

## The Effect of an Intensity Interval Training (Hit) on the Fitness and Body Composition of the Military Personnel

Mokhtar Ghanbarzadeh

*M.Sc., Department of Exercise Physiology, School of Literature and Humanities, University of Islamic Azad, Kerman, Iran*

Received: 1 December 2015 Accepted: 11 February 2017

### Abstract

**Background and Aim:** Fitness for military forces has been considered as a priority which helps them in achieving all mission goals and eventually increases their physical capabilities. The aim of the present study was to investigate the effect of intensity interval training (HIT) on the fitness and body composition of the military personnel.

**Methods:** This research was a quasi-experimental study. In this study, 30 employees attended a military center in Kerman. They were randomly assigned into two experimental (n=15) and control (n=15) groups. For a period of 6 weeks (3 sessions per week), the intervention group attended in an intensive interval training protocol which included 3 sets of ham (6 stages which were 35 meters with 10 seconds rest between each stage) with four minutes rest between each set in the first week. These sets were eventually increased until the fourth week of the training. In order to compare the variables, ANCOVA analysis was performed using SPSS version 22.

**Results:** The results showed that weight (p=0.001), body mass index (p=0.001), body fat percentage (p=0.001), waist circumference (p=0.003) and hip circumference (p=0.001), a significant reduction in maximum oxygen consumption (p=0.001), power (p=0.001) and agility (p=0.003) significantly increased in the exercise group relative to the control. It was also shown that systolic blood pressure values (p=0.028) and diastolic (p=0.015) did not significantly change.

**Conclusion:** Based on the results of this study we can conclude that military forces can fit HIT training in their sport programs to enhance their physical fitness and improve their body composition.

---

**Keywords:** High Intensity Interval Training, Physical Fitness, Body Composition, Military Personnel

## اثر یک دوره تمرینات تناوبی شدید (HIT) بر میزان آمادگی جسمانی و مولفه‌های ترکیب بدنی نیروهای نظامی

### مختار قنبرزاده

کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، کرمان، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** آمادگی جسمانی برای نیروهای نظامی یک اولویت و تضمین کننده دستیابی به همه اهداف مأموریت است و یکی از ابعاد علنی آمادگی، توانمندی‌های جسمانی در نیروهای مسلح است. هدف از تحقیق حاضر اثر یک دوره تمرینات تناوبی شدید (HIT) بر میزان آمادگی جسمانی و مولفه‌های ترکیب بدنی نیروهای نظامی است.

**روش‌ها:** پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود. در این تحقیق ۳۰ نفر از نیروهای یکی از مراکز نظامی شهر کرمان حضور داشتند که به طور تصادفی به دو گروه مداخله ( $n=15$ ) و کنترل ( $n=15$ ) تقسیم شدند. گروه مداخله به مدت ۶ هفته (۳ جلسه در هفته) تمرین تناوبی شدید را که شامل ۳ ست پروتکل رست (۶ وهله ۳۵ متر با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر وهله) با ۴ دقیقه استراحت بین هر ست در هفته اول و به گونه فزاینده تا هفته چهارم هر هفته یک ست اضافه می‌شد، اجرا کردند. آزمودنی‌های گروه کنترل در این دوره در هیچ‌گونه فعالیت ورزشی شرکت نکردند. جهت مقایسه میانگین متغیرها از آزمون کوواریانس و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج تحقیق حاضر نشان داد وزن ( $P=0/001$ )، شاخص توده بدن ( $P=0/001$ )، درصد چربی ( $P=0/001$ )، محیط دور کمر ( $P=0/003$ ) و محیط دور باسن ( $P=0/001$ )، کاهش معنی‌دار و حداکثر اکسیژن مصرفی ( $P=0/001$ ) و توان ( $P=0/001$ ) و چابکی ( $P=0/003$ ) افزایش معنی‌داری را در گروه مداخله نسبت به کنترل داشته است. همچنین نشان داده شد که مقادیر فشار خون سیستول ( $P=0/28$ ) و دیاستول ( $P=0/15$ ) تغییرات معنی‌داری نداشته است.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که نیروهای نظامی می‌توانند برای افزایش آمادگی جسمانی و بهبود ترکیب بدن تمرینات HIT را در برنامه‌های ورزشی خود قرار دهند.

