بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
رشته تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی فعالیت بدنی وتندرستی
پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تأثیر مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص‌های توان هوازی و بی‌هوازی فوتسالیست‌های آماتور

نگارنده : احسان جوانشیری قاسم‌آبادی

استاد راهنما:
دکتر علی حسنی

شهریور ۱۳۹۵

تصویب نامه

سپاسگزاری

جناب آقای دکتر علی حسنی، که با نکته‌های دلاویز و گفته‌های بلند، صحیفه‌های سخن را علم پرور نمود و همواره راهنما و راه گشای این جانب در اتمام و اکمال پایان نامه بوده است، که با مشاوره‌های ارزنده‌ی خود روشنگر مسیر تحقیق بوده اند و در امر معرفی منابع من را یاری نمودند.

و در پایان از همسر عزیزم، جهت همکاری بی دریغشان جهت پیشبرد این پایان نامه سپاسگزارم.

تقدیم به

پروردگارم که بزرگ‌ترین امید و یاورم در لحظه لحظه زندگیست.

تقدیم به پدرم، مادرم، همسرم و خانواده‌ام و خانواده همسرم، استوارترین پشتوانه‌های زندگی‌ام که همواره چتر محبتشان بر سرم بوده. آن‌ها که نمی‌دانم از بزرگی‌شان بگویم یا سخاوت، سکوت، مهربانی.

اقرار نامه و واگذاری حقوق

اینجانب **احسان جوانشیری قاسم‌آبادی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه:

بررسی تأثیر مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص‌های توان هوازی و بی‌هوازی فوتسالیست‌های آماتور، تحت راهنمایی **دکتر علی حسنی** متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پاین نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

مکمل آهن منجر به بهبودی دوسیستم هوازی و بی‌هوازی می‌گردد. باتوجه به اینکه اخیراً روش های جدیدی برای بهبودی سطوح توان هوازی و بی‌هوازی از قبیل روش‌های تمرینی تناوبی شدید، ابداع‌شده است و اطلاعات اندک و متناقضی در خصوص تأثیر این نوع تمرین به همراه مصرف مکمل آهن‌بر سطوح توان هوازی و بی‌هوازی وجود دارد، لذا، هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر یک دوره تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل آهن‌بر سطوح توان هوازی و بی‌هوازی در فوتسالیست‌ها می‌باشد. بدین منظور ۲۷ نفر از فوتسالیست‌هایی کهدر که سابقه انجام تمرین منظم به مدت ۶ ماه را داشتند، به‌طور داوطلبانه برای شرکت در تحقیق انتخاب شدند که به چهار گروه تمرین، تمرین+ مکمل، مکمل تقسیم شدند. گروه تمرینی به انجام تمرین تناوبی شدید سه جلسه در هفته و درروزهای زوج به مدت۴هفته،پرداختند. گروه مکمل نیز به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم قرص فروس سولفات دریافت کردند. جهت بررسی تغییرات درون‌گروهی از، روش آماری تی وابسته و جهت بررسی تغییرات بین گروهی از روش تحلیل آماری یک‌راهه استفاده گردید.

نتایج بررسی درون‌گروهی تحقیق نشان داد که سطح توان هوازی در گروه تمرین (p=۰/۰۱۵)، گروه تمرین و مکمل (p=۰/۰۰۴) و گروه مکمل (p=۰/۰۰۳) و نیز سطح توان بی‌هوازی در گروه تمرین (p=۰/۰۰۲)، گروه تمرین و مکمل (p=۰/۰۰۳) و گروه مکمل (p=۰/۰۰۵) بهبود معنی‌داری یافتند. درحالی‌که نتایج بین گروهی نشان داد که تغییرات سطوح توان هوازی و بی‌هوازی بین گروه-های تحقیق در مرحله پیش‌آزمون به ترتیب (p=۰/۸۱۹) و (p=۰/۷۶۱) و نیز در مرحله پس‌آزمون به ترتیب (p=۰/۲۴۶) و (p=۰/۰۶۱) تفاوت معنی‌داری نداشت. درمجموع با توجه به پژوهش حاضر، می-توان اظهار نمود که یک دوره تمرین تناوبی شدید و نیز مصرف همزمان مکمل آهن منجر به بهبود سطوح توان هوازی و بی‌هوازی در فوتسالیست‌ها می‌گردد. لذا توجه مربیان و ورزشکاران به این متغیرها جهت بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران اهمیت دارد.

کلیدواژه: تمرین تناوبی شدید، مکمل آهن، توان هوازی، توان بی‌هوازی، فوتسالیست

فهرست مطالب

عنوان..... صفحه
فصل اول .کلیات تحقیق ۱
۱-۱. مقدمه ۲
۱-۲. بیان مسأله ۳
۱-۳. اهمیت و ضرورت تحقیق ۵
۱-٤. اهداف تحقیق ۵
۱-٥. فرضیه های تحقیق ٦
۱-٦. پیش فرض های تحقیق ٦
۱-۷. محدودیت های تحقیق ٦
۱-۸. تعریف واژه ها و اصطلاحات تحقیق ۷
فصل دوم. مبانی نظری تحقیق ۱۱
۲-۱. مقدمه ۱۲
۲-۲. مبانی نظری تحقیق ۱۲
۲-۲-۱. تعریف تمرین ۱۲
۲-۲-۲. تمرینات استقامتی ۱۲
۲-۲-۳. تمرینات اینتروال شدید ۱۳
۲-۲-٤. مکانیسم هایی که باعث توسعه عملکرد استقامتی در پی تمرینات HIT می شوند ۱٥
۲-۲-٥. مکانیسم های سیگنالینگ درگیر در تغییر شکل عضلات اسکلتی بعد از تمرینات HIT. ۱۹
۲-۲-٦. متابولیسم آهن در بدن ۲۱
۲-۲-۷. توزیع آهن در بدن ۲۲
۲-۲-۸. هموگلوبین ۲۳
۲-۲-۹. ذخیره آهن ۲۳
۲-۲-۱۰. جایگاه انتقالی آهن ۲۳
۲-۲-۱۱. مکانیسم جذب آهن ۲٤
۲-۲-۱۲. فریتین سرم ۲٥
۲-۲-۱۳. برداشت و آزاد سازی آهن توسط فریتین ۲۷
۲-۲-۱٤. عمل فریتین در بدن ۲۷
۲-۲-۱٥. آهن و فعالیت ورزشی ۲۸
۲-۲-۱٦. توان بی‌هوازی ۲۹
۲-۲-۱۷. اهمیت توان در ورزش ۳۰
۲-۲-۱۸. عوامل موثر بر توان ۳۱

۲-۳. پیشینه تحقیق ۳۲
۲-۳-۱. تحقیقات انجام شده در داخل کشور ۳۲
۲-۳-۲. تحقیقات انجام شده در خارج کشور ٤۲
۲-٤. نتیجه‌گیری ٤۹
فصل سوم: روش شناسی تحقیق ٥۱
۳-۱. مقدمه ٥۲
۳-۲. روش و طرح تحقیق ٥۲
۳-۳. جامعه و نمونه آماری تحقیق ٥۲
۳-٤. متغیرهای تحقیق ٥۳
۳-٥. پروتکل تمرین ٥۳
۳-٦. مکمل تحقیق ٥۴
۳-۷. ابزار تحقیق ٥٤
۳-۸. روش جمع آوری داده ها ٥٤
۳-۹. روش آماری ٥٦
فصل چهارم. یافته های تحقیق ٦۱
٤-۱. مقدمه ٦۲
٤-۲. توصیف یافته‌های پژوهش ٦۲
٤-۲-۱. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها ٦۲
٤-۲-۲. شاخص‌هاي توصیفی و استنباطی متغیرهاي تحقیق ٦٤
٤-۳. آزمون فرضیه های تحقیق ٦۷
فصل پنجم. بحث و نتیجه گیري ۷۳
٥-۱. مقدمه ۷٤
٥-۲. خلاصه تحقیق ۷٤
٥-۳. بحث و بررسی یافته های تحقیق ۷٥
٥-٤. نتیجه گیری ۷۸
٥-٥. پیشنهادات تحقیق ۷۸
منابع ۸۰

فهرست جداول

عنوان ..... صفحه
جدول (۲-۱). جایگاه آهن در بدن افراد سالم ۲۲
جدول (٤-۱). آزمون کلموگروف- اسمیرنف جهت بررسی نرمال بودن توزیع نمونه‌های مورد بررسی ٦۳
جدول (٤-۲). ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها ٦٤
جدول (٤-۳). شاخص‌های آماری مربوط به وزن (وزن بر حسب کیلوگرم) ٦٤
جدول (٤-٤). شاخص‌های آماری مربوط به شاخص توده بدن (BMI برحسب کیلوگرم بر متر مربع) ٦٥
جدول (٤-٥). شاخص‌های آماری مربوط به توان بی‌هوازی(نیوتن متر بر ثانیه) ٦٦
جدول (٤-٦). شاخص‌های آماری مربوط به توان هوازی (میلی‌لیتر برکیلوگرم در دقیقه) ٦۷
جدول (٤-۷). تغییرات درون‌گروهی سطوح توان بی‌هوازی در گروه‌های تحقیق ٦۸
جدول (٤-۸). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه سطوح توان هوازی گروه های پژوهش در پیش آزمون ٦۹
جدول (٤-۹). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه سطوح توان بی‌هوازی گروه های پژوهش در پیش آزمون ۶۹
جدول (٤-۱۰). تغییرات درون‌گروهی سطوح توان هوازی در گروه‌های تحقیق ۷۰
جدول (٤-۱۱). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه سطوح توان هوازی گروه های پژوهش در پیش آزمون..... ۷۱
جدول (٤-۱۲). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه سطوح توان هوازی گروه های پژوهش در پیش آزمون..... ۷۲

فهرست نمودار

عنوان ..... صفحه
نمودار (٤-۱). مقایسه تغییرات درون گروهی سطوح توان بی‌هوازی در گروه های پژوهش ٦۸
نمودار (٤-۲). مقایسه تغییرات درون گروهی سطوح توان هوازی در گروه های پژوهش ۷۱

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱. مقدمه

برخورداری از روش زندگی بی‌تحرک یا کم‌تحرک ارتباط مستقیمی با افزایش خطر اختلالات سوخت‌وسازی ازجمله چاقی دارد. برنامه‌های پیشگیری، کنترل و درمان چاقی بر اساس دو اصل کاهش انرژی دریافتی و افزایش انرژی مصرفی طراحی و اجرا می‌شود. بنابراین فعالیت بدنی به‌عنوان یک عامل افزاینده انرژی مصرفی نقش مهمی در کنترل و درمان چاقی دارد و نیز به جهت تنظیم بلندمدت وزن بدن حائز اهمیت فراوان است، زیرا بخشی از این تنظیم به علت افزایش میزان متابولیسم فرد در حال استراحت می‌باشد (۱).

