ارتش ایالت متحده را با موقعیت‌های بی‌نظیری برای بهبود سطوح آمادگی جسمانی سربازان مواجه کرده است. در این مطالعه، پس از تنها شش هفته تمرین با استفاده از برنامه کراس فیت، به طور متوسط ورزشکاران ۲۰ درصد سطح آمادگی جسمانی خود را افزایش داده‌اند [۱۳]. *Michalski* و همکاران نشان داده‌اند، شش هفته تمرین کراس فیت، تأثیر معناداری بر آمادگی بدنی ایجاد می‌کند [۱۴].

از طرفی آسیب‌دیدگی ناشی از تمرینات بدنی در بین پرسنل نظامی یک مشکل اساسی است [۱۵]. با این وجود اغلب گفته می‌شود که یک برنامه آمادگی جسمانی بدون آسیب، یک برنامه آمادگی جسمانی ناکارآمد است [۱۶]. مطالعات علمی زیادی به طور متقاعدکننده‌ای اثبات کرده است که حجم بالای تمرین، به ویژه حجم بالای دویدن، یکی از مهم‌ترین و ثابت‌ترین پیش‌بینی‌کننده آسیب‌های تمرینی است [۱۶]. برخی مطالعات تأثیر تمرین کراس فیت بر عملکرد را مشابه سایر برنامه‌های سنتی عنوان کرده‌اند [۱۷]. در حالی که بیشتر مطالعات تأثیر معنادار این روش تمرینی در مقایسه با تمرینات رایج آمادگی جسمانی را نشان داده‌اند [۱۸]. الگوی تمرینات کراس فیت و اینتروال شدید ممکن است در بهبود اندازه‌های سلامتی و عملکرد فیزیولوژیکی مفید باشد [۱۹]. کسانی که در تمرین کراس فیت و اینتروال شدید شرکت کرده‌اند، پیشرفت‌هایی در قدرت، ظرفیت هوازی و بی‌هوازی و توان خروجی نشان داده‌اند. تمرینات کراس فیت و اینتروال شدید همچنین متغیرهای سلامتی (ترکیب بدن، حجم

و ظرفیت‌های ریوی، فشار خون سیستولی و دیاستولی و ضربان قلب استراحتی) را بهبود می‌بخشد [۱۹]. با توجه به اهمیت سطح آمادگی جسمانی و مؤلفه‌های سلامت در افراد نظامی، بکارگیری بهترین نوع تمرین برای رسیدن به اهداف ذکرشده و مقایسه تمرینات کراس فیت و اینتروال شدید با تمرینات رایج آمادگی جسمانی بر فاکتورهای منتخب آمادگی جسمانی و سلامتی، ضروری است.

بنابراین با توجه به مطالب ذکرشده اعم از آمادگی جسمانی افراد نظامی در پاسداری و حفظ کشور، به نظر می‌رسد تمرینات سنتی به دلیل اینکه آمادگی لازم را در بالاترین سطح ایجاد نمی‌کنند و با توجه به این مسئله که باید از تمریناتی استفاده گردد که بهترین کاربرد را در کمترین زمان ممکن داشته باشد و نیروی نظامی را با حفظ کامل در فاکتورهای مربوط به سلامت به بالاترین سطح ممکن از سلامتی برساند، بنابراین انتخاب نوع تمرین می‌تواند در این راستا اثرگذاری بهتری داشته باشد. پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر تمرینات نوین کراس فیت و HIIT با تمرینات آمادگی جسمانی بر فاکتورهای مرتبط با سلامت و عملکردی (اکسیژن اشباع سرخرگی، آمادگی قلبی و تنفسی، استقامت عضلانی، سرعت و چابکی) دانشجویان نظامی بود.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع تجربی و طرح آن به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. جامعه آماری شامل دانشجویان سال دوم دانشگاه افسری امام علی (ع) در سال ۱۴۰۰ بود که بر اساس نمونه‌گیری در دسترس و به صورت داوطلبانه، ۴۰ نفر (بر اساس فرمول کوکران) با دامنه سنی ۲۵-۱۹ سال، انتخاب شدند. تمام افراد جامعه آماری مذکر بودند. معیارهای ورود به مطالعه، دانشجوی سال دوم دانشگاه افسری، عدم ابتلا به بیماری‌های تنفسی، التهابی، قلبی-عروقی، کلیوی و سایر بیماری‌های مزمن و شرکت منظم در برنامه‌های تمرینی بود. پس از ثبت پروپوزال در معاونت پژوهشی، طی یک جلسه اهداف، روش کار تحقیق شرح داده شد. سپس فرم رضایت‌نامه تکمیل و اخذ گردید. آزمودنی‌ها پس از احراز شرایط ذکرشده، در قالب طرح نیمه تجربی به صورت تصادفی به چهار گروه تمرین کراس فیت (۱۰ نفر)، تمرینات اینتروال شدید یا HIIT (۱۰ نفر)، تمرینات ترکیبی (+HIIT کراس فیت، ۱۰ نفر) و گروه تمرینات آمادگی جسمانی (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرینی هر کدام در یک برنامه تمرینی هشت‌هفته‌ای که هر هفته شامل چهار جلسه و هر جلسه یک ساعت به طول انجامید، شرکت کردند. بعد از انتخاب آزمودنی‌ها، فاکتورهای منتخب آمادگی جسمانی (سرعت (با استفاده از آزمون ۴۵ متر سرعت)، استقامت عضلانی (با استفاده از آزمون دراز و نشست)، چابکی (با استفاده از آزمون ۴ در ۹)) در حالت پیش‌آزمون صورت گرفت. همچنین برای اندازه‌گیری آمادگی قلبی-تنفسی از تست پله کوئین و برای برآورد اکسیژن خون شریان ($SPO_2$) از پالس‌اکسی‌متر استفاده شد. تست پله کوئین برای مردان به این صورت است که هر آزمودنی، پله‌ای با ارتفاع ۱۴/۳ سانتی‌متر را با ریتم ۴۲ پله در هر دقیقه با شنیدن آهنگ مترونوم، بالا و پایین می‌رود. پس سه دقیقه بالا و پایین رفتن با ریتم تعیین‌شده، ضربان قلب اندازه‌گیری شده و در فرمول زیر جاگذاری و حداکثر اکسیژن مصرفی می‌آید.