**کلیدواژه‌ها:** تمرینات تناوبی شدید، آمادگی جسمانی، ترکیب بدن، نیروهای نظامی

## مقدمه

یکی از مهم‌ترین بخش‌های تمرین در رشته‌های مختلف ورزشی آمادگی بدنی بالا است که لازمه و پیش نیاز دستیابی به اجرای ورزشی بهینه می‌باشد، لذا هدف اصلی آمادگی جسمانی، افزایش قابلیت‌های عملی ورزشکاران و توسعه قابلیت‌های آنها تا بالاترین حد می‌باشد (۱). آمادگی جسمانی مجموعه ویژگی‌های ذاتی و اکتسابی است که توانایی فعالیت بدنی را تعیین می‌کند و واژه آمادگی جسمانی در ارتباط با قدرت عضلانی، توان عضلانی، استقامت عضلانی، استقامت قلبی تنفسی بکار می‌رود (۲).

آمادگی جسمانی برای نظامیان از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است به طوری که برای هر نظامی، درجه‌ای از آمادگی جسمانی لازم است که آن را فقط می‌توان از طریق انجام فعالیت‌های بدنی به دست آورد. زیرا قشر عظیم نیروهای نظامی، در دفاع، حفظ ثبات و امنیت کشور نقش تعیین کننده‌ای دارند. این افراد با توجه به وظایف و مأموریت‌ها و با توجه نوع شغلی که دارند، نیازمند حداقل سطوحی از آمادگی جسمانی می‌باشند (۲) زیرا از گذشته تاکنون، آمادگی جسمانی نظامیان نقش مهم و اساسی در پیروزی یا شکست داشته است. هدف مهم تمرینات بدنی، کسب و نگهداری آمادگی عملی است.

آمادگی کامل، باید شامل فعالیت‌های بدنی و بدنسازی افراد باشد تا بتوانند تحت هر شرایط آب و هوایی و محیطی عمل کنند. از ترکیب تمریناتی که باعث توسعه مهارت‌های بدنی می‌شوند و بدنسازی‌هایی که قدرت و استقامت را افزایش می‌دهند، آمادگی جسمانی به وجود می‌آید. بنابراین هدف از برنامه‌های آمادگی جسمانی تقویت افراد است تا بتوانند وظایف محوله و مأموریت‌های خود را در هنگام جنگ یا مانور، به خوبی انجام دهند (۳). آمادگی جسمانی یک نظامی، شامل سلامت بدن، ظرفیت اجرای مداوم و ماهرانه حرکات، توانایی بازگشت به حالت اولیه بعد از فشار زیاد، میل به تکمیل وظایف در نظر گرفته شده و اعتماد به نفس در رویارویی با هر موقعیتی می‌باشد (۴).

فاکتورهای آمادگی جسمانی ارتباط نزدیکی با مولفه‌های ترکیب بدن دارند و برای حفظ ورزیدگی ضروری می‌باشند (۵). یکی از این اجزای مهم آمادگی جسمانی وابسته به تندرستی، ترکیب بدن است که با اندازه‌گیری درصد چربی بدن بررسی می‌شود به طوری که در بسیاری از تحقیقات، بین ویژگی‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدن با اجرای ورزشی ارتباط و همبستگی بالایی مشاهده شده است (۲). نتایج بسیاری از پژوهش‌های دیگر بیانگر آن است که درصد چربی بدن رابطه معکوس و معنی‌داری با ظرفیت هوازی و توانایی دوی استقامت دارد (۶).

بنابراین برای سازگاری بهتر با محیط، نیاز به تعادل بین آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی است و چنانچه افراد از نظر وضعیت جسمانی و ترکیب بدنی شرایط مساعدی نداشته باشند، معمولاً گوشه‌گیر، بدبین و منزوی شده و از تعادل روانی مناسبی برخوردار

نخواهند بود (۷). برای گسترش اجزای خاص آمادگی جسمانی می‌توان فعالیت‌های ورزشی را به طور منظم و سازمان یافته اجرا کرد. جلسات تمرینات ورزشی باید تحریک لازم را برای گسترش اجزای آمادگی جسمانی تأمین کرده و این جلسات باید شرایطی را فراهم کنند که وقتی بدن در معرض آنها قرار می‌گیرد عملکردهای معینی توسعه یابند. یکی از این روش‌های تمرینی که مورد توجه محققین نیز قرار گرفته است تمرینات تناوبی شدید (HIT) است.