انجام فعالیت بدنی نه‌تنها منجر به حفظ سطح مناسبی از عناصر آمادگی جسمانی مرتبط با تندرستی مانند استقامت قلب و عروق، قدرت و استقامت عضلانی و ترکیب بدنی می‌گردد، بلکه در حفظ و بهبود کیفیت زندگی همه افراد جامعه لازم و ضروری می باشد. ورزش شکل سازمان‌یافته از فعالیت بدنی است که می‌تواند به‌راحتی به انواع مقاومتی و استقامتی طبقه‌بندی شود، درحالی‌که هر دو نوع ورزش موجب ارتقاء سلامتی می‌شوند، سازگاری‌های فیزیولوژیک، وابسته به نوع ورزش استقامتی می‌باشد (۲).

اخیراً محققین برای افزایش فاکتورهای آمادگی جسمانی، روش‌های تمرینی نوینی را ابداع کرده‌اند که می‌توان تمرین تناوبی شدید را نام برد. این نوع تمرینات ورزشی از طریق افزایش قدرت عضله، توان، سرعت، استقامت عضلانی، عملکرد حرکتی، تعادل و هماهنگی و کاهش چربی بدن نقش مهمی در بهبود عملکرد ورزشی بر عهده‌دارند (۲).

از سوی دیگر، محققان نشان داده‌اند که بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی و عملکرد ورزشکاران به سطوح ذخیره آهن در بدن آن‌ها بستگی دارد. لذا برای افزایش سطح آن و افزایش سطوح حداکثر اکسیژن مصرفی و جلوگیری از کمبود اکسیژن در بدن، از مکمل‌های حاوی آهن از قبیل قرص آن استفاده می‌شود. ازآنجایی‌که در خصوص مصرف مکمل آهن به همراه تمرین تناوبی شدید، بر

فوتسالیست‌های جوان اطلاعات اندکی یافت شده است، لذا ضرورت انجام تحقیق در این راستا احساس شد که در این تحقیق به بررسی آن می‌پردازیم.

۱-۲. بیان مسأله

حداکثر اکسیژن مصرفی یا VO2max به میزان اکسیژن حداکثری گفته میشود که بدن انسان قادر است در یک دقیقه دریافت کند. این فاکتور در واحد وزن کل بدن و هر کیلوگرم از وزن بدن محاسبه میگردد. این فاکتور ارتباط تنگاتنگی با وضعیت استقامتی بدن انسان و فعالیتهای هوازی دارد (۱). تحقیقات نشان می‌دهد که هر چه سطح توان هوازی بیشتر باشد، عملکرد قلبی- عروقی فرد نیز بهتر خواهد بود (۱). ازاین‌رو بررسی عوامل محیطی بر فعالیت سطح توان هوازی و بی‌هوازی از اهمیت برخوردار است. از عوامل محیطی می‌توان به نوع فعالیت ورزشی و نیز مکمل‌ها اشاره کرد. اخیراً محققین برای افزایش سطح توان هوازی و استقامت ورزشکاران، روش‌های تمرینی نوینی را ابداع کردند که از این قبیل می‌توان به تمرین تناوبی شدید اشاره داشت. تمرینات تناوبی شدید به‌عنوان یک رویکرد مؤثر در بهبود آمادگی در مدت‌زمان کوتاه به کار گرفته می‌شود. در حال حاضر تعریف جامعی از HIT وجود ندارد، ولی عموماً HIT به وهله‌های تکراری با فعالیت‌های تناوبی به نسبت کوتاه با شدت تمام یا شدتی نزدیک به شدتی که VO2peak به دست می‌آید، نسبت داده می‌شود. با توجه به‌شدت تمرینات، یک تلاش HIT ممکن است از چند ثانیه تا چندین دقیقه طول بکشد و وهله‌های گوناگون به‌وسیله‌ی چند دقیقه استراحت یا فعالیت با شدت کم از هم جدا می‌شوند (۲). شواهد نشان می‌دهند که اگر زمان بازگشت به حالت اولیه بین وهله‌های شدید کاهش یابد، سهم گلیکولیز نیز برای تأمین انرژی کاهش پیدا می‌کند و درنتیجه سوخت‌وساز هوازی برای جبران این کسر انرژی، افزایش پیدا می‌کند (۳). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که سوخت‌وساز هوازی در طول دوره‌های بازگشت به حالت اولیه تمرینات شدید برای بازسازی کراتین فسفات PCr و اکسیداسیون اسیدلاکتیک نقش مهمی دارند (۳). این آشکار خواهد کرد که تمرینات تناوبی شدید به سمت سوخت‌وساز هوازی سوق پیدا می‌کنند

که این امر ظرفیت سوخت‌وساز هوازی را افزایش می‌دهد (۴). تمرینات تناوبی شدید یک رویکرد کارا برای بهبود ظرفیت‌های دستگاه‌های هوازی و بی‌هوازی هستند. گزارش‌شده است که اجرای پروتکل تمرین تناوبی شدید به مدت ۴ تا ۶ هفته باعث بهبود عملکرد ورزشی با شدت بالا، ظرفیت بافری عضله، میزان اکسیداسیون چربی و ظرفیت هوازی می‌گردد (۵،۶،۷،۸). قراخانلو و همکارانش به این نتیجه رسیدند که تمرینات تناوبی شدید باعث افزایش VO2max بعد از اتمام دوره تمرینی می‌گردد (۷).

همان‌طور که اشاره شد، از عوامل محیطی دیگر می‌توان به مکمل‌ها اشاره کرد. آهن مکملی است که تأثیر بسزایی بر اجرای فعالیت‌های ورزشی داشته و می‌تواند خستگی عضلانی را به تأخیر بیندازد (۹).آهن هم‌چنین می‌تواند موجب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش غلظت لاکتات خون شود (۱۰). با توجه به اهمیت مصرف اکسیژن در ورزشکاران رشته‌های مختلف و نیز با توجه به این‌که آهن میزان اکسیژن‌گیری را تا حدود65 درصد افزایش می‌دهد، کمبود آن می‌تواند مشکلات عمده‌ای را در رابطه با کاهش ظرفیت و توان هوازی ورزشکاران به دنبال داشته باشد. برای مثال کمبود آهن می‌تواند سازگاری نسبت به تمرین‌های هوازی را تضعیف نماید (۱۱،۱۲). برخی از پژوهش‌گران معتقدند که تمرینات ورزشی مقدار نیاز روزانه به آهن را افزایش می‌دهد (۱۳). برای مثال نیاز به آهن در جریان فعالیت‌های ورزشی به دلیل از دست رفتن آن از راه تعریق افزایش می‌یابد. هم‌چنین به دلیل تخریب سلول‌های قرمز خون در اثر ضربات مکانیکی موجب از دست رفتن هموگلوبین خون از طریق ادرار می‌گردد (۱۴). درنهایت به دلیل نقش مهم آهن در انتقال و مصرف اکسیژن، ظرفیت انجام تمرینات ورزشی کاهش می‌یابد (۱۴). مصرف مکمل آهن موجب افزایش سطح آهن، فریتین، گلبول-های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و ترانسفرین خون می‌شود (۹،۱۱). به همین منظور، با توجه به نقش آهن در اکسیژن‌رسانی و ظرفیت هوازی و تأثیر تمرین تناوبی شدید بر سطح توان هوازی، این سؤال مطرح است که آیا انجام چهار هفته تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل آهن تا چه اندازه می‌تواند سبب تغییر در سطح توان هوازی و بی‌هوازی در ورزشکاران فوتسالیست گردد؟

۱-۳. اهمیت و ضرورت تحقیق

تمرین تناوبی شدید(HIT) با وهله‌های زمانی کوتاه و بلند در آماده‌سازی جسمانی ورزشکاران برای خیلی از ورزش‌ها استفاده می‌شود. فوتسال ورزشی هیجان‌انگیز و با تحرک است که امروزه توانسته است بین سایر ورزش‌ها، از جایگاه ویژه‌ای بهره‌مند شود. بازیکنان فوتسال با توجه به ماهیت این ورزش و محیطی که این ورزش در آن انجام می‌شود از ویژگی‌های جسمانی خاصی برخوردار هستند. شناخت این ویژگی‌ها به طراحان و برنامه ریزان علم تمرین کمک می‌کند تا با در نظر گرفتن این ویژگی‌ها برنامه‌های لازم را طراحی کنند. نخستین گام در برنامه‌نویسی تمرین آگاهی از نیازهای فیزیولوژیک هر رشته‌ی ورزشی است. تمرین تناوبی شدید به‌عنوان یک روش مؤثر برای توسعه آمادگی در کوتاه‌مدت می‌تواند استفاده شود(۳). همچنین مصرف مکمل‌ها نیز می‌تواند در بهبود فاکتورهای آمادگی جسمانی مؤثر باشند، که از آن جمله می‌توان به مکمل آهن اشاره کرد. نتایج تحقیقات نشان داد که این مکمل می‌تواند بر ظرفیت هوازی و اکسیژن‌رسانی تأثیرگذار باشد (۱۰). بنابراین محقق در نظر دارد اثر یک دوره برنامه‌ی تمرینی تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل آهن را بر سطوح توان هوازی و بی‌هوازی در فوتسالیست‌های آماتور را موردبررسی قرار دهد.

۱-۴. اهداف تحقیق

- اهداف کلی تحقیق

هدف کلی تحقیق، بررسی تأثیر یک دوره مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص‌های توان هوازی و بی‌هوازی فوتسالیست‌های آماتور می‌باشد.

- اهداف ویژه تحقیق

اهداف ویژه این تحقیق عبارت‌اند از:

۱. بررسی تأثیر یک دوره مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص توان بی‌هوازی فوتسالیست‌های آماتور

۲. بررسی تأثیر یک دوره مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص هوازی فوتسالیست‌های آماتور

۱-۵. فرضیه‌های تحقیق

۱. یک دوره مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص توان بی‌هوازی فوتسالیست‌های آماتور تأثیر دارد.

۲. یک دوره مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص توان هوازی فوتسالیست‌های آماتور تأثیر دارد.

۱-۶. پیش‌فرض‌هاي تحقیق

۱. آزمودنی‌ها فقط در رشته ورزشی فوتسال فعالیت ورزشی داشته‌اند.

۲. آزمودنی‌ها در اجرای آزمون‌های مرتبط با آمادگی جسمانی نهایت سعی و تلاش خود را بکار بردند.

۳. آزمودنی‌ها تلاش خود را در هر دو مرحله‌ی پیش‌آزمون و پس‌آزمون یکسان انجام دادند.

۴. آزمودنی‌ها دستورات لازم را به‌طور کامل انجام دادند.

۵. آزمودنی‌ها از برنامه تمرینات کاملاً پیروی کرده‌اند.

۶. آزمودنی‌ها در طول مدت فعالیت از محدوده جغرافیایی در نظر گرفته‌شده جهت انجام تحقیق خارج نشدند.