(ضربان قلب×۰/۴۲) - ۱۱۱/۱۳=VOmax در مردان

در ادامه آزمودنی‌های ۴ گروه به مدت هشت هفته به اجرای برنامه تمرینات تخصصی خود پرداختند و در پایان هفته هشتم نیز بار دیگر متغیرهای وابسته مورد مطالعه مثل شرایط پیش‌آزمون در پس‌آزمون نیز اندازه‌گیری شد.

**پروتکل‌های تمرینی**

برنامه تمرین HIIT شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن و ۳۰ دقیقه تمرین تخصصی (۴ ست پروتکل Rast که تا هفته هشتم به ۶ ست رسید و بین هر ست ۴ دقیقه استراحت بود) و در نهایت ۱۰ دقیقه سرد کردن بود [۲۰].

تمرینات کراس فیت شامل سه بخش: کاردیو، حرکات ژیمناستیک و حرکات با وزن بدن و وزنه بود که ۴ جلسه در هفته به صورت ترکیب بخش‌ها یا به صورت مجزا صورت گرفت (جدول ۱) [۱۳].

جدول ۱) پروتکل تمرینی کراس فیت

| ایام هفته / هفته | شنبه | یکشنبه | دوشنبه | سه شنبه | چهارشنبه | پنج‌شنبه | جمعه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | حرکات تمرینی | حرکات تمرینی | استراحت | حرکات تمرینی | حرکات تمرینی | استراحت | استراحت |
| اول | M | GW | - | MG | W | - | - |
| دوم | MG | MGW | - | W | M | - | - |
| سوم | M | GW | - | MG | W | - | - |
| چهارم | MGW | W | - | GW | MG | - | - |
| پنجم | GW | M | - | MG | MGW | - | - |
| ششم | M | GW | - | W | MG | - | - |
| هفتم | MG | W | - | M | GW | - | - |
| هشتم | M | MGW | - | GW | MG | - | - |

M = تمرین هوازی

G = حرکات ژیمناستیکی (حرکات کششی قدرتی)

W = حرکات با وزن بدن و وزنه

تمرینات رایج جسمانی نیز شامل تمریناتی بود که به صورت رایج در دانشگاه توسط مربیان آمادگی جسمانی به صورت چهار جلسه در هفته اجرا شد.

**ملاحظات اخلاقی:** مطالعه حاضر با رعایت تمامی موارد اخلاق در پژوهش و حفظ اطلاعات آزمودنی‌ها با شماره پژوهشی ۹۹/۱۹۷/۳/۱۷۸۶ صورت گرفت.

**تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:** پس از جمع‌آوری داده‌های خام برای آزمون فرضیه‌های تحقیق از روش‌های آمار استنباطی استفاده شد. ابتدا با آزمون شاپیرو ویلک، نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. برای بررسی تفاوت درون‌گروهی از آزمون تی همبسته و برای اثرگذاری بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه با آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل و انجام آزمون‌های آماری از نرم‌افزار SPSS 20 در سطح

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2022;11(1):e38





معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

## یافته‌ها

نتایج مربوط به یافته‌های توصیفی نشان داد که سن گروه آمادگی جسمانی، HIIT، کراس فیت و +HIIT کراس فیت به ترتیب شامل ۲۱/۶۰±۱/۰۷، ۲۱/۳۰±۱/۳۳، ۲۱/۱۰±۱/۱۹ و ۲۲/۲۰±۰/۹۱ سال بود. نتایج مربوط به مقایسه درون‌گروهی با استفاده از آزمون تی همبسته متغیرهای مورد مطالعه نشان داد که اکسیژن مصرفی بیشینه، $SPO_2$، استقامت عضلانی، چابکی و سرعت در گروه‌های HIIT، کراس فیت و +HIIT کراس فیت پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون تفاوت معناداری داشت. در این سه گروه، اکسیژن مصرفی بیشینه، $SPO_2$ و استقامت عضلانی پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنادار و چابکی و سرعت کاهش معناداری داشت (p<۰/۰۵). از طرفی نتایج درون گروهی در گروه آمادگی جسمانی در هیچ‌یک از متغیرهای مورد مطالعه به جز استقامت عضلانی معنادار نبود (p<۰/۰۵). همچنین با مقایسه میانگین پیش و پس‌آزمون گروه‌های مورد مطالعه، بیشترین اثرگذاری مربوط به گروه ترکیبی (+HIIT کراس فیت) بود (جدول ۲). نتایج مقایسه بین گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد، گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری با یکدیگر داشتند (p<۰/۰۵). همچنین نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که اکسیژن مصرفی بیشینه در گروه‌های آمادگی جسمانی با کراس فیت و آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت تفاوت معناداری داشت (p=۰/۰۰۱). $SPO_2$، سرعت، چابکی و استقامت عضلانی بین گروه‌های آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت تفاوت معناداری داشتند (p<۰/۰۵) (جدول ۳).

## بحث

جدول ۲) میانگین متغیرهای توصیفی، فیزیولوژیکی و مقایسه میانگین درون‌گروهی (آزمون تی همبسته) گروه‌های مورد مطالعه

| متغیر | گروه آمادگی جسمانی (M±SD) | | گروه HIIT (M±SD) | | گروه کراس فیت (M±SD) | | گروه ترکیبی (M±SD) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون |
| $VO_2max$ (ml/kg/min) | ۴۱/۵۰±۱/۵۰ | ۴۲/۴۴±۱/۷۵ | ۴۲/۴۰±۲/۰۱ | ۴۳/۷۰±۱/۷۱ | ۴۳/۵۵±۱/۸۶ | ۴۶/۹۵±۱/۴۹ | ۴۲/۳۰±۲/۴۵ | ۴۶/۵۰±۳/۱۳ |
| | p-value= ۰/۰۵۷ | | ❋p-value= ۰/۰۰۹ | | ❋p-value= ۰/۰۰۲ | | ❋p-value = ۰/۰۰۱ | |
| $SPO_2$ (درصد) | ۹۶/۹۰±۰/۷۳ | ۹۷/۰۰±۱/۲۴ | ۹۶/۵۰±۱/۰۸ | ۹۷/۴۰±۱/۴۲ | ۹۶/۶۰ ±۱/۰۷ | ۹۷/۷۰±۱/۱۵ | ۹۶/۲۰±۱/۳۹ | ۹۸/۹۰±۰/۸۰ |
| | p–value = ۰/۶۷۸ | | ❋ p-value = ۰/۰۱۰ | | ❋ p-value = ۰/۰۰۳ | | ❋ p-value = ۰/۰۰۱ | |
| استقامت عضلانی (تعداد) | ۳۷/۳۰±۳/۳۶ | ۳۸/۶۰±۴/۱۶ | ۳۹/۸۰±۳/۱۹ | ۴۱/۵۰±۳/۳۴ | ۳۹/۲۰±۵/۶۵ | ۴۱/۱۰±۵/۲۵ | ۳۸/۸۰±۳/۸۵ | ۴۵/۹۰±۳/۶۶ |
| | ❋ p-value = ۰/۰۲۸ | | ❋ p-value = ۰/۰۰۶ | | ❋ p-value = ۰/۰۲۷ | | ❋ p-value = ۰/۰۰۱ | |
| چابکی (ثانیه) | ۹/۸۷±۰/۵۵ | ۹/۶۹±۰/۴۳ | ۹/۸۱±۰/۵۹ | ۹/۳۳±۰/۴۹ | ۹/۶۰±۰/۶۰ | ۹/۲۷±۰/۴۸ | ۹/۷۹ ±۰/۵۳ | ۸/۸۱±۰/۴۶ |
| | p-value = ۰/۰۵۱ | | ❋ p-value = ۰/۰۱۵ | | ❋ p-value = ۰/۰۳۳ | | ❋ p-value = ۰/۰۰۱ | |
| سرعت (ثانیه) | ۹/۱۰±۰/۷۶ | ۹/۰۵±۰/۷۴ | ۹/۰۳±۱/۰۲ | ۸/۵۱±۰/۸۴ | ۹/۶۱±۰/۹۳ | ۸/۹۳±۰/۹۸ | ۹/۰۷±۰/۷۶ | ۷/۹۹±۰/۵۱ |
| | p-value = ۰/۵۰۵ | | ❋ p-value = ۰/۰۰۱ | | ❋ p-value = ۰/۰۰۱ | | ❋ p-value = ۰/۰۰۱ | |