تمرینات تناوبی شدید، به وهله‌های تکراری نسبتاً کوتاه با شدتی نزدیک به شدتی که  $VO_{2peak}$  بدست می‌آید، گفته می‌شود (۸). یک وهله HIT غلظت سوبستراهای انرژیکی و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم بی‌هوازی را افزایش می‌دهد. HIT منجر به افزایش سوبستراهای در دسترس عضله، تغییر در فعالیت‌های آنزیمی، افزایش نشانگرهای بیوژنر میتوکندریایی، بهبود ظرفیت بافرینگ عضله می‌شود. همچنین افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، فرکانس و همزمانی واحدهای حرکتی از دیگر مزایای تمرینات HIT می‌باشد که در نهایت، سبب افزایش نیرو، کارایی و هماهنگی عضلانی می‌شوند. بنابراین با بکارگیری این تمرینات می‌توان دامنه‌ی وسیعی از سازگاری‌های متابولیکی و عملکردی را انتظار داشت (۹). در همین راستا نیک‌رو و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه ۵۰ نظامی ۱۹ تا ۲۳ ساله و مقایسه نتایج بعد از ۸ هفته دوی هوازی تداومی و تناوبی گزارش کردند که تمرینات تناوبی درصد چربی و شاخص توده بدنی را بهبود و حداکثر اکسیژن مصرفی را افزایش می‌دهد و انجام آن را در نیروهای نظامی توصیه کرده‌اند (۱). با توجه به اهمیت سطح آمادگی جسمانی، مولفه‌های ترکیب بدن و همچنین مطالعات محدودی که درباره نوع و ماهیت تمرینات ورزشی در برنامه ورزیدگی نظامیان صورت گرفته است، هدف پژوهش حاضر اثر یک دوره تمرینات تناوبی شدید (HIT) بر میزان آمادگی جسمانی و مولفه‌های ترکیب بدنی نیروهای نظامی است.

## روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود که با طرح پیش آزمون و پس آزمون در تابستان ۱۳۹۵ در یکی از مراکز نظامی شهر کرمان اجرا شد. در این تحقیق از بین نیروهای مشغول به خدمت، افرادی که دارای شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ بودند به عنوان نیروهای دارای اضافه وزن در نظر گرفته شدند. از بین نیروهایی که شرایط ورود به تحقیق را داشتند ۳۰ نفر دارای اضافه وزن با محدوده سنی ۲۵ تا ۳۵ سال که دارای شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ بودند به صورت در دسترس انتخاب و به طور تصادفی با استفاده از جدول اعداد تصادفی به دو گروه مداخله ( $n=15$ ) و کنترل ( $n=15$ ) تقسیم شدند. شرط ورود به تحقیق نداشتن سابقه و ابتلا به بیماری‌های خاص از جمله (دیابت، سرطان، بیماری‌های قلبی-عروقی و ریوی)، نداشتن سابقه فعالیت بدنی منظم، عدم مصرف سیگار، عدم استفاده

از هورمون درمانی بود. همچنین آزمودنی‌ها از برنامه‌های ورزشی ویژه کاهش وزن استفاده نمی‌کردند و آمادگی لازم برای شروع فعالیت بدنی را داشتند که این موارد با استفاده از پرسشنامه سابقه پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی مورد ارزیابی قرار گرفت. یک هفته قبل از شروع آزمون همه مراحل پژوهش در یک جلسه توجیهی به آزمودنی‌ها توضیح داده شد و از آن‌ها خواسته شد که پرسشنامه سابقه پزشکی، فرم رضایت و اطلاعات فردی جهت شرکت در پژوهش را تکمیل کنند.

ویژگی‌های ترکیب بدنی آزمودنی‌ها از جمله؛ سن، قد، وزن، و شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شد و سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در گروه‌های پژوهش قرار گرفتند. برای محاسبه ضریان قلب بیشینه از فرمول تاناکا و همکاران (۲۰۰۱)  $[(سن \times 0.7) - 208]$  استفاده شد (۱۰). سپس از روش ضریان قلب ذخیره برای محاسبه دامنه ضریان قلب هدف استفاده شد (۱۱).

ضریان قلب استراحتی + [ شدت مورد نظر (۹۰٪) (ضریان قلب استراحتی - ضریان قلب بیشینه) ] = ضریان قلب هدف پروتکل تمرینی در پژوهش حاضر تمرینات HIT با شدت بالا بود. تمرین به مدت ۶ هفته و ۳ روز در هفته در ساعت زمانی و روزهای مشخصی انجام شد. جلسات تمرینی در روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه در ساعت ۹ تا ۱۲ صبح انجام شد. ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه به گرم کردن می‌پرداختند و ۳ ست پروتکل رست (۶ وهله ۳۵ متر با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر وهله) با ۴ دقیقه استراحت بین هر ست در هفته اول بود و به گونه فزاینده تا هفته ۶ یک ست اضافه می‌شد. در پایان هر جلسه تمرین آزمودنی‌ها به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه عمل سرد کردن فعال را انجام دادند. تمامی جلسات تمرین به وسیله محقق و تست گیرنده‌های ثابت اجرا شد. معیار خروج از تحقیق غیبت در جلسات تمرینی یا بی‌تفاوتی به توصیه‌های اعلام شده بود. لازم به ذکر است که آزمودنی‌های گروه کنترل در این دوره در هیچ‌گونه فعالیت ورزشی شرکت نکردند. تمام متغیرهای وابسته شامل قد، وزن، میزان چربی بدن، توان بی‌هوازی، استقامت قلبی-تنفسی، محیط دور کمر و باسن، و فشارخون، قبل از شروع و بعد از ۶ هفته تمرین در شرایط یکسان و با ابزار مشابه اندازه‌گیری شد. وزن با استفاده از ترازو (seca: ساخت کشور آلمان) با دقت ۱۰۰ گرم، قدسنج (seca: ساخت کشور آلمان) با دقت ۰/۱ سانتیمتر و محیط دور کمر و باسن با استفاده از (متر نواری) اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن با تقسیم وزن بر حسب کیلوگرم بر قد بر حسب متر به توان ۲ محاسبه گردید.  $VO_2max$  با استفاده از آزمون بروس، چابکی با آزمون دوی رفت و برگشت ۴x۹، توان اندام تحتانی با آزمون پرش جفت طول برآورد شد. فشار خون با استفاده از دستگاه فشار سنج (Brisk: ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد.