۱-۷. محدودیت‌هاي تحقیق

- محدودیت‌های غیرقابل‌کنترل تحقیق

این پژوهش با محدودیت‌هایی نیز مواجه بود که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. وضعیت تغذیه‌ای

۲. حالات روحی و روانی و انگیزه آزمودنی‌ها

۳. عدم کنترل وضعیت اقتصادی،اجتماعی و فرهنگی ورزشکاران

- محدودیت‌های قابل‌کنترل تحقیق

۱. محقق وسیله و ابزار اندازه‌گیری تحقیق خود را محدود به تست‌های مرتبط با آمادگی جسمانی کرده است.

۲. سن ورزشکاران در این تحقیق ۲۰- ۱۷ سال می‌باشد.

۳. جنسیت آزمودنی‌ها (مذکر)

۴. برنامه تمرینی آزمودنی‌ها

۵. روز تعیین اندازه‌گیری داده‌ها در سه مرحله از آزمودنی‌ها

۶. روزها و تعداد جلسات تمرین

۷. تعیین نوع ابزار اندازه‌گیری

۸. زمان تعیین‌شده برای هر جلسه تمرینی

۹. تعداد آزمودنی‌ها

۱-۸. تعریف واژه‌ها و اصطلاحات

- تمرین تناوبی شدید[1]

[1]- High Intensity Training

تمرین تناوبی شدید به وهله‌های تکراری با فعالیت‌های تناوبی به نسبت کوتاه با شدتی نزدیک به شدتی که VO_2peak که به دست می‌آید، نسبت داده می‌شود. ویژگی بارز این‌گونه تمرینات حجم خیلی کم آن می‌باشد.

منظور از تمرین تناوبی شدید در تحقیق حاضر، تمرین تناوبی با شدت ۱۲۰ درصد$VO2_{max}$ است که سه جلسه در هفته ودرروزهای زوج به مدت۴هفته به طول انجامید (۱۵).

- مکمل آهن

آهن عنصر شماره ۱۲ جدول تناوبی بوده و وزن اتمی آن در حدود ۵۶ گرم بر مول است. یکی از چهارمین عناصر فراوان و دومین فلز فراوان در سطح زمین می‌باشد (۱۶).

منظور از مکمل آهن در تحقیق حاضر، میزان ۱۰۰ میلی‌گرم قرص فروس سولفات که شامل دو عدد قرص هرکدام حاوی ۵۰ میلی‌گرم فروس سولفات بود، قبل و بعد از هر جلسه تمرین به آزمودنی‌ها همراه با آب‌داده شد (۱۷).

- توان هوازی[1]

به حداکثر توانایی ریه‌ها و قلب و عروق برای جذب و انتقال اکسیژن به عضلات و درنتیجه مصرف هر چه بیشتر عضلات از این اکسیژن گفته می‌شود (۷). منظور از توان هوازی در تحقیق حاضر، حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها بود که از طریق آزمون بالک محاسبه گردید (۱۸).

- توان بی‌هوازی[2]

[1]- Aerobic Power
[2]- Anaerobic Power

توانایی تمام عضلات به تولید نیروی بیشتر و با سرعت زیاد در حرکات کوتاه انفجاری برای مدت‌زمان کوتاه را توان بی‌هوازی گویند (۷). منظور از توان بی‌هوازی در تحقیق حاضر، حداکثر توانی می‌باشد که از طریق آزمون پرش سارجنت برای هر آزمودنی محاسبه گردید (۱۸).

- فوتسالیست جوان نیمه آماتور

به بازی فوتبال درون سالن، فوتسال[1] گفته می‌شود. این رقابت‌ها در زمینی به ابعاد زمین ۲۰×۴۰ مترمربع، در محل‌های سرپوشیده و یا در محل باز و بدون دیوار و حصار انجام می‌گیرد. فوتسال، واژه بین‌المللی برای این رشته ورزشی است. منظور از فوتسالیست در تحقیق حاضر مردان جوان با دامنه سنی ۱۷-۲۰ سال بوده که در باشگاه شهید داریوش زنگنه شهرستان خواف فعالیت داشتند.

[1]- Futsal

فصل دوم

کلیات تحقیق

۲ ـ ۱. مقدمه

این فصل از پژوهش شامل دو بخش می‌باشد. بخش اوّل مبانی نظری است که با تأکید بر نقش فیزیولوژیکی چاقی در بدن، عوامل پیش‌بینی کننده بیماری‌های قلبی- عروقی و فاکتورهای آمادگی جسمانی می‌پردازیم. در انتهای بخش دوّم نیز پیشینه تحقیق که شامل تحقیقات داخلی و خارجی انجام‌شده در رابطه با موضوع تحقیق و نتایج به‌دست‌آمده از آن‌ها می‌باشد، ارائه خواهد شد.

۲-۲. مبانی نظری

۲-۲-۱. تعریف تمرین

این مفهوم به فعالیت منظم و برنامه داری گفته می‌شود که باهدف بهبود عملکرد ورزشکار انجام می‌شود. درواقع تمرین انجام فعالیت‌هایی است که قابلیت سازگاری بدن در برابر فشارهای واردشده را به‌تدریج و پیوسته افزایش می‌دهد با این تعریف تمرین فرایندی تدریجی و آهسته است و در آن هیچ‌گونه تعجیلی مجاز نیست. تمرین به معنای وسیع کلمه، عبارت است از کلیه‌ی اقدامات تنظیم‌شده‌ای که به‌منظور افزایش توانایی‌های جسمی، یادگیری مهارت‌های حرکتی و تکامل خصوصیات روانی انجام می‌شود. اگر تمرین به‌خوبی انجام شود به تغییرات آشکاری در بافت‌ها و دستگاه‌های بدن می‌انجامد که آن نیز خود به بهبود عملکرد در ورزش خواهد انجامید (۱۹).

۲-۲-۲. تمرینات استقامتی

- استقامت

واژه استقامت[1] به‌طورکلی به دو مفهوم جداگانه استقامت قلبی– تنفسی[2] و استقامت عضلانی[1]، تقسیم می‌شود. استقامت قلبی– تنفسی عموماً با واژه‌هایی نظیر آمادگی هوازی[2]، توان

[1]. Endurance
[2]. Cardio respiratory endurance

هوازی[3]، آمادگی قلبی- تنفسی و گاهی اوقات با شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی[4] معرفی می‌شود. اما با توجه به تعداد اصطلاحات در این زمینه استقامت عموماً توانایی قلب، عروق خونی و شش‌ها برای انتقال اکسیژن از محیط به عضلات فعال و برداشت دی‌اکسید کربن به‌منظور تأمین نیازهای حرکتی در شرایط مختلف جسمانی و محیطی را در برمی‌گیرد. استقامت عضلانی نیز با واژه استقامت موضعی مترادف است و به‌صورت قابلیت اجرای حرکات ویژه در مفاصل مختلف بدون ایجاد خستگی یا واماندگی سریع تعریف می‌شود (۲۰).

❖ استقامت هوازی

حداکثر اکسیژن مصرفی ($VO2_{max}$[5]) یا حداکثر جذب اکسیژن عاملی است که می‌تواند ظرفیت ورزشکار را برای انجام ورزش پیوسته مشخص کند و با استقامت هوازی مرتبط است. $VO2_{max}$ به حداکثر میزان اکسیژنی که شخص می‌تواند در طی ورزش حداکثری یا خسته‌کننده مصرف کند، اشاره دارد. $VO2_{max}$ به‌صورت میزان میلی‌لیتر اکسیژن مصرف‌شده در یک دقیقه به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. $VO2_{max}$ را معمولاً بهترین فاکتور استقامت قلبی- تنفسی و آمادگی جسمانی هوازی می‌دانند. ورزشکاران استقامتی حرفه‌ای معمولاً $VO2_{max}$ بالایی دارند. برخی مطالعات نشان می‌دهد که این امر تا حدی زیادی به علت ژنتیک می‌باشد، هرچند نشان داده است که تمرین، $VO2_{max}$ را تا ۲۰ درصد افزایش می‌دهد. هدف اصلی اکثر برنامه‌های تمرینی بالا بردن این عدد است (۲۰).

۲-۲-۳. تمرینات اینتروال شدید (HIT)

تمرینات HIT به‌طور خلاصه این‌گونه تعریف می‌شوند: نوبت‌های تکراری کوتاه تا متوسط مدت تمرینی (۱۰ ثانیه تا ۵ دقیقه)، که با شدتی فراتر از آستانه بی‌هوازی انجام می‌شوند. نوبت‌های تمرینی

---

1. Muscular endurance
2. Aerobic fitness
3. Aerobic power
4. Maximal oxygen consumption ($vo2_{max}$)
5. Maximal Oxygen Consumption

با دوره‌های کوتاه‌مدت کم شدت یا غیرفعالی که اجازه بازگشت به حالت اولیه مختصر و نه کاملی را می‌دهند، از یکدیگر جداشده‌اند (۲۱).

هدف تمرینات HIT ، فشارهای تکراری به سیستم‌های فیزیولوژیکی است که در تمرین استقامتی ویژه‌ای مورداستفاده قرار خواهد گرفت. چندین مطالعه نشان داده‌اند که تمرینات HIT هنگامی‌که با تمرینات تداومی مقایسه می‌شوند، ممکن است اکسیداسیون چربی‌ها را افزایش دهند. ایسن و همکارانش (۱۹۹۷)، یک ساعت تمرین استقامتی تداومی را در ۵۰ % Vo2max با یک ساعت تمرین تناوبی (۱۵ ثانیه در P_{peak} ۱۵ ثانیه استراحت)، با میانگین بارکاری مشابه(W۱۵۷) را باهم مقایسه کرد. در این افراد که قبلاً تمرین نکرده بودند؛ چربی بیشتر و گلیکوژن کمتری در مقایسه با گروه تداومی مورداستفاده قرار گرفت. همچنین در مطالعه‌ای بر روی موش‌ها، شیلیبک (۱۹۹۸) نشان داد که اکسایش میتوکندریایی اسیدهای چرب در موش‌ها در پی تمرینات HIT بیشتر از تمرینات استقامتی زیر بیشینه بوده است. شواهد نشان می‌دهند که اگر زمان ریکاوری بین نوبت‌های سرعتی (شدید) کاهش یابد، سهم گلیکولیز نیز برای تأمین انرژی کاهش پیدا می‌کند و درنتیجه متابولیسم هوازی برای جبران این کسر انرژی افزایش پیدا می‌کند (۲۲). لینویزر و همکاران (۱۹۹۳) پیشنهاد کردند که متابولیسم هوازی در طول ریکاوری‌های تمرینات شدید برای دوباره‌سازی کراتین فسفات (PC) و اکسیداسیون اسیدلاکتیک (حذف لاکتات) نقش مهمی دارند. این آشکار خواهد کرد که تمرینات تناوبی با شدت بالا، به سمت منابع هوازی سوق پیدا می‌کنند که این امر ظرفیت متابولیسم هوازی را افزایش می‌دهد (۲۲).