*تفاوت معنادار درون‌گروهی

جدول ۳) نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی برای گروه‌های مورد مطالعه

| متغیر | آزمون تحلیل واریانس | | آزمون تعقیبی توکی | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | F | p-value | مقایسه گروه آمادگی جسمانی با گروه‌های HIIT، کراس فیت و ترکیبی | اختلاف میانگین | p-value |
| $VO_2max$ | ۱۰/۴۸ | ❋۰/۰۰۱ | گروه آمادگی جسمانی با HIIT | -۱/۲۶ | ۰/۵۵۴ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با کراس فیت | -۴/۵۱ | ❋۰/۰۰۱ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت | -۴/۰۶ | ❋۰/۰۰۱ |
| $SPO_2$ | ۴/۶۹۳ | ❋۰/۰۰۷ | گروه آمادگی جسمانی با HIIT | -۰/۴۰ | ۰/۸۷۷ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با کراس فیت | -۰/۷۰ | ۰/۵۶۳ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت | -۱/۹۰ | ❋۰/۰۰۶ |
| سرعت | ۳/۶۸۵ | ❋۰/۰۲ | گروه آمادگی جسمانی با HIIT | ۰/۵۴ | ۰/۴۳۴ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با کراس فیت | ۰/۱۲۶ | ۰/۹۸۴ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت | ۱/۰۶ | ❋۰/۰۲۴ |
| چابکی | ۵/۸۴ | ❋۰/۰۰۲ | گروه آمادگی جسمانی با HIIT | ۰/۳۵ | ۰/۳۴۷ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با کراس فیت | ۰/۴۱ | ۰/۲۱۱ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت | ۰/۸۷ | ❋۰/۰۰۱ |
| استقامت عضلانی | ۵/۲۹ | ❋۰/۰۰۴ | گروه آمادگی جسمانی با HIIT | -۲/۹۰ | ۰/۴۱۷ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با کراس فیت | -۲/۵۰ | ۰/۵۴۴ |
| | | | گروه آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت | -۷/۳۰ | ❋۰/۰۰۲ |