**ملاحظات اخلاقی:** بعد از هماهنگی با واحد پژوهش و اخذ مجوز لازم پروتکل تمرین آغاز شد. رضایت نامه کتبی و آگاهانه از تمام

افراد شرکت کننده در مطالعه اخذ شد. افراد مراجعه کننده که شرایط حضور در تحقیق را نداشتند، کنار گذاشته شدند. تمام آزمودنی‌ها در زمان ورود به مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند. این ارزیابی‌ها شامل سوابق بیماری‌های قلبی-عروقی و مصرف دارو بود. آزمودنی‌ها اگر به هر دلیلی قادر به اتمام دوره نبودند می‌توانستند انصراف داده و جلسات تمرینی را ادامه ندهند. حفظ کامل تمامی اطلاعات مربوط به آزمودنی‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها بصورت محرمانه، انتشار اطلاعات به صورت گروهی و بدون ذکر نام، از اقدامات لازم

جهت رعایت ملاحظات اخلاقی در پژوهش حاضر می‌باشند

**روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:** از روش‌های آمار توصیفی جهت مرتب کردن داده‌ها استفاده شد. سپس برای مقایسه متغیرهای پژوهش در دو گروه مداخله و کنترل از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده گردید. از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد و سطح معنی‌داری  $a=0.05$  در نظر گرفته شد.

## نتایج

در تحقیق حاضر تعداد ۳۰ نفر از نیروهای دارای اضافه وزن که در دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال و میانگین وزن  $79.07 \pm 3.24$ ، شاخص توده بدن  $28.03 \pm 1.50$ ، درصد چربی  $29.86 \pm 1.88$  بودند، حضور داشتند و از نظر سطح تحصیلات دیپلم (۲۶/۶۶٪) فوق دیپلم (۳۰٪) لیسانس (۴۳/۳۳٪) بودند. گروه مداخله به مدت ۶ هفته تمرینات تناوبی شدید (HIT) را انجام دادند. یافته‌های آزمون آماری تجزیه و تحلیل کوواریانس در مورد متغیرهای مورد بررسی در جدول ۱- نشان می‌دهد که وزن ( $P=0.001$ )، شاخص توده بدن ( $P=0.001$ )، درصد چربی ( $P=0.001$ )، محیط دور کمر ( $P=0.003$ ) و محیط دور باسن ( $P=0.001$ )، کاهش معنی‌دار و حداکثر اکسیژن مصرفی ( $P=0.001$ )، چابکی ( $P=0.003$ )، و توان ( $P=0.001$ ) افزایش معنی‌داری را در گروه مداخله نسب به کنترل داشته است. همچنین نشان داده شد که فشار خون سیستول ( $P=0.028$ ) و فشار خون دیاستول ( $P=0.015$ ) تغییرات معنی‌داری نداشته است. نتایج آماری کوواریانس در رابطه با متغیرهای مورد بررسی در جدول ۱- آورده شده است.

## بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بعد از ۶ هفته تمرینات HIT مقادیر وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی نیروهای نظامی دارای اضافه وزن کاهش معنی‌داری پیدا کرده است. این کاهش ممکن است به دلیل افزایش اکسیداسیون چربی و آنزیم‌های اکسایشی باشد. زیرا گزارش شده است تمرینات تناوبی شدید روی بافت چربی اثر می‌گذارد و باعث تحریک PGC1 آلفا عضلانی می‌شود که قابلیت ظرفیت اکسیداسیون چربی را افزایش می‌دهد (۱۲). بنابراین این‌طور به نظر می‌رسد تمرینات HIT در کاهش درصد چربی بدن و شاخص توده بدن اثرگذار است.