با توجه به مطالعاتی که در افرادی که قبلاً تمرین نکرده بودند انجام‌گرفته است، یکی از مزیت‌های مهم تمرین HIT تنظیم افزایشی هر دو سیستم انرژی اکسیداتیو و گلیکولیتیک می‌باشد که از طریق حفظ و نگهداری فسفات‌های پرانرژی باعث تولید و توسعه انرژی عضلات فعال می‌شود (۲۳). به‌طور خلاصه تمرینات HIT در افراد غیرفعال و فعال تفریحی، عملکرد استقامتی را بیشتر از آن چیزی که در تمرینات استقامتی تداومی رخ می‌دهد گسترش می‌دهند. این افزایش و بهبود تااندازه‌ای

به‌واسطه تنظیم افزایشی هر دو متابولیسم هوازی و بی‌هوازی برای تقاضاهای انرژی می‌باشد که در دسترس بودن ATP را افزایش می‌دهد و سطوح انرژی را در عضلات فعال بهبود می‌بخشد. این بهبود متابولیسم هوازی می‌تواند به دلیل افزایش بیان نوع تارهای I ، افزایش مویرگی و آنزیم‌های اکسیداتیو باشد.

۲-۲-۴. مکانیسم‌هایی که باعث توسعه عملکرد استقامتی در پی تمرینات HIT می‌شوند

- سازگاری‌های محیطی

سازگاری‌های محیطی به تمرینات استقامتی به توانایی عضلات فعال در تولید و مصرف ATP برمی‌گردد. یکپارچگی مسیرهای متابولیکی که به سنتز دوباره ATP و مصرف آن در فرآیندهای تحریک- انقباض کمک می‌کنند، این کارایی را تعیین می‌کنند (۲۳). وستون و همکاران (۱۹۹۷)، دریافتند که فعالیت‌های HK (هگزا کیناز)، PFK (فسفو فروکتوکیناز) و CS (سیترات سنتتاز) و ۳-هیدروکسی اسیل COA دهیدروژناز با تمرینات HIT تغییر نمی‌کند. باوجوداین افزایش معنی‌داری در ۴۰ km تایم تریل، P_{peak} و زمان رسیدن به خستگی در ۱۵۰٪ P_{peak} در ۶ مرد دوچرخه‌سوار تمرین کرده در پی ۶ جلسه HIT در طول ۳ هفته مشاهده شد. بیلات و همکاران (۲۰۰۱)، نشان دادند که HIT ممکن است باعث استفاده بیشتر اسیدهای چرب حتی در افراد بسیار تمرین کرده باشد (۲۲). از طرفی شپلی و همکاران (۱۹۹۲) هنگامی‌که اثر تیپر را بر عملکرد و فعالیت سیترات سنتتاز دوندگان تمرین کرده مسافت‌های متوسط سنجیدند، دریافتند که تیپر با شدت بالا (۳-۵ بار ۵۰۰ متر در شدت ۱۲۰٪ v02peak به همراه ۸۰۰ متر جاگینگ به‌عنوان ریکاوری، ۵ بار در هفته)، زمان رسیدن به خستگی را در ۱۱۵٪Vo2peak (۲۲٪) و فعالیت CS را (۱۸٪)، در مقایسه با تیپر کم شدت یا گروه بدون تیپر افزایش داده است (۲۴). جالب‌تر اینکه تیپر با شدت بالا، شامل شدت‌های تمرینی فراتر از آن چیزی بود که دوندگان در تمرینات عادی خود انجام می‌دادند. این امر پیشنهاد می‌کند که افزایش شدت تمرین ممکن است فعالیت آنزیم‌های اکسایشی را حتی در افراد بسیار تمرین کرده نیز بهبود

ببخشد. به علاوه بعضی از محققین نیز گزارش کرده اند که ارزش های نسبت تبادل تنفسی در یک بار کاری زیر بیشینه در پی تمرینات HIT ، کاهش می‌یابد (۲۵).

افزایش ظرفیت گلیکولیتیک، روش دیگری است که به‌واسطه آن عملکرد استقامتی می‌تواند بهبود یابد. همچنین علاوه بر تغییراتی که در آنزیم‌های گلیکولیتیک رخ می‌دهد، مکانیسم‌های محیطی دیگری وجود دارند که در توسعه عملکرد استقامتی در پی تمرینات HIT در افراد تمرین کرده سهیم هستند. این فاکتورها شامل: ظرفیت عضلات اسکلتی در بافر کردن یون هیدروژن (H^+) و تنظیم افزایشی یا کاهشی پمپ‌های کاتیونی عضلات می‌باشند. ظرفیت عضلات فعال در بافر کردن یون هیدروژن (H^+) با عملکرد سرعتی در افراد تمرین نکرده و تمرین کرده مرتبط است (۲۶). به‌علاوه نشان داده‌شده است که فعالیت‌های سرعتی ظرفیت بافری عضلات اسکلتی را در افراد تمرین نکرده و تمرین کرده افزایش می‌دهند. وستون و همکاران (۱۹۹۷) افزایش معناداری را در ظرفیت بافری عضلات اسکلتی تنها بعد از ۳ هفته تمرینات HIT گزارش کردند. آن‌ها همچنین دریافتند که رابطه معناداری بین عملکرد ۴۰ کیلومتر تایم تریل و ظرفیت بافری عضلات اسکلتی در ۶ دوچرخه‌سوار بسیار تمرین کرده وجود دارد. این یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند که توسعه عملکرد استقامتی در پی تمرینات HIT ممکن است به‌واسطه افزایش توانایی در بافر کردن یون هیدروژن (H^+) باشد. دیگر مکانیسمی که ممکن است در توسعه عملکرد استقامتی در افراد تمرین کرده در پی تمرینات HIT سهیم باشد، اختلال در بیان آنزیم‌های Na^+-K^+-ATPase و آنزیم Ca^{++}-ATPase شبکه سارکوپلاسمی می‌باشد. این آنزیم ها مسئول تنظیم فعالیت پمپ هایی هستند که در انتقال کاتیون‌ها درگیر هستند و پتانسیل غشای عضلانی را حفظ می‌کنند. نشان داده‌شده است که تمرینات مقاومتی، استقامتی و سازگاری به ارتفاع در سطوح این آنزیم‌ها اختلال ایجاد می‌کنند (۲۲).

حال با دانستن آنکه افراد تمرین کرده می‌توانند در تمرینات شدید دچار هایپوکسی شوند و نیز ازآنجایی‌که هایپوکسی محرکی برای اختلال در تراکم پمپ Na^+-K^+-ATPase می‌باشد؛ تحقیقات زیادی لازم است تا این امکان را که تمرینات HIT باعث اختلال در بیان پمپ‌های کاتیونی می‌شوند

در افراد تمرین کرده بررسی کند برخی از این مطالعات در پیشینه پژوهش ذکرشده است. دیگر فاکتورهایی که ممکن است در توسعه عملکرد استقامتی در افراد تمرین کرده در پی تمرینات HIT مؤثر باشند می‌توان از تغییرات بیومکانیکی، سازگاری‌های اعصاب مرکزی و سیستم درون‌ریز و همچنین دیگر تغییرات محیطی از قبیل افزایش میوگلوبین، تراکم مویرگی، و مشخصه‌های نوع تار عضلانی، نام برد. ذخایر میوگلوبینی که نشان‌دهنده حدود ۱۰٪ از کسر اکسیژن جمع‌آوری‌شده هستند.، نشان داده‌شده است که در پی تمرینات استقامتی در افراد تمرین نکرده، بدون تغییر باقی می‌مانند. ذخایر میوگلوبین ممکن است با افزایش اکسیژن مصرفی در طول تمرینات HIT مرتبط باشند. بارگیری دوباره ذخایر میوگلوبین در مراحل ریکاوری می‌تواند اکسیژن در دسترس را در نوبت‌های اینتروال بعدی افزایش دهد. این مکانیسم می‌تواند تا حدودی توضیح‌دهنده این مشاهدات باشد که افراد تمرین کرده می‌توانند اینتروال های بیشتری را در پی تمرینات HIT انجام دهند (۲۷، ۲۴).

نشان داده‌شده است که سطوح میوگلوبین در پاسخ به فشارهای هایپوکسی افزایش می‌یابند. این احتمال وجود دارد که در پی تمرینات HIT، هایپوکسی ایجادشده می‌تواند باعث افزایش سطوح میوگلوبین شود که این امر احتیاج به بررسی و تحقیق بیشتری دارد. افزایش بیان تارهای نوع I در پی تمرینات پیچیده سرعتی در افراد تمرین نکرده گزارش‌شده است. ممکن است که تارهای نوع I نقش مهمی را در مرحله ریکاوری تمرینات HIT در مورد سنتز دوباره کراتین فسفات و اکسایش (حذف) اسیدلاکتیک ایفا کنند. تعداد بیشتر مویرگ‌ها و نسبت بالای مویرگ به تار عضلانی از مشخصه‌های عضلات اسکلتی افراد تمرین کرده می‌باشد. اما به نظر نمی‌رسد که افزایش بیشتری در تراکم مویرگی در پی تمرینات HIT رخ دهد، اما باوجوداین بیشاپ و همکاران (۲۰۰۰) در گروهی از دوچرخه‌سواران زن تمرین کرده گزارش کردند که همبستگی منفی بین قطر تارهای نوع دوم و ۱ ساعت عملکرد دوچرخه‌سواری وجود دارد. که این محققین پیشنهاد کردند که کاهش اندازه تارهای نوع II ممکن است به افزایش تراکم مویرگی و بهبود حذف لاکتات کمک کند (۲۷).

- سازگاری‌های مرکزی

سازگاری‌های مرکزی به تمرینات استقامتی به‌راحتی با افزایش حمل اکسیژن به سمت عضلات فعال شناخته می‌شود. با دانستن اینکه ضربان قلب بیشینه در پاسخ به تمرینات استقامتی بدون تغییر باقی می‌ماند، افزایش در حمل اکسیژن به سمت عضلات فعال در طول تمرینات با شدت بالا، می‌تواند به افزایش حجم ضربه‌ای نسبت داده بشود. حجم ضربه‌ای می‌تواند به‌واسطه نیروی انقباض پذیری بیشتر بطن چپ و یا به‌واسطه افزایش فشار ناشی از پر شدن قلبی افزایش یابد که این امر حجم پایان دیاستولی را زیاد می‌کند و درنتیجه حجم ضربه‌ای را افزایش می‌دهد. افزایش حجم پلاسما به‌وسیله تمرین و سازگاری به گرما رخ می‌دهد. که به‌عنوان تنها عاملی که بیشترین اهمیت را در توسعه پایداری قلبی عروقی و تنظیم حرارت در تمرینات طولانی‌مدت دارد، نسبت داده‌شده است. هایپر ولومیا (افزایش حجم پلاسما و خون) به کاهش فشار به سیستم قلبی عروقی از طریق جلوگیری از کاهش معنادار در فشار میانگین سرخرگی، فشار سیاهرگ‌های مرکزی، و پر شدن قلبی کمک می‌کند که درنتیجه حجم ضربه‌ای حفظ یا افزایش می‌یابد (۲۳).