❋تفاوت معنادار بین‌گروهی

هدف پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین کراس فیت و اینتروال شدید با تمرینات آمادگی جسمانی بر فاکتورهای مرتبط با سلامت (اکسیژن اشباع سرخرگی، اکسیژن مصرفی بیشینه، استقامت عضلانی، سرعت و چابکی) دانشجویان نظامی بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پس از هشت هفته مداخلات تمرینی، $SPO_2$ و آمادگی قلبی و تنفسی در بررسی درون‌گروهی گروه‌های HIIT، کراس فیت و +HIIT کراس فیت در مقایسه با گروه آمادگی جسمانی اثر معناداری در پس‌آزمون داشت و همچنین در مقایسه بین گروهی گروه‌های آمادگی جسمانی با کراس فیت و آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت، تفاوت معناداری داشت. کراس فیت مبتنی بر پایه تمرینات مختلف تک ساختاری (دو، پارو زدن و غیره)، تمرینات وزن بدن (شنای سوئدی، اسکات و غیره) و کار با وزنه (پرس سرشانه، لیفت مرده و غیره) است [۲۱] و به دلیل اجرای راحت و در زمان کم، تجهیزات اندک، ارزان و قابل تهیه، درگیر کردن گروه‌های عضلانی بیشتر و قابلیت تعدیل نسبت به سطوح مختلف آمادگی جسمانی، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد [۲۲]. یافته‌های پژوهش حاضر با برخی از پژوهش‌ها که نشان می‌دهند، تمرینات کراس فیت می‌تواند منجر به بهبود شاخص قلبی و تنفسی شود [۱۴، ۱۸]، همسو است. *Mcweeny* و همکاران گزارش کرده‌اند که حداقل شش هفته تمرین کراس فیت می‌تواند تغییرات قابل توجهی در آمادگی بدنی ایجاد کند و با طولانی‌تر شدن تمرینات، بهبود قابل توجهی می‌تواند اتفاق بیافتد [۱۴]. اگرچه هنوز سازوکارهای فیزیولوژیکی مرتبط با تغییرات مشاهده در آمادگی بدنی پس از تمرینات کراس فیت مشخص نشده است، اما احتمالاً ویژگی تمرین در سازگاری‌های متابولیکی مشاهده‌شده در این تغییرات، می‌تواند نقش داشته باشد [۲۳]. بنابراین، کراس فیت می‌تواند سازگاری‌های متفاوتی نسبت به سایر برنامه‌های تمرینی داشته باشد. با این حال، درک اثرات تمرین کراس فیت بر آمادگی جسمانی و فاکتورهای سلامتی، نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. همچنین تمرینات اینتروال شدید یکی از تمرینات به روز در زمینه اثرگذاری بر شاخص‌های سلامت است [۲۴]. *آزالی علمداری* و *آرمانفر* بیان کرده‌اند که ۸ هفته تمرین تناوبی شدید، در مقایسه با تمرین مقاومتی و تمرین استقامتی، تأثیر معناداری بر آمادگی قلبی و تنفسی (حداکثر اکسیژن مصرفی) مردان جوان ورزشکار دارد [۲۴]. رحتمی و همکاران نیز در پژوهش خود عنوان کرده‌اند که شش هفته تمرین تناوبی شدید، موجب افزایش معنادار اکسیژن مصرفی بیشینه پسران دارای اضافه وزن شده است [۲۵]. از مکانیسم‌های بالقوه اثرگذار در زمینه اثرگذاری تمرینات اینتروال شدید و کراس فیت بر آمادگی قلبی و تنفسی (حداکثر اکسیژن مصرفی) در مطالعه حاضر احتمالاً تغییرات عوامل قلب و عروقی [۲۶] و افزایش سطح میوگلوبین است [۲۷]. افزایش نقل و انتقال اکسیژن به عضلات اسکلتی ناشی از بهبود عواملی ازجمله حجم ضربه‌ای، بهبود دانسیته مویرگی و میتوکندریایی است [۲۰]. همچنین از مکانیسم‌های احتمالی اثرگذار تمرینات اینتروال شدید و کراس فیت بر اکسیژن مصرفی، عوامل متابولیکی است [۲۸]. از نظر متابولیکی افزایش اکسیژن مصرفی در تمرینات ورزشی، به افزایش تولید ATP می‌توان اشاره کرد. افزایش تولید ATP توسط تخریب فسفوکراتین و گلیکوژنولیز عضلانی در طی HIIT رخ می‌دهد که عاملی برای افزایش اکسیژن مصرفی در بافت‌ها و شریان‌ها است [۲۸].

به طور کلی سازگاری و بهبود اکسیژن مصرفی بعد از مداخلات ورزشی با عوامل قلبی (افزایش حجم پایان دیاستولی، کسر تزریقی، کاهش مقاومت عروقی محیط، برون‌ده قلبی، افزایش حجم خون)، افزایش ظرفیت هوازی عضلات اسکلتی (از طریق افزایش جریان خون محیطی)، دستگاه انرژی هوازی عضله و سازگاری عملکردی و ساختاری و افزایش توان اکسایشی عضلات اسکلتی ارتباط دارد [۲۰] که می‌توانند به عنوان عوامل اثرگذار تمرینات اینتروال شدید و کراس فیت در بهبود اکسیژن مصرفی باشند.