جدول ۱- نتایج آزمون آماری کوواریانس در مورد متغیرهای مورد بررسی در ۲ گروه مورد مطالعه

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	مقدار F	مقدار P
وزن	مداخله (n=۱۵)	۷۹/۸۹±۳/۱۴	۷۵/۶۱±۳/۳۰	۲۹/۱۲	۰/۰۰۱
	کنترل (n=۱۵)	۸۰/۲۵±۳/۳۴	۸۱/۶۰±۳/۳۶		
توده بدن	مداخله (n=۱۵)	۲۷/۹۵±۱/۷۴	۲۵/۹۷±۲/۱۴	۲۴/۰۹	۰/۰۰۱
	کنترل (n=۱۵)	۲۸/۱۲±۱/۲۶	۲۹/۳۶±۱/۴۸		
درصد چربی	مداخله (n=۱۵)	۲۹/۶۷±۱/۸۹	۲۶/۹۸±۲/۰۰	۲۳/۴۲	۰/۰۰۱
	کنترل (n=۱۵)	۳۰/۰۶±۱/۸۷	۳۱/۵۵±۱/۹۰		
دور کمر	مداخله (n=۱۵)	۹۹/۶۰±۲/۶۷	۹۳/۸۷±۲/۲۹	۱۰/۹۳	۰/۰۰۳
	کنترل (n=۱۵)	۱۰۰/۶۹±۲/۸۱	۱۰۳/۵۶±۳/۲۶		
دور باسن	مداخله (n=۱۵)	۱۰۲/۶۲±۴/۶۶	۹۶/۸۶±۴/۳۷	۲۲/۸۹	۰/۰۰۱
	کنترل (n=۱۵)	۱۰۳/۱۶±۵/۸۴	۱۰۶/۵۹±۶/۵۰		
VO2max	مداخله (n=۱۵)	۴۴/۹۱±۵/۶۹	۴۸/۴۰±۵/۴۵	۷۳/۴۱	۰/۰۰۱
	کنترل (n=۱۵)	۴۵/۶۹±۴/۷۰	۴۳/۷۴±۴/۷۴		
توان	مداخله (n=۱۵)	۱۷۳/۳۳±۱۰/۴۱	۱۷۸/۳۳±۱۰/۸۴	۲۲۷/۷۸	۰/۰۰۱
	کنترل (n=۱۵)	۱۸۳/۳۳±۱۰/۳۷	۱۸۱/۵۳±۱۰/۸۲		
چابکی	مداخله (n=۱۵)	۱۰/۸۴±۰/۹۰	۱۰/۱۱±۱/۰۵	۱۰۶/۷۱	۰/۰۰۳
	کنترل (n=۱۵)	۱۰/۹۹±۱/۱۲	۱۱/۳۸±۰/۹۹		
فشار خون سیستول	مداخله (n=۱۵)	۱۲/۸۸±۰/۴۵	۱۳/۰۹±۰/۳۸	۱۱۵/۶۲	۰/۲۸
	کنترل (n=۱۵)	۱۱/۵۰±۰/۴۵	۱۱/۳۰±۰/۳۹		
فشار خون دیاستول	مداخله (n=۱۵)	۷/۸۸±۰/۴۲	۸/۱۱±۰/۳۵	۹۸/۳۴	۰/۱۵
	کنترل (n=۱۵)	۷/۸۸±۰/۳۵	۷/۶۶±۰/۳۳		

و کاهش وزن، نقش مدت زمان فعالیت بدنی از شدت آن هم مهمتر است (۱۵). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که طول دوره تمرین (۶ هفته) همراه با افزایش آنزیم‌های اکسایشی و تغییرات ایجاد شده منجر به بهبود ترکیب بدن خصوصاً کاهش وزن، چربی بدن و بهبود شاخص توده بدنی شده است.

در تحقیق حاضر VO<sub>2</sub>max بعد از ۶ هفته تمرین در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. ممکن است افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسایشی یکی از دلایل اصلی این افزایش باشد. همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، Laursen و همکاران گزارش کردند که ۴ هفته تمرین تناوبی شدید موجب افزایش معنی‌دار VO<sub>2</sub>max می‌شود (۱۲). همچنین Gibala و همکاران افزایش معنی‌دار ظرفیت بافرینگ عضلات اسکلتی را تنها پس از ۲ هفته تمرینات HIT مشاهده کردند (۱۶). در نتیجه افزایش VO<sub>2</sub>max در پی تمرینات HIT ممکن است به واسطه افزایش توانایی در بافر کردن یون هیدروژن نیز باشد. در رابطه با مکانیسم‌های تأثیر تمرینات HIT در افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی گزارش شده است سطوح میوگلوبین در پاسخ به فشارهای هایپوکسی افزایش می‌یابد. این احتمال وجود دارد که در زمان اجرای تمرینات HIT هایپوکسی ایجاد شده بتواند موجب افزایش سطوح میوگلوبین شود (۱۷). بنابراین افزایش VO<sub>2</sub>max در تحقیق حاضر را نیز می‌توان به عامل فوق نسبت