افزایش حجم پلاسما به‌واسطه تمرین یا سازگاری گرمایی به افزایش سطوح رنین پلاسما، وازوپرسین و مقدار آلبومین پلاسما نسبت داده‌شده است که احتباس آب و سدیم را در خون تسهیل می‌کنند. دیگر مکانیسمی که ممکن است مسئول افزایش عملکرد در پی تمرینات HIT در افراد تمرین کرده باشد، توسعه تحمل گرمایی از طریق افزایش جریان خون پوستی یا افزایش میزان تعریق می‌باشد. باوجوداینکه تمرینات HIT در حالت گرمایی خنثی و کنترل‌شده‌ای انجام می‌شوند، اما باوجوداین تمرینات HIT منجر به تولید دمای مرکزی در حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌شوند. و همچنین نشان داده‌شده است که تمرینات استقامتی به‌خودی‌خود و به‌طور مستقل حجم پلاسما را افزایش می‌دهند که سازگاری گرمایی جزئی را باعث می‌شوند. به دلیل ارتباط قوی که بین خستگی ارادی و افزایش حرارت مرکزی مشاهده‌شده است، این امکان وجود دارد که ورزشکاران بسیار تمرین کرده ممکن است تااندازه‌ای از طریق توسعه تنظیم حرارتی، در انجام جلسات HIT موفقیت حاصل کنند (۲۱).

۲-۲-۵. مکانیسم‌های سیگنالینگ بالقوه‌ای که در تغییر شکل عضلات اسکلتی بعد از تمرینات HIT درگیر هستند.

توانایی تمرینات HIT برای به وجود آوردن تغییرات سریع در ظرفیت اکسیداتیو عضلات اسکلتی، بدون شک به فراخوانی بالای تار عضلانی و به‌طور بالقوه تأکید بر تارهای نوع II، مرتبط است. اما مکانیسم‌های زمینه‌ای آن نامعلوم است. از جنبه و لحاظ سیگنالینگ سلولی، تمرینات نوعاً به تمرینات قدرتی یا استقامتی و یا تمرینات با مدت کوتاه با شدت بالای کار که معمولاً با افزایش توده عضلات اسکلتی مرتبط هستند و تمرینات طولانی‌مدت با شدت کم تا متوسط که با افزایش توده میتوکندریایی و فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو مرتبط هستند، طبقه‌بندی می‌شوند. به‌طور نسبی اطلاعات کمی راجع به رویدادهای سیگنالینگ داخل سلولی که تغییر شکل عضلات اسکلتی را در پاسخ به HIT، میانجیگری می‌کنند وجود دارد. که این رویدادها شبیه تمرینات قدرتی نمی‌باشند و به‌وسیله هایپرتروفی برجسته عضله اسکلتی ، مشخص نمی‌شوند (۲۵). البته با دانستن اینکه فنوتیپ اکسایشی به‌سرعت به‌وسیله HIT تنظیم افزایشی می‌شود به نظر می‌رسد که سازگاری‌های متابولیکی این نوع تمرینات می‌تواند به‌واسطه قسمتی از مسیرهای سیگنالینگی باشد که به‌طور طبیعی با تمرینات استقامتی مرتبط است.

فعال‌کننده توأم گیرنده آلفا و گامای فعال‌شده توسط تکثیرکننده پروکسی زورم (PGC-1α) یک تنظیم‌کننده کلیدی بیان آنزیمی در تعدادی از انواع سلول‌ها و همچنین عضله اسکلتی می‌باشد. PGC-1α یک فعال‌کننده مشارکتی نسخه‌برداری است که آنزیم‌های هیستون استیل ترانسفراز (HAT) را به سمت تعدادی از فاکتورهای نسخه‌برداری ویژه متصل به DNA در داخل نواحی پروموتوری تنظیمی ژن، فرامی‌خواند. فراخوانی HATs ها به این نواحی، ساختمان کروموزوم موضعی را به ساختاری که موردتوجه نسخه‌برداری است تغییر می‌دهد. تأثیر PGC-1α بر فنوتایپ عضلات اسکلتی می‌تواند با یک بیش بیانی ژنتیکی PGC-1α که منجر به تبدیل تارهای نوع تند به کند بشود، که البته این گفته داستان گونه می‌باشد. این تغییر در فنوتیپ با افزایش در بیان آنزیم‌های

میتوکندریایی و افزایش در زمان رسیدن به خستگی هنگام تحریک الکتریکی، همراه است.. تمرینات استقامتی فعالیت و بیان ژن PGC-1α را افزایش می‌دهد که پیشنهادکننده این است که PGC-1α می‌تواند یک مشخصه مهمی از پاسخ سازگاری به این نوع تمرینات باشد (۲۸، ۲۹)

اخیراً محققان دریافتند که ۶ هفته تمرینات HIT با حجم کم، مقدار پروتئینی PGC-1α را در عضلات اسکلتی انسانی، مشابه با تمرینات استقامتی با حجم بالا ، افزایش (۳۰). توانایی تمرینات بر پایه اینتروال در این خصوص به‌وسیله تردا و دیگران حمایت می‌شود که افزایش در مقدار پروتئینی α PGC- 1 را بعد از یک نوبت تمرین شنای متناوب با شدت بالا در موش‌ها نشان دادند. در حقیقت فعالیت PGC-1α به‌وسیله $p160_{myb}$، سرکوب‌کننده قوی عملکرد PGC-1α، تنظیم می‌شود. فسفوریلاسیون PGC-1α، باعث اختلال در رابطه متقابل با $p160_{myb}$ می‌شود که به PGC-1α اجازه می‌دهد تا با تنظیم‌کننده‌های نسخه‌برداری، مرتبط شود. که این عمل باعث افزایش فعالیت PGC-1α می‌شود (۲۹).

پروتئین کیناز فعال‌شده به‌وسیله میتوژن P38 (MAPK)، یکی از کینازهایی است که می‌تواند PGC-1α را فسفوریله کند که به‌موجب آن فعالیت PGC-1α تنظیم می‌شود. این مسیر عضوی از خانواده بزرگ MAPK است و به‌وسیله استرس‌های سلولی که شامل تمرینات نوع هوازی نیز می‌شود، فعال می‌شود (۲۹). باوجوداینکه مکانیسم دقیقی که به‌وسیله آن، تمرین، MAPK P38 را فعال می‌کند، ناشناخته است، احتمال به نظر می‌رسد که مستلزم فسفوریلاسیون به‌وسیله آبشار کینازی بالادست باشد. شاخص‌های فعال‌سازی PGC-1α در طول تمرین با افزایش فسفوریلاسیون P38 در هسته، مرتبط هستند. به‌علاوه فعال‌سازی ساختاری MAPK P38 در تارهای عضلانی تند، منتج به افزایش بیان آنزیم‌های میتوکندریایی می‌شود که پیشنهادکننده این است که MAPK P38 یک واسطه مهم پاسخ سازگاری به تمرین است. تمرین همچنین تنظیم‌کننده قوی بیان PGC- 1α می‌باشد. افزایش معناداری در پروتئین PGC-1α ، ۳ ساعت بعد از تمرین در عضله اسکلتی موش نشان داده‌شده است (۳۰). تجزیه‌وتحلیل ناحیه پرو موتوری ژن PGC-1α آشکار کرد که نواحی

نگه‌دارنده فاکتور افزایش‌دهنده مایوسیت ۲ (MEF2) و پروتئین متصل به عامل پاسخ ´۳و´۵ آدنوزین مونو فسفات (CREB)، برای تمرینی که منجر به افزایش بیان PGC-1α می‌شود، لازم هستند. باوجوداینکه CREB به مقدار زیادی به‌وسیله سیستم اعصاب سمپاتیک کنترل می‌شود، به نظر می‌رسد که MEF2 ، به‌وسیله پروتئین کیناز فعال‌شده توسط آدنوزین منو فسفات (AMPK)، تنظیم بشود. فعال‌سازی AMPK بابیان آنزیم میتوکندریایی و PGC-1α در ارتباط است و فرض شده است واسطه اصلی سازگاری عضله اسکلتی به تمرین باشد. همچنین مسیر P38 MAPK ، در تنظیم بیان PGC-1α در طول تمرین نقش دارد (۲۷). که احتمالاً به‌واسطه تنظیم فعالیت PGC-1α می‌باشد. روی‌هم‌رفته این اطلاعات نشان می‌دهد که مسیرهای P38 MAPK و AMPK، واسطه‌های کلیدی افزایش ظرفیت اکسیداتیو عضلات اسکلتی در پاسخ به تمرینات ورزشی باشند. باوجوداین مسیرهای سیگنالینگ درست و دقیقی که در پاسخ عضلات اسکلتی به تمرینات HIT درگیر هستند؛ ناشناخته باقی‌مانده‌اند. افزایش بالقوه در بیان آنزیم‌های اکسیداتیو و بهبود ظرفیت استقامتی پیشنهادکننده این است که HIT به‌طور بالقوه این مسیرهای سیگنالینگ مشابه را فعال می‌کند. در ادامه مواردی چون کورتیزول و تستوسترون، بحث می‌شود و در انتها به تحقیقات قبلی انجام‌شده داخلی و خارجی در رابطه با اثرات این فاکتورها پرداخته می‌شود (۳۰).

۲-۲-۶. متابولیسم آهن در بدن[1]

آهن عنصر شماره ۱۲ جدول تناوبی متناوبی بوده و وزن اتمی آن در حدود ۵۶ گرم بر مول است. یکی از چهارمین عناصر فراوان و دومین فلز فراوان در سطح زمین می‌باشد. آهن برای بیشتر موجودات زنده عنصری اساسی است و در مراحل گوناگون و مهم مکانیسم‌های اکسیداتیو سلولی و به‌منظور انتقال اکسیژن به بافتها شرکت می‌کند. آهن یکی از اجزاء کروموپرتئین‌های حامل اکسیژن شامل هموگلوبین و میوگلوبین می‌باشد. بعلاوه در ساختمان آنزیم‌های متفاوت برای مثال سیتوکروم

[1] Iron Metabolism

اکسید از، گزانتین اکسیداز، پر اکسیداز و کاتالاز شرکت می‌کند. بخشی از آهن موجود در بدن فلاوپروتئینها[1] شامل سیتوکروم، دوکتاز، سوکسینات دهیدروژناز، NADH دهیدروژناز، آسیل کو آنزیم A دهیدروژناز و گزانتین اکسیداز می‌باشد. علاوه بر این پروتئین‌های آهن- گوگرد و اشکال ذخیره‌ای (فریتین و هموسیدرین) و انتقالی ترانسفرین فرمهای دیگری از آهن موجود در بدن می‌باشند (۳۱).

۲-۲-۷. توزیع آهن در بدن

بر اساس انتشار تشریحی، مشخصات و عمل شیمیایی شش جایگاه آهن را می‌توان توصیف نمود.