همچنین یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پس از هشت هفته مداخلات تمرینی (کراس فیت، HIIT و تمرینات رایج آمادگی جسمانی)، استقامت عضلانی، سرعت و چابکی در بررسی درون‌گروهی گروه‌های HIIT، کراس فیت و +HIIT کراس فیت در مقایسه با گروه آمادگی جسمانی اثر معناداری در پس‌آزمون داشت که البته استقامت عضلانی در گروه آمادگی جسمانی نیز معنادار بود ولی با مقایسه میانگین پیش و پس‌آزمون گروه‌ها اثر آن نسبت به گروه‌های دیگر پایین بود و همچنین در مقایسه بین گروهی گروه‌های آمادگی جسمانی با کراس فیت و آمادگی جسمانی با +HIIT کراس فیت تفاوت معناداری داشت. این یافته نشانگر آن است که اگر نیروی نظامی هم‌زمان در دو تمرین کراس فیت و HIIT شرکت نمایند، استقامت عضلانی، سرعت و چابکی ایشان بهبود بهتری می‌تواند داشته باشد. این یافته با مطالعات *Michalski* و همکاران، *Smith* و همکاران و همچنین مطالعه قنبرزاده همسو است [۲۰، ۲۹، ۳۰]. *Michalski* و همکاران بر روی شرکت‌کنندگان زن و مرد نشان داده‌اند که تمرینات کراس فیت باعث افزایش سطح فاکتورهای آمادگی جسمانی می‌شود [۲۹]. Smith و همکاران در طی تحقیق خود نشان داده‌اند که استقامت عضلانی و هوازی بعد از تمرینات کراس فیت افزایش می‌یابد [۳۰]. قنبرزاده و همکاران طی پژوهشی اثر یک دوره تمرینات اینتروال شدید را بر روی فاکتورهای آمادگی جسمانی نیروهای نظامی مورد بررسی قرار داده است [۲۰]. نتایج این مطالعه نشان داده است که تمرینات اینتروال شدید توانسته، فاکتورهای آمادگی جسمانی را بهبود بخشد [۲۰]. تحقیقات نشان داده است که تمرینات کراس فیت و تمرینات شدید می‌تواند در مقایسه با روش‌های تمرینی قدیمی سرعت و استقامت و قدرت عضلانی را افزایش دهد [۱۱، ۳۱]. با مقایسه مطالعات ذکرشده با تحقیق حاضر، عوامل احتمالی در اثرگذاری تمرینات اینتروال شدید و کراس فیت را می‌توان به دو عامل مرتبط دانست: اولین عامل مربوط به وجود تمرینات مقاومتی در کراس فیت است که خود عاملی بر افزایش سرعت و قدرت عضلانی است [۱۱]. دومین عامل مربوط به سازگاری عصبی-عضلانی است که می‌تواند خستگی را کاهش و آستانه تحمل لاکتات را بالا برده و در نهایت استقامت عضلانی بهبود یابد [۳۲]. از طرفی سازگاری‌های فیزیولوژیکی

از جمله، کاهش تخریب کراتین فسفات، افزایش گلیکوژن عضلانی، افزایش فعالیت آنزیم گلیکولیتیک، بهبود ظرفیت بافری و تنظیم یونی احتمالاً در نتیجه تحقیق حاضر مؤثر بوده است [۳۳]. همچنین در مورد فاکتور چابکی تحقیقات نشان داده است که فعالیت‌های ورزشی با هماهنگی عصبی-عضلانی، افزایش سازگاری عصبی دوک‌های عضلانی، اندام‌های وتری گلژی و حس عمقی مفاصل سبب بهبود فاکتور چابکی می‌گردند [۳۴]. بنابراین برای رسیدن به سازگاری‌های فیزیولوژیکی بیشتر ناشی از این تمرینات کراس فیت و اینتروال شدید نیازمند تحقیقات بیشتر در این زمینه است.

در کل، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان عنوان کرد که ترکیب تمرینات کراس فیت و HIIT می‌تواند باعث بهبود فاکتورهای سلامتی و عملکردی نیروهای نظامی شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود به جای استفاده از تمرینات رایج آمادگی جسمانی، از تمرینات به روز و جذابی مثل کراس فیت و HIIT استفاده گردد. در نهایت، طبق پیشینه موجود، مطالعه حاضر اولین مطالعه‌ای بود که دو تمرین کراس فیت و HIIT را هم‌زمان در برنامه تمرینی آزمودنی‌ها گنجانده بود. با این حال، درک اثرات تمرینات ترکیبی کراس فیت و HIIT نیاز به پژوهش‌های مختلف و بیشتری دارد. مطالعه حاضر دارای محدودیت‌های بود که از جمله آنها می‌توان به عدم اندازه‌گیری شاخص‌های چربی بدن و آسیب‌های عضلانی اشاره کرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به این محدودیت پژوهشی پرداخته شود.

## نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد تمرینات کراس فیت و اینتروال شدید در مقایسه با تمرینات رایج آمادگی جسمانی اثرگذاری بهتری بر روی شاخص‌های سلامت (اکسیژن خون شریانی، آمادگی قلب و تنفسی، استقامت عضلانی، سرعت و چابکی عضلانی) دارد به طوری که ترکیب تمرینات کراس فیت و اینتروال شدید بیشترین اثرگذاری را در دانشجویان نظامی نشان می‌دهد. بنابراین از این تمرینات می‌توان به عنوان تمرینات جدید برای افزایش شاخص‌های سلامت و آمادگی جسمانی در مراکز نظامی استفاده کرد.