زیرا شواهد نشان می‌دهد که اگر زمان ریکاوری بین وهله‌های شدید کاهش یابد، سهم گلیکولیز نیز برای تامین انرژی کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه سوخت و ساز هوازی برای جبران این کسر انرژی افزایش پیدا می‌کند. در همین راستا Linossier و همکاران پیشنهاد کردند که سوخت و ساز هوازی در طول دوره‌های ریکاوری تمرینات شدید برای بازسازی کراتین فسفات (PCr) و اکسیداسیون اسید لاکتیک (حذف لاکتات) نقش مهمی دارند. این شواهد نشان می‌دهد که تمرینات HIT، به سمت سوخت و ساز هوازی سوق پیدا می‌کند که این امر ظرفیت سوخت و ساز را افزایش می‌دهد (۱۳). همچنین Burgomaster و همکاران افزایش شاخص‌های میتوکندریایی اکسایش کربوهیدرات و چربی عضلانی را با شش هفته تمرین HIT گزارش کردند (۱۴). آنها نشان دادند مقدار پروتئین پیروات دهیدروژناز E1α و محتوای پروتئینی PGC-1α با HIT افزایش می‌یابد. بر مبنای پژوهش آنها، مصرف گلیکوژن و فسفوکراتین پس از تمرینات کاهش یافت اما میزان اکسایش کربوهیدرات و چربی در هنگام فعالیت ورزشی، به ترتیب کاهش و افزایش داشت. لذا عمده دلایل کاهش وزن، درصد چربی و شاخص توده بدن در تحقیق حاضر می‌تواند ایجاد تغییرات فوق در نیروهای دارای اضافه وزن باشد. ممکن است یکی دیگر از دلایل افزایش احتمالی این سازگاری‌ها طول دوره تمرینی نیز باشد به طوری که نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که در برنامه‌های ترکیب بدنی

گلژی و حس عمقی مفاصل سبب بهبود چابکی، در ورزش شکارانی که این فاکتور مهم جسمانی از مهمترین مؤلفه‌های موفقیت آنها به حساب می‌آید، می‌شوند (۲۶). با توجه به ماهیت تمرینات اینتروال که معمولاً مستلزم توقف، استارت و تغییر، جهت طی یک مانور انفجاری است، تمامی این مؤلفه‌ها به بهبود چابکی کمک می‌کنند (۲۶). بنابراین بهبود چابکی در تحقیق حاضر را می‌توان به عوامل فوق نسبت داد.

همچنین در تحقیق حاضر مشاهده شد که تمرینات HIT تاثیر معنی‌داری بر تغییرات فشار خون سیستول و دیاستول ندارد. برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که تمرینات ورزشی اثر اندکی بر کاهش فشار خون افراد سالم دارد (۲۷). در تحقیق حاضر، میانگین فشار خون سیستول پیش آزمون به ترتیب در هر دو گروه ۱۲ بود که مقادیر بسیار بالایی محسوب نمی‌شوند. ممکن است عدم تغییر فشار خون نسبت به اثر تمرینات HIT همین مساله باشد، زیرا به نظر می‌رسد فقط بیمارانی که فشار خون سطح استراحتی بسیار بالایی داشته‌اند کاهش در فشار خون متوسط شریانی را به دنبال برنامه بازتوانی قلبی تجربه می‌کنند (۲۸). این پژوهش با کاستی‌هایی نیز مواجه بود از جمله: توصیه‌های تغذیه‌ای از سوی محققین انجام شد ولی تغذیه واقعی آزمودنی‌ها قابل کنترل نبوده است و همچنین وراثت، دما، رطوبت هوا، شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها در پیش آزمون و پس آزمون قابل کنترل نبود.

### نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات تناوبی شدید (HIT)، متغیرهای مرتبط با آمادگی جسمانی و همچنین ترکیب بدن را دستخوش تغییرات عمده‌ای می‌کند که حاکی از مفید بودن و مقرون به صرفه بودن اینگونه تمرینات از لحاظ زمانی می‌باشد. از طرفی دیگر با توجه به اینکه برنامه‌های ورزشی مورد استفاده در مراکز نظامی بر برخی از متغیرهای ترکیب بدن و آمادگی جسمانی در افراد نظامی اثر مثبتی دارد، اما تمرینات HIT می‌تواند اثرات مطلوب‌تری بر فاکتورهای مهم آمادگی جسمانی نظیر استقامت قلبی تنفسی، توان، چابکی و بهبود ترکیب بدن داشته باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد که نیروهای نظامی برای افزایش آمادگی جسمانی و بهبود ترکیب بدن با توجه به ماهیت (کم حجم) این گونه تمرینات، HIT را در برنامه‌های ورزشی خود قرار دهند.