جدول (۲-۱). جایگاه آهن در بدن افراد سالم

جایگاه	مقدار آهن در جایگاه mg	درصد آهن تام در بدن ٪
آهن هموگلوبین	۲۵۰۰	۶۷
ذخیره آهن (فریتین، هموسیدرین)	۱۰۰۰	۲۷
آهن میوگلوبین	۱۳۰	۳/۵
محل یا مخزن ناپایدار	۸۰	۲/۲
آهن سایر ترکیبات	۸	۰/۲
آهن ترانسپورت	۳	۰/۰۸

مقدار آهن در بدن مردان بالغ تقریباً ۵۰ گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن و برای زنان ۳۵ میلی‌گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن هست. (۳۱)

[1] Flavoproteins

۲-۲-۸. هموگلوبین

بیشترین و مهم‌ترین جایگاه آهن در بدن هموگلوبین است. در حدود آهن بدن را شامل می‌شود. به‌طور طبیعی هموگلوبین حاوی تقریباً ۳ گرم آهن می‌باشد و ازنظر وزن هموگلوبین حاوی ۰/۳۴ آهن است. اندازه این جایگاه آهن در کم‌خونی و پلی سیتمی‌تغییر می‌کند.(۳۱)

۲-۲-۹. ذخیره آهن

آهن در این جایگاه به دو شکل فریتین و هموسیدرین وجود دارد. فریتین کمپلکسی از هیدروکسید آهن و پروتئینی بنام آپوفریتین است که محلول در آب می‌باشد. هر ملکول آپوفریتین می‌تواند ۲۰۰۰ اتم آهن را در خود جای دهد. وزن ملکولی آن در حدود ۴۶۰۰۰۰ و آهن تقریباً ۲۰٪ وزن آن را تشکیل می‌دهد. فریتین به‌طور نرمال در بسیاری از نسوج پیدا می‌شود اما وجود آن در کبد، سیستم گوارشی و مخاط روده مهم‌ترین اهمیت در متابولیسم آهن را دارا است. آهن در فریتین بشکل فریک است. هموسیدرین یک کمپلکس آهن پروتئین غیر محلول در آب است که حدود ۳۷٪ از وزن آن را آهن تشکیل می‌دهد. هموسیدرین غالباً در سلول‌های سیستم رتیکلو آندوتلیان (مغز استخوان، سلول کوپفر کبد، طحال) وجود دارد. هموسیدرین را می‌توان توسط میکروسکوپ در مقاطع بافتی رنگ‌شده و مغز استخوان به‌صورت توده یا دانه‌هایی که دارای پیگمان با انعکاس طلایی است مشاهده نمود. مقدار جایگاه آهن‌بر حسب فرد در شرایط طبیعی وبیماری تغییرات زیادی دارد. به‌طور طبیعی در مردان بالغ مقدارش در حدود ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم است. در زنان بالغ در حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌گرم است، خالی شدن جایگاه ذخیره آهن زمانی که اتلاف آهن بیش از جذب آن باشد خیلی زود بروز خواهد نمود. (۳۴،۳۱).

۲-۲-۱۰. جایگاه انتقالی آهن

با توجه به آهن تام بدن و اینکه میزان آهن این جایگاه در حدود ۳ میلی‌گرم است می‌توان گفت جایگاه انتقالی کوچک‌ترین جایگاه آهن بدن می‌باشد، ولی لازم است توجه داشته باشیم که

ازنظر سینتیک این جایگاه فعال‌ترین جایگاه آهن می‌باشد، زیرا آهن در آنجا به‌طور طبیعی دارای سرعت تغییرات و جایگزینی[1] بالائی بوده که حداقل ده بار در هر ۲۴ ساعت انجام می‌گیرد. جایگاه انتقالی راه واسطه‌ای نیز می‌باشد. زیرابه آن وسیله آهن در جایگاه‌های دیگر می‌تواند مبادله گردد. آهن انتقالی با پروتئین‌های خاصی به نام تراسنفرین پیوند می‌شود که از گروه بتاگلوبولین بوده و وزن ملکولی آن حدود ۸۰۰۰۰ می‌باشد. مکان بسته شدن آهن در هر یک از دوانتهای مولکول گلوبرولین کروی قرارگرفته که در هر یک از این محلها یک اتم آهن سه‌ظرفیتی می‌تواند پیوند شود یا به‌عبارت‌دیگر بر روی دو محل مذکور مکان خاص پیوند آهن قرارگرفته است، درحالی‌که تراسنفرین فاقد آهن بی‌رنگ است. کمپلکس آهن تراسفرین صورتی‌رنگ می‌باشد. به‌طور طبیعی تقریباً یک‌سوم محل پیوند آهن تراسنفرین توسط آهن اشغال‌شده است. بعلاوه به‌طور طبیعی حدود ۲۹۰ میلی‌گرم تراسنفرین در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر سرم انسان وجود دارد و این مقداراز ترانسفرین قادر است تقریباً ۳۰۰ میکروگرم آهن را حمل نماید. بنابراین ترانسفرین هر دسی لیتر سرم تقریباً ۱۰۰ میکروگرم آهن را حمل می‌نماید. البته این مسئله نوسان فراوانی داشته و تحت شرایط فیزیوپاتولوژیک مختلف متفاوت است. حداقل ۱۹ نوع ملکول تراسنفرین شرح داده‌شده‌اند که ازنظر ژنتیک متمایز می‌باشند. به نظر می‌رسد خواص پیوند با آهن و سینتیک این انواع از هم متمایز باشند (۳۱).

۲-۲-۱۱. مکانیسم جذب آهن[2]

برخلاف عناصر کمیاب دیگر هموستاز آهن دارای این ویژگی منحصربه‌فرد است، که به‌طور عمده به‌وسیله جذب تنظیم می‌شود، نه به‌وسیله دفع ازآنجایی‌که ظرفیت بدن در دفع آهن خیلی محدود است. به خاطر اینکه تجمع آن در بافت به سطح سمی نرسد، جذب آن از روده بایستی کنترل شود. به همین دلیل که بدن آهن را بسیار خوب نگه می‌دارد فقط جذب ۶ تا ۱۲ درصد از آهن خورده

[1] Turnover
[2] Iron absorption

شده کافی است تا تعادل آهن بدن ثابت بماند. درعین‌حال در حالات کمبود آهن و در طول رشد و حاملگی جذب معده- روده‌ای طبیعی باید از ۱/۳ mg در روزبه تقریباً ۴ mg در روز افزایش یابد (۳۳)

پس از ورود آهن در بدن، آهن از اپی تلیوم مخاط عبور نموده و به‌طرف شبکه مدیرگی زیر مخاطی پیش می‌رود. به نظر می‌رسد که برداشت آهن توسط سیستم لنفاتیک انجام نخواهد شد. در برخی از انواع پستانداران هِم[1] مستقیماً از طریق سلول اپی تلیال ممکن است عبور کند. در انسان فقط جزء کمی از هم (حلقه تتراپیرول حاوی آهن) توسط سلول‌های مخاطی جذب ومستقیما عبور نموده، به پلاسما خواهد رسید. اکثریت هم جذب‌شده توسط سلول‌های مخاطی به‌طور آنزیماتیک به آهن آزاد وتتراپیرول تجزیه می‌گردد آهن به‌محض جذب توسط سلول مخاطی به یک مکانیسم انتقال داخل سلولی نیاز دارد که این مکانیسم هنوز کاملاً روشن نشده است. واضح است که آهن یونی فقط به شکل دو ظرفیتی جذب می‌شود اما به‌محض وارد شدن به سلول یک الکترون ازدست‌داده و به شکل‌تری والان یا سه‌ظرفیتی درآمده و آنگاه با پروتئینی بنام آپوفریتین[2] که یک پروتئین درون سلولی است ترکیب و فریتین[3] به وجود می‌آید (۳۴).

۲-۲-۱۲. فریتین سرم[4]

اکثر آهن بدن انسان در هموگلوبین تمرکزیافته و متابولیسم آهن به مقیاس وسیعی به سنتز و شکسته شدن این پروتئین مربوط می‌گردد. ۱۰٪ باقیمانده آهن در میوگلوبین (پروتئین قابل پیوند با اکسیژن در عضله) و مقدار کمی در آنزیم‌ها و سایر پروتئین‌های حیاتی موجود می‌شود. ذخایر آهن بدن از فریتین وهموسیدرین ساخته می‌شود وبنظر می‌رسد که هموسیدرین شکل تغییریافته فریتین باشد. قسمت اعظم ذخایر آهن به‌صورت فریتین بوده اما با افزایش انباشتگی فریتین، مقدار افزایش‌یافته به شکل هموسیدرین ذخیره خواهد شد. فریتین به‌طور طبیعی مقدار متناهی آهن دارد.

[1] Heme
[2] Apoferritin
[3] ferritin
[4] serum ferritin

به‌طور متوسط ۲۰۰۰ اتم آهن در هر مولکول فریتین موجود است. فریتین در طبیعت، در باکتری‌ها، گیاهان و حیوانات نیز یافت می‌شود. در بدن انسان به مقدار زیاد در کبد، طحال ،مغز استخوان وجود داشته، ولی فریتین از سلولهای انسانی نظیر اریتروسیتها، لکوسیتها و پلاکت‌ها نیز جداشده است. علت پائین آمدن فریتین سرم نسبت به مقدار نرمال آن، کاهشی است که در مقادیر ذخیره آهن پدید می‌آید و تقریباً کلیدی در جهت تشخیص کمبود آهن است زیرا هرگاه ذخایر آهن تهی شود، فریتین سرم سقوط خواهد نمود. کاهش مقدار فریتین سرم از ۱۲ میکروگرم در لیتر نشانه کاهش و یا فقدان ذخایر آهن بدن خواهد بود. درعین‌حال در حالت‌های التهابی عفونت و بیماری‌های مزمن دیگر فریتین سرم متناسب با سطح ذخیره آهن نبوده، به همین خاطر برای احتیاط مقدار ۵۰ میکروگرم در لیتر جهت تشخیص آنمی فقر آهن بکار می‌رود. در زیادی مقدار آهن، برای مثال بیماری هموکروماتوزیس آدیوپاتیک یا تالاسمی‌ماژور همراه با بالا رفتن سطح فریتین سرم می‌باشد. اگرچه مقادیر بالا رفته می‌تواند ناشی از بیماری کبد، برای مثال هپاتیت ویروسی و یا بیماری هوجکین باشد. (۳۵)

بلورهای فریتین که از کبد و طحال حیوانات مختلف به‌دست‌آمده از یک غشاء پروتئین تشکیل‌شده که یک هسته مرکزی آهن دارد که حاوی ۴۰۰۰ اتم آهن می‌باشد در برگرفته است. وزن مولکولی آپو فریتین[1] طحال اسب در حدود ۴۵۰۰۰۰ است. آپوفریتین از ۲۴ جزء اصلی فرعی[2] با وزن مولکولی ۱۸۵۰۰ ساخته‌شده است. فریتین گیاهان و حیوانات ترکیبات اسیدآمینه مشابه دارند. تمام فریتین‌ها حاوی ۴۵ درصد اسیدهای آمینه بدون بار و ۱۳ تا از ۱۵ اسیدآمینه آلانین در هر واحد می‌باشد. ساختمان یادشده گویای اختلافات انواع مختلف فریتین و حتی فریتین‌های نسوج مختلف از همان نوع می‌باشد. هر واحد فرعی استوانه‌ای شکل و تقریباً حاوی چهار هلیکس موازی است (۳۵).