نکات بالینی و کاربردی در طب انتظامی: با توجه به اهمیت سلامت و آمادگی در کارکنان و دانشجویان فرماندهی انتظامی برای برقراری و حفظ امنیت در سطح جامعه و کشور، می‌توان از تمرینات کراس فیت و اینتروال شدید برای افزایش فاکتورهای آمادگی و سلامت در بازه زمانی کمتر با بازده بیشتر استفاده نمود.

تشکر و قدردانی: مقاله حاضر برگرفته از اجرای یک طرح پژوهشی در دانشگاه افسری امام علی (ع) بود. از آزمودنی‌ها و تمامی کسانی که در پژوهش کمک نمودند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

تعارض منافع: بدین‌وسیله نویسندگان مقاله تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در قبال مطالعه حاضر وجود ندارد.

سهم نویسندگان: سجاد محمدیاری و یوسف صابری سهم یکسانی در طراحی، اجرا، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها بر عهده داشتند. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله و بازنگری آن سهیم بودند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

منابع مالی: مطالعه حاضر با همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه افسری امام علی (ع) و خود پژوهشگران صورت گرفت.

## References

1. Bull C, Ansari S, Biddle S, Borodulin K, Buman M, Cardon G et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Br J Sports Med. 2020;54(24):1451-62. https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955
2. MacGregor A, Joseph A, Dougherty A. Prevalence of tinnitus and association with self-rated health among military personnel injured on combat deployment. Mil Med. 2020;185(9):1608-1614. https://doi.org/10.1093/milmed/usaa103
3. Shakibaee A, Rahimi M, Bazgir B, Asgari A. A review on physical fitness studies in military forces. EBNESINA. 2015;16(4):64-79. https://ebnesina.ajaums.ac.ir/article-1-339-en.html
4. Sahebzamani M, Mohammadi H. Changes in soldiers' aerobic fitness and muscle endurance during initial basic training of Iran military. Int J Appl Physiol. 2012;1(2). https://journaldatabase.info/articles/changes_soldiers_aerobic_fitness.html
5. Chaharbaghi Z, Fallah A. The relation between physical activity and the quality of life and well-being of the employees of the Tehran Police Headquarter with an emphasis on gender differences. J Police Med. 2022;11(1):e28. http://jpmed.ir/article-1-1098-en.pdf
6. Gholamimoghadam S, Mogharnasi M, Dehghani K. The effect of Spirulina supplementation and circuit resistance training (CRT) on plasma values of resistin, and some indicators of body composition of overweight, and obese Police Officers. J Police Med. 2021;10(3):149-58. http://jpmed.ir/article-1-994-en.pdf
7. Vasconcelos B, Protzen G, Galliano L, Kirk C, F. Vecchio F. Effects of high-intensity interval training in combat sports: a systematic review with meta-analysis. J Strength Cond Res. 2020;34(3):888-900. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003255
8. Jo A, Im Cho K, Park J, Im D, Choi J, Kim B. Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on epicardial fat thickness and endothelial function in hypertensive metabolic syndrome. Metab Syndr Disord. 2020;18(2):96-102. https://doi.org/10.1089/met.2018.0128
9. Nikroo H, Barancheshme A.The comparison of

effects of aerobic interval and continuous training program on maximal oxygen consumption, body mass index, and body fat percentage in officer students. J Mil Med. 2014;15(4):245-51. http://militarymedj.ir/browse.php?a_code=A-10-1038-1&slc_lang=en&sid=1