**تشکر و قدردانی:** از همه نیروهایی که در اجرای این پژوهش همکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌کنم.

**تضاد منافع:** بدینوسیله نویسنده تصریح می‌نماید که هیچ گونه تضاد منافعی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

داد. از جمله عوامل دیگر در افزایش  $VO_{2max}$  در تحقیق حاضر می‌توان به بهبود در حمل و تحویل اکسیژن به عضلات اسکلتی از طریق افزایش حجم ضربه‌ای و نیز افزایش دانسیته مویرگی و میتوکندریایی و در نتیجه افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال اشاره کرد، با این حال سازگاری‌های موثر بر بهبود و افزایش مصرف اکسیژن، متعاقب فعالیت‌های ورزشی شامل افزایش برونده قلبی، افزایش حجم خون، افزایش حجم پایان دیاستولی، افزایش کسر تزریقی، کاهش مقاومت محیطی عروق، افزایش پر شدن دیاستولی بطن چپ، بهبود ظرفیت هوازی عضلات اسکلتی از طریق بهبود جریان خون محیطی و دستگاه انرژی هوازی عضله و همچنین سازگاری‌های ساختاری و عملکردی عضلانی و افزایش توانایی اکسایشی عضلات اسکلتی است (۱۸).

یکی دیگر از دلایل افزایش  $VO_{2max}$  در تحقیق حاضر می‌تواند غیرفعال بودن آزمودنی‌ها باشد. زیرا بر اساس علم تمرین اگر دو نفر یکی غیرفعال و دیگری تا حدودی تمرین کرده باشد و آن دو شخص تحت برنامه استقامتی مشابهی قرار گیرند، شخص غیرفعال پیشرفت نسبی بیشتری خواهد داشت (۱۹). در واقع افرادی که کمتر تمرین کرده‌اند ظرفیت بیشتری برای پیشرفت دارند (۲۰). با توجه به اینکه آزمودنی‌های تحقیق حاضر آمادگی جسمانی مطلوبی نداشتند و غیرفعال بودند افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل نشان دهنده تاثیر بالای ۶ هفته تمرینات HIT است. در تأیید این عوامل امینیان رضوی و همکاران اظهار داشتند که اثرات تمرینات بر افراد غیرآماده (مبتدی) بیشتر از افراد آماده (ماهر) می‌باشد، حتی اگر این تمرینات یک جلسه در هفته انجام شود (۲۱).

در تحقیق حاضر مشاهده شد که مقدار توان بعد از ۶ هفته تمرین HIT در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری پیدا کرد. همراستا با یافته‌های پژوهش حاضر، Gorostiaga و همکاران افزایش برون ده توان را با ۸ هفته تمرین HIT مشاهده کردند (۲۲). Kendall و همکاران نشان دادند ظرفیت بی‌هوازی با اجرای تمرینات HIT افزایش می‌یابد (۲۳). به نظر می‌رسد سازوکار افزایش توان در نتیجه تمرینات HIT از طریق افزایش غلظت فسفوکراتین عضله، افزایش آنزیم‌های بی‌هوازی (فسفوفوکتوکیناز، لاکتات دهیدروژناز، آلدولاز)، تغییر در نیمرخ تارهای عضلانی (افزایش تارهای FT نسب به تارهای ST) و سازوکارهای عصبی باشد (۲۴).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات ورزشی باعث بهبود چابکی بعد از ۶ هفته تمرین HIT می‌شود. محققان اظهار داشتند چابکی وراثتی است و از طریق تمرین غیرقابل بهبود است، اما در تحقیقات بعدی نشان داده شد که چابکی از طریق تمرین و با افزایش سن قابل بهبود است (۲۵). آنها گزارش کردند که تمرینات ورزشی از طریق افزایش هماهنگی عصبی - عضلانی، افزایش سازگاری عصبی دوک‌های عضلانی، اندام‌های وتری