[1] Apoferritin
[2] subunits

۲-۲-۱۳. برداشت و آزادسازی آهن توسط فریتین

مطالعات ثابت کرده است که فریتین براثر ورود آهن به مولکول‌های آپوفریتین تشکیل می‌شود. بدین طریق که در حضور آهن فرد (Fe^{++}) و عامل اکسیدکننده، آپوفریتین آهن را گرفته و پس از اکسید نمودن به‌صورت Fe^{3+} در قسمت مرکزی خود آن را حفظ و ذخیره می‌نماید ثانیاً عوامل احیاکننده آهن را از مولکول یادشده آزاد خواهد ساخت نکته مهم‌تر آنکه سنتز خود آپوفریتین توسط آهن تحریک خواهد شد. تحقیقان نشان داده است که میزان برداشت و آزادسازی آهن با سطح منطقه مرکزی که جهت انبار یا آزادسازی آهن بکار می‌روند تغییر خواهد نمود. برداشت آهن سه‌ظرفیتی توسط آپوفریتین به سهولت انجام نمی‌گیرد و احتمالاً علت آن غیر محلول بودن آهن سه‌ظرفیتی در PH خنثی است. مطالعات بیشتر بر روی مکانیسم برداشت آهن به‌طوری‌که اخیراً گزارش نموده‌اند، فریتین حاوی یک یون فسفات در هر ۹ اتم آهن می‌باشد. محققان نشان دادند که بیشتر فسفات در فریتین طبیعی در سطح هسته مرکزی آهن جذب می‌شود. آهن را می‌توان از فریتین توسط عمل احیاء جدا نمود. عوامل احیاکننده مؤثر که اندازه آن از دی تیونیت آهن (در حدود ۰/۵ نانومتر قطر دارد) تا $FMNH_2$, $FADH_2$ که ۱/۳ نانومتر هستند از کانال غشاء مدل آپوفریتین عبور می‌نمایند (۳۶).

۲-۲-۱۴. عمل فریتین در بدن

سال‌ها توجه داشتند که فریتین دو نقش مهم در متابولیسم آهن بازی می‌کند. اولاً از تجمع مقدار زیاد آهن "آزاد" در درون سلول جلوگیری و به شکل بی‌ضرر در یک غشاء پروتئینی جمع‌آوری می‌نماید. ثانیاً یک ذخیره آهن تهیه نموده که برای سنتز هِم در موقع ضروری بکار می‌رود. به‌خوبی معلوم است که بیماران مبتلابه انباشتگی آهن، نسوج آن‌ها حاوی مقدار زیادی فریتین بوده که این مولکول‌های فریتین حاوی مقدار زیادی آهن خواهد بود. دامنه نرمال آهن سرم معمولاً ۷۰ تا ۱۵۰ میکروگرم در دسی لیتر یا ۱۲/۵ تا ۲۷/۰ میکرومول در لیتر در مردان و در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد پایین‌تر در خانم‌ها است. اما مطالعات اخیر نشان داده که مقادیر نرمال عملاً دامنه‌اش می‌تواند وسیع‌تر

از این دامنه باشد. همچنین دامنه نرمال آهن سرم را ۶۰ تا ۱۶۰ میکروگرم در دسی لیتر (۱۱ تا ۲۷ میکرومول در لیتر) و میانگین ۱۲۵ میکروگرم در دسی لیتر برای بزرگ‌سالان مرد و ۱۰۰ میکروگرم در دسی لیتر برای زنان بزرگ‌سال ذکر کرده‌اند. علاوه بر این دامنه نرمال آهن سرم در مردان ۸۰ تا ۱۵۰ میکروگرم در دسی لیتر پلاسما و در زنان ۷۰ تا ۱۳۰ میکروگرم در دسی لیتر پلاسما نیز گزارش‌شده است (۳۵). یک تغییرات روزانه در غلظت آهن سرم رخ می‌دهد که می‌تواند به‌اندازه ۵۰٪ یا بیشتر باشد. به‌عبارت‌دیگر میزان آهن سرم می‌تواند در طول روز به‌اندازه ۴۰ تا ۱۰۰ میکروگرم در دسی لیتر تغییر کند .(۳۵) بیشترین مقدار در ساعات ۸/۰۰ صبح است و در طول روز سقوط می‌کند و بین ساعت ۸/۰۰ بعدازظهر تا نصف شب به پائین تریم مقدار خود می‌رسد.

۲-۲-۱۵. آهن و فعالیت ورزشی

آهن تأثیر بسزایی بر اجرای فعالیت‌های ورزشی داشته و می‌تواند خستگی عضلانی را به تأخیر بیندازد. آهن هم‌چنین می‌تواند موجب افزایش حداکثر اکسیژن مصر فی و کاهش غلظت لاکتان خون شود (۴۵). با توجه به اهمیت مصرف اکسیژن در ورزشکاران رشته‌های مختلف و نیز با توجه به این‌که آهن میزان اکسیژن‌گیری را تا حدود ۶۵ درصد افزایش می‌دهد، کمبود آن می‌تواند مشکلات عمده‌ای را در رابطه با کاهش ظرفیت و توان هوازی ورزشکاران به دنبال داشته باشد. برای مثال کمبود آهن می‌تواند سازگاری نسبت به تمرین‌های هوازی را تضعیف نماید (۳۷). برخی از پژوهش گران معتقدند که تمرینات ورزشی مقدار نیاز روزانه به آهن را افزایش می‌دهد (۳۸). برای مثال نیاز به آهن در جریان فعالیت‌های ورزشی به دلیل از دست رفتن آن از راه تعریق افزایش می‌یابد. همچنین به دلیل تخریب سلول‌های قرمز خون در اثر ضربات مکانیکی موجب از دست رفتن هموگلوبین خون از طریق ادرار می‌گردد (۳۹). درنهایت به دلیل نقش مهم آهن در انتقال و مصرف اکسیژن، ظرفیت انجام تمرینات ورزشی کاهش می‌یابد (۴۰). البته کم‌خونی ناشی از ورزش ممکن است بی‌خطر باشد و صرفاً به دلیل افزایش پلاسما، که نوعی سازگاری ورزشی است، به وجود آمده باشد. به‌عبارت‌دیگر، افرادی که در

فعالیت‌های ورزشی شرکت می‌کنند، به دلایل متعددی، ممکن است دچار کم‌خونی شوند. اگرچه فقر آهن علت شایع کم‌خونی در افراد غیر ورزش‌کار است، باوجوداین، افراد ورزش‌کار در مقایسه با افرادی که تحرک کمتری دارند، بیشتر در معرض خطر ابتلا به فقر آهن می‌باشند زیرا ازنظر تغذیه‌ای هم آهن کافی مصرف نمی‌کنند و هم میزان از دست دادن آهن در آن‌ها بیشتر است ؛ دراین‌باره تعدادی از پژوهش گران گزارش نموده‌اند مصرف مکمل آهن موجب افزایش سطح آهن، فریتین، گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و ترانسفرین خون می‌شود (۴۰).

۲-۲-۱۶. توان بي‌هوازي

بسیاری از پژوهشگران نشان داده‌اند که موفقیت در بسکتبال بیش از آنکه به توان هوازی فی‌نفسه وابسته باشد به توان بی‌هوازی و استقامت ورزشکار وابستگی بیشتری دارد. هرچند، تنها ۱۵ درصد از زمان بازی به فعالیت با شدت بالا اختصاص دارد، امّا این فعالیت‌ها احتمالاً نتیجه مسابقه را تعیین می‌کنند. تغییر سریع جهت و سرعت انفجاری مورد نیاز برای ایجاد فرصت یک شوت آزاد یا دفاع، توانایی پرش سریع و مکرر و سرعت لازم برای رسیدن به توپ‌های گل نشده و دویدن سریع در مسافت کوتاه، نمونه‌هایی از فعالیت‌های بسیار شدید در بسکتبال هستند. مشخص شده است که سرعت، پرش عمودی و چابکی (فعالیت‌های ماهیتاً بی‌هوازی) پیش‌بینی کننده قدرتمند زمان اجرای بازی در بازیکنان بسکتبال دانشگاهی هستند (۴۰).

آزمون‌های زیادی برای سنجش توان بی‌هوازی و استقامت بازیکنان بسکتبال بکار گرفته شده‌اند. توان بی‌هوازی بازیکنان بسکتبال با استفاده از آزمون توان مارگاریا - کالمن، پرش عمودی با استفاده از فرمول توان لوئیز و هارمون و آزمون توان بی‌هوازی وینگیت تعیین شده است (۴۰). گستردگی آزمون‌های مورد استفاده، تولید نورم‌های قابل استفاده در تعیین سطح اوج و میانگین برون‌داد توان بی‌هوازی این ورزشکاران را با چالش و مشکل عمده مواجه ساخته است. آزمونی که بیشترین کاربرد را

از آن خود ساخته است پرش عمودی می‌باشد. این آزمون از نظر اجرا ساده بوده و تفسیر آن برای مربی و ورزشکار آسان می‌باشد.

۲-۲-۱۷. اهمیت توان در ورزش

توان همواره یکی از مهمترین عوامل آمادگی جسمانی- حرکتی و عامل موفقیت ورزشکاران در رشته-های ورزشی مختلف به شمار می‌رود برخی از این مهارت‌ها و حرکات ورزشی به این عامل بسیار نیازمند هستند که از آن میان انواع پرش‌ها و پرتاپ‌ها در بسیاری از رشته‌های ورزشی را می‌توان نام برد (وسکووی و همکاران[1]، ۲۰۰۴). این موضوع اهمیت خود را در فعالیت‌هایی که اجرای مهارت می-بایست در کوتاه‌ترین زمان و سریع‌ترین آهنگ انجام شود بیشتر نشان می‌دهد. در کل توان، محصول قدرت و سرعت می‌باشد. هر گونه افزایشی در عامل توان باید نتیجه پیشرفت قدرت یا سرعت یا هر دوی این عوامل باشد (۲۰).

سازگاری فیزیولوژیکی که در اجرای توان مهم است، به کارگیری تعداد بیشتری از تارهای عضلانی در زمان بسیار کم است. سازگاری عصبی- عضلانی با تمرینات توان، باعث بهبود هماهنگی درون عضلانی می‌شود، مزیت دیگر این است که در این گونه تمرینات دستگاه عصبی تمرین داده می‌شود. افزایش عملکرد ممکن است نتیجه تغییرات عصبی باشد که به عضلات شخص در کسب توانایی بیشتر کمک می‌کند این پدیده با کوتاه شدن زمان فراخوانی واحدهای حرکتی، به ویژه تارهای تند انقباض و افزایش توانایی نرون‌ها برای افزایش تواتر عصبی همراه است (۱۹).