10. Ngasa K, Kusuayi G, Gustave M, Claude N. et al. Effects of interval training on the morpho-physiological parameters of hypertensive soldiers. Turk J Kinesiol. 2021;7(1):16-21. https://doi.org/10.31459/turkjkin.774678
11. Gianzina E, Kassotaki O. The benefits and risks of the high-intensity crossfit training. Sport Sci Health. 2019:21-33. https://doi.org/10.1007/s11332-018-0521-7
12. Yüksel O, Gündüz B, Kayhan M. Effect of crossfit training on jump and strength. J Edu Train Stud. 2018;7(1):121. http://dx.doi.org/10.11114/jets.v7i1.3896
13. Paine J, Uptgraft J, Wylie R. CrossFit study. Command and General Staff College. 2010 May:1-34. https://www.amazon.com/CrossFit-Study-2010-Ryan-Wylie/dp/1288437706
14. Mcweeny D, Boule N,Neto J, Kennedy M. Effect of high intensity functional training and traditional resistance training on aerobic, anaerobic, and musculoskeletal fitness improvement. J Physic Edu Sport. 2020;20(4):1791-1802. http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2020.04243
15. Matisek J. The danger of trump to civil-military relations. Cicero. 2016. 11p. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2912612
16. Pamplona D, Alves C. Does a fighter pilot live in the danger zone? A risk assessment applied to military aviation. Transport Res. 2020;5:e10. https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100114
17. Schlegel P. CrossFit® training strategies from the perspective of concurrent training: a systematic review. J Sport Sci Med. 2020;19(4):670-80. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7675627/
18. Bahremand M, Hakak Dokht E, Moazzami M. A comparison of CrossFit and concurrent training on myonectin, insulin resistance and physical performance in healthy young women. Arch Physiol Biochem. 2020;1-7. https://doi.org/10.1080/13813455.2020.1853173
19. Wu Z, Wang Z, Gao H, Zhou X, Fang H. Impact of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness, body composition, physical fitness, and metabolic parameters in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. Exp Gerontol. 2021;150:111345. https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111345
20. Ghanbarzadeh M. The effect of an intensity interval training (Hit) on the fitness and body composition of the military personnel. J Mil Med. 2017;18(4):367-74. http://militarymedj.ir/browse.php?a_id=1545&sid=1&slc_lang=en
21. Jacob N, Novaes J, Behm D, Vieira J, Dias M, Vianna J. Characterization of hormonal, metabolic, and inflammatory responses in CrossFit® training: A systematic review. Front physiol. 2020;11:1001. https://doi.org/10.3389/fphys.2020.01001
22. Murawska-Cialowicz E, Wojna J, Zuwala-Jagiello J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. J Physiol Pharmacol. 2015;66(6):811-21 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26769830/
23. Reilly T, Morris T, Whyte G. The specificity of training prescription and physiological assessment: A review. J Sport Sci. 2009;27(6):575-89. https://doi.org/10.1080/02640410902729741
24. Azali Alamdari K, Armanfar M. The effects of high intensity interval training (HIIT), endurance training and resistance training on serum insulin-like growth factor-1 Level, miRNA-133a and miRNA-1 expression and physical performance in male athletes. Sport Physiol Manage Invest. 2020;12(1):137-50. https://www.sid.ir/paper/222215/en
25. M. Rahmati, A. Kazemi, H. Kerendi, A. Sheibak. The effect of HIIT with supplementation of cinnamon on DPP4 concentration, insulin resistance, BMI and Vo2max in overweight boys. J Appl Exercise Physiol. 2019;15(29):119-32. sp.journals.umz.ac.ir/article_2225.html?lang=en
26. Fallahi A, Gaeini A, Kordi M, Nejatian M. The comparison effects of selected aerobic continues and interval exercise program on functional capacity of post coronary artery bypass graft surgery patients. Jrehab. 2011;12(3):24-33. https://rehabilitationj.uswr.ac.ir/browse.php?a_id=454&sid=1&slc_lang=en
27. Laursen B, Jenkins D. The scientific basis for high-intensity interval training. Sport Med. 2002;32(1):53-73. https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003
28. Trump M, Heigenhauser G, Putman C, Spriet L. Importance of muscle phosphocreatine during intermittent maximal cycling. J Appl Physiol. 1996;80(5):1574-80. https://doi.org/10.1152/jappl.1996.80.5.1574
29. Durkalec-Michalski K, Nowaczyk P, Siedzik K. Effect of a four-week ketogenic diet on exercise metabolism in CrossFit-trained athletes. J Int Soc Sport Nutr. 2019;16(1):16. https://doi.org/10.1186/s12970-019-0284-9
30. Smith M, Sommer A, Starkoff B, Devor S. Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. J Strength Cond Res. 2013;27(11):3159-72. https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318289e59f
31. Dexheimer J, Schroeder T, Sawyer B, Pettitt R, Aguinaldo A, Torrence W. Physiological performance measures as indicators of crossfit® performance. Sports. 2019;7(4):93. https://doi.org/10.3390/sports7040093

32. Mendez-Villanueva A, Hamer P, Bishop D. Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. Eur J appl Physiol. 2008;103(4):411-9. https://doi.org/10.1007/s00421-008-0723-9

33. Duffield R, Edge J, Bishop D. Effects of high-intensity interval training on the V˙ O2 response during severe exercise. J Sci Med Sport. 2006;9(3):246-55. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.03.014

34. Young W, McDowell M, Scarlett B. Specificity of sprint and agility training methods.J Strength Cond Res. 2001;15(3):315-9. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11710657/