## منابع

1. Nikroo H, Barancheshme M. 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. *Journal of Military Medicine*. 2014;15(4):245-251.
2. Rahmani R, Mehrvarz S, Zareei Zavaraki E, Abbaspour A, Maleki H. Military medicine's role in the armed forces and the need to develop specialized education programs in Iran military medicine. *Journal of Military Medicine*. 2012;13(4):247-52.
3. Maleki B, Sanei S, Borhani H, Ghavami A. Effect of military training on personality traits of military students. *Journal of Military Medicine*. 2012;13(4):195-200.
4. Najafi Mehri S, Sadeghian M, Tayyebi A, Karimi Zarchi A, Asgari A. Epidemiology of physical injuries resulted from military training course. *Journal of Military Medicine*. 2010;12(2):89-92.
5. Moreno-Vecino B, Arija-Blázquez A, Pedrero-Chamizo R, Gómez-Cabello A, Alegre LM, Pérez-López FRT, et al. Sleep disturbance, obesity, physical fitness and quality of life in older women: EXERNET study group. *Journal of Climacteric*. 2017;20(1):72-79.
6. Morris EM1, Meers GM2, Koch LG3, Britton SL3, Fletcher JA4, Fu X, et al. Aerobic capacity and hepatic mitochondrial lipid oxidation alters susceptibility for chronic high-fat diet-induced hepatic steatosis. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2016;311(4):749-760
7. Sadeghi Bahmani D, Gerber M, Kalak N, Lemola S, Clough PJ, Calabrese P, et al. Mental toughness, sleep disturbances, and physical activity in patients with multiple sclerosis compared to healthy adolescents and young adults. *Journal of Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2016;27(12):1571-9.
8. Gibala M J, McGee S L. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: A little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008;36(2):58-63.
9. Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. A practical model of lowvolume highintensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *Journal of Physiology*. 2010;588(6):1011-22
10. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001;37(1):153-6.
11. Kazemi AR, Shahrokhi Kh. The effect of 8 weeks of hit workouts plasma levels of tnf-a, il-6 and lipid profile in overweight children. *Journal of Knowledge & Health*. 2016;11(2):24-31.
12. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002;34(11):1801-1807.
13. Linossier M T, Denis C, Dormois D, Geysant A, Lacour J R. Ergometric and metabolic adaptation to a 5-s sprint training programme. *European Journal of Applied Physiology*. 1993;67(5):408-14.
14. Burgomaster K A, Howarth K R, Phillips S M, Rakobowchuk M, Macdonald M J, McGee S L, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *Journal of Physiology*. 2008; 586(1):151-60.
15. Notta VF, Aguila MB, Mandarim-DE-Lacerda CA. High-intensity interval training (swimming) significantly improves the adverse metabolism and comorbidities in diet-induced obese mice. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2016;56(5):655-63
16. Gibala MJ, Little JP, Essen MV, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of Physiology*. 2006;575(3):901-911.
17. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimizing training programmes and maximizing performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med*. 2002; 32: 53-73.
18. Fallahi A, Gaeini A A, Kordi M R, Nejatian M. The Comparison effects of Selected Aerobic Continues and Interval Exercise Program on Functional Capacity of POST Coronary Artery Bypass Graft Surgery Patients. *Journal of Rehabilitation*. 2011;12(3):24-33.
19. Bayati M, Farzad B, Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H. A practical model of lowvolume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training.

Journal of Sports Science and Medicine. 2011;10(3):571-6.

20. Skovgaard C, Almquist NW, Bangsbo J. Effect of increased and maintained frequency of speed endurance training on performance and muscle adaptations in runners. Journal of Applied Physiology. 2017;122(1):48-59.

21. aminiyani Razavi T, Jafari Hejin A. Comparison of the Effects of exercise program and a meeting of two sessions per week on the public's readiness female students in Tehran University. Journal of Hrakat. 2000;5(5):6-23.

22. Gorostiaga EM, Walter CB, Foster C, Hickson RC. Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. Eur J Appl Physiol. 1991;63(2):101-107.

23. Kendall KL, Smith AE, Graef JL, Fukuda DH, Moon JR, Beck TW, et al. Effects of four weeks of high-intensity interval training and creatine supplementation on critical power and anaerobic working capacity in college-aged men. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(6):1663-9

24. Tamburús NY, Kunz VC, Salviati MR, Castello Simões V, Catai AM, Da Silva E.

Interval training based on ventilatory anaerobic threshold improves aerobic functional capacity and metabolic profile: a randomized controlled trial in coronary artery disease patients. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. 2016;52(1):1-11.

25. Craig BW. What is the Scientific Basis of Speed and Agility?. Strength & Conditioning Journal. 2004;26(3):13-4.

26. Young WB, McDowell MH, Scarlett BJ. Specificity of sprint and agility training methods. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2001;15(3):315-9.

27. Carvalho VO, Ciolac EG, Guimarães GV, Bocchi EA. Effect of exercise training on 24-hour ambulatory blood pressure monitoring in heart failure patients. Congest Heart Fail. 2009;15(4):176-80.

28. Sergio MV, Alcidas Bocchi E, Guimaraes GV, Padovani CR, Silva MH, Pereira SF, et al. Benefits of exercise training in the treatment of heart failure. Journal of Arq bras cordial. 2002;79(4):357-62.