دقیق‌ترین روشها در ارزیابی اجرای بی هوازی، روشهای آزمایشگاهی است که به علت هزینهٔ بالا، زمان بر بودن و نیازمندی به امکانات پیشرفتهٔ آزمایشگاهی استفاده از آنها محدودیت دارد و در بسیاری از موارد دسترسی به آنها برای مربیان و ورزشکاران دشوار است. از سوی دیگر، آزمونهای میدانی ماهیتی ساده و کم هزینه دارند و دسترسی به آنها برای همه به سادگی مقدور است. از این رو، تعیین اعتبار و پایایی آزمونهای میدانی اهمیتی ویژه دارد و همواره تلاش می شود آزمونهایی ابداع شود که علاوه

[1]. Vescovi et al

برجنبهٔ علمی وکاربردی آن، روایی لازم را نیز داشته باشد. پرش عمودی به عنوان یک عامل پیش بینی کنندهٔ موفقیت در حرکات ورزشی انفجاری به کار گرفته می شود (۲۰).

۲-۲-۱۸. عوامل موثر بر توان

عوامل مختلفی بر توان تاثیر می‌گذارد برخی از این عوامل عبارتند از وراثت، سن و جنس، نحوه توزیع تارهای عضلانی، آدونوزین تری فسفات، سطح خستگی، فعالیت بدنی و قدرت بیشینه (۱۵).

۱- وراثت: ظرفیت‌های فیزیولوژیکی و عملکردهای معین تا حد زیادی توسط وراثت محدود می شود به‌طوری‌که حتی با بهترین برنامه تمرینی، بهبود قابلیت‌های عمل در نهایت عملکرد محدود به استعدادهای وراثتی خواهد بود.

۲- سن و جنس: مطابق پژوهش‌های انجام شده بر روی مردان و زنان ۶ تا ۲۵ ساله و اطلاعات بدست آمده از طریق دیویس و همکاران[1]، کالامن و مارگاریا[2] اختلاف اندکی بین دو جنس زن و مرد وجود دارد. همچنین توان زنان و مردان پس از ۲۵ سالگی کاهش می‌یابد به علاوه میانگین بیشینه توان بی‌هوازی بی‌اسید لاکتیک مردان ۵-۲۰ درصد بیشتر از زنان است.

۳- نحوه توزیع تارهای عضلانی: ساختار و نوع تارهای عضلانی از عوامل تعیین‌کننده توان محسوب می‌شوند. در این میان آرایش سارکومر، طول تارها، سطح مقطع عرضی و کل توده عضلانی در توانایی فعالیت‌های غیرهوازی موثرند اطلاعات ارائه شده توسط کومی و همکاران[3] چنین اشاره می‌کند که ۹۹/۵ درصد نوع تارهای مردان و ۹۲/۲ درصد نوع تارهای زنان از طریق وراثت تعیین می‌شود و نیز تارهای تند انقباض در تولید توان انفجاری موثر هستند.

۴- آدنوزین تری فسفات: میزان و سرعت سوخت وساز ATP-PC با میزان درجه‌ای که الیاف عضلانی قادر به تبدیل انرژی به کار مکانیکی هستند، بر قابلیت عضله برای تولید توان تأثیرگذار است.

---

1. Davis et al
2. Kalman and Margarita
3. Komi et al

۵- سطح خستگی: عامل خستگی بر پیشرفت توان تاثیر منفی دارد. خستگی که با یک جلسه تمرینی و یا بین جلسه تمرینی رخ می‌دهد باعث کاهش در قدرت بیشینه و توان می‌شود. هنگامی که دستگاه عصبی مرکزی استراحت کافی داشته باشد، می‌تواند تکانه‌های عصبی پرتوانی را به عضلات فعال بفرستد و انقباض سریع‌تری را به وجود آورد.

۶- فعالیت بدنی: تحقیقات نشان می‌دهد که افراد تمرین کرده در مقایسه با افراد تمرین نکرده، دارای سطح توان بی‌هوازی بالاتری هستند علت چنین اختلافی را به تفاوت در سطح اسید لاکتیک عضله و لاکتات خون و نیز سرعت تخلیه گلیکوژن عضله نسبت داده‌اند.

۷- قدرت بیشینه: توان بی‌هوازی می‌تواند با پیشرفت قدرت تقویت شود. شواهد نشان می‌دهد که بین اندازه‌گیری‌های قدرت بیشینه و توان، همبستگی زیادی وجود دارد. به نظر می‌رسد تأثیر قدرت بیشینه بر توان با زیاد شدن بار افزایش می‌یابد.

۲-۳. پیشینه تحقیق

۲-۳-۱. تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور

در مورد تأثیرات تمرینات مختلف به‌تنهایی بر روی فاکتورهای تعیین‌شده مطالعاتی انجام‌شده ازجمله این پژوهش‌ها می‌توان موارد به موارد زیر اشاره کرد.

حجتی ذی دشتی و حسینی (۱۳۹۴) در تحقیق خود به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات ترکیبی به همراه مصرف مکمل فروگلوبین بر برخی از عوامل آمادگی جسمانی زنان ورزشکار پرداختند. در این مطالعه آزمایشی، ۱۸ زن والیبالیست با میانگین سنی ۴/۲±۲۵/۳ سال، شاخص توده بدن ۲/۳±۲۲/۵ کیلوگرم بر مترمربع به‌صورت تصادفی به دو گروه مکمل یاری (ST) و دارونما (PT) تقسیم شدند. برنامه تمرین شامل ۹۰ دقیقه تمرین ترکیبی به مدت ۸ هفته و ۲ جلسه در هفته و تمرینات بخش هوازی با شدت ۸۰-۶۰٪ حداکثر ضربان قلب بود. تمرینات پلایومتریک، سرعتی و مهارتی؛ بخش‌های دیگر برنامه را تشکیل دادند. مکمل فروگلوبین و دارونما قبل از جلسه تمرینی به‌صورت دوسوکور

مصرف شد. یافته‌ها نشان داد که بین قدرت، چابکی و توان هوازی در گروه مکمل یاری در مقایسه با گروه دارونما، تفاوت معنی‌داری وجود داشت، درحالی‌که سرعت و توان انفجاری در بین دو گروه ST و PT، تفاوت معنی‌داری نداشت (۱۸).

کاظمی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود به بررسی اثر یک دوره تمرین تناوبی شدید پرحجم بر ویسفاتین و واسپین سرمی، مقاومت به انسولین، نیم‌رخ لیپیدی و ترکیب بدنی مردان با اضافه‌وزن پرداختند. بدین منظور ۲۰ مرد دارای اضافه‌وزن از میان داوطلبان به‌طور تصادفی در دو گروه کنترل و تمرین قرار گرفتند؛ گروه تمرین، یک دوره تمرین تناوبی شدید پرحجم را به مدت هشت هفته انجام دادند. یافته‌های تحقیق نشان داد که یک دوره تمرین تناوبی شدید پرحجم، به کاهش درصد چربی، BMI، نسبت دور کمر به دور لگن، لیپوپروتئین کم چگال[1]، تری‌گلیسرید، کلسترول، مقاومت به انسولین، ویسفاتین سرمی و افزایش واسپین سرمی و لیپوپروتئین پرچگال[2] در مردان دارای اضافه‌وزن منجر می‌شود (۴۱).

فتحی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود به بررسی تأثیر شش هفته تمرین هوازی ایروبیک استپ بر استقامت قلبی- عروقی، ترکیب بدنی، انعطاف‌پذیری، توان بی‌هوازی و کیفیت زندگی دانشجویان دختر دانشگاه اصفهان پرداختند. روش تحقیق از نوع نیمه تجربی بود و تعداد ۳۱ نفر از دانشجویان دختر ۲۴ تا ۳۰ سال دانشگاه اصفهان به‌صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد که افزایش معنی‌داری در استقامت قلبی- عروقی و کاهش معنی‌داری در ترکیب‌بندی مشاهده شد، ولی توان بی‌هوازی پا و انعطاف‌پذیری افزایش معنی‌داری را نشان نداد (۴۲).

زرنشان (۱۳۹۳) در تحقیق خود به بررسی اثر ترکیبی برنامه تمرینی هوازی (شدت متوسط) با مصرف سویا بر فشارخون و ضربان قلب استراحت زنان یائسه چاق پرداخت. پژوهش حاضر یک مطالعه کار آزمایی بالینی تصادفی کنترل‌شده است که در آن ۵۶ زن یائسه چاق به‌طور تصادفی در ۴ گروه

[1]. Low-density lipoprotein (LDL)
[2]. High-density lipoproteins (HDL)

(تمرین سویا، تمرین، سویا و کنترل) قرار گرفتند و گروه‌های تمرین در یک برنامه تمرینی هوازی با شدت متوسط به مدت ۱۰ هفته، هر هفته ۳ بار و هر بار به مدت ۶۰ دقیقه با شدت ۷۰ـ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب شرکت کردند. آزمودنی‌های گروه سویا به مدت ۱۰ هفته، روزانه ۱۰۰ گرم آجیل سویا مصرف کردند. نتایج نشان داد که قبل و پس از مداخله در تعداد ضربان قلب، وزن، شاخص توده بدنی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۴۳).

بیات و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین ایروبیک بر فشارخون زنان دیابتی نوع ۲ مبتلابه پرفشارخونی پرداختند. تعداد ۳۲ بیمار دیابتی نوع ۲ که دارای فشارخون بالابودند به‌صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: گروه ورزش ایروبیک (۱۶ نفر) و گروه کنترل (بدون ورزش) (۱۶ نفر). آزمودنی‌ها ۳ روز در هفته، هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه، به مدت دو ماه ورزش ایروبیک را انجام دادند. فشارخون در آزمودنی‌ها قبل از شروع و بعد از اتمام تمرینات ایروبیک اندازه-گیری شد. یافته‌ها نشان داد که در پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری در فاکتورهای فشارخون سیستول، دیاستول و ضربان قلب بین دو گروه مشاهده نشد. آزمون t مستقل دو گروه نشان داد که در پس‌آزمون بین دو گروه در فشارخون سیستول و دیاستول تفاوت معنی‌دار وجود دارد و بین دو گروه در ضربان قلب تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. از طرفی آزمون t دو گروه همبسته نشان داد که در گروه ورزش ایروبیک، فشارخون سیستول و دیاستول و ضربان قلب کاهش معنی‌داری داشت. اما در گروه کنترل تنها فشارخون دیاستول افزایش معنی‌داری داشت (۴۴).

ایوبی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود به بررسی تأثیر حاد پروتکل‌های مختلف گرم کردن (ماساژ، کشش پویا، حس عمقی) بر توان بی‌هوازی، چابکی و انعطاف‌پذیری ورزشکاران مرد رشته والیبال پرداختند. بدین منظور ۳۱ ورزشکار مرد رشته والیبال به‌صورت تصادفی در ۴ گروه ماساژ، کشش پویا، حسی عمقی و کنترل تقسیم شدند. در جلسه اول، متعاقب ۵ دقیقه دویدن آهسته، آزمون‌های منتخب آمادگی جسمانی (توان بی‌هوازی، چابکی و انعطاف‌پذیری) در آزمودنی‌ها اندازه-گیری شد. در جلسه دوم، آزمودنی‌های سه گروه تجربی (متعاقب ۱۵ دقیقه گرم کردن اختصاصی) و

گروه کنترل، آزمون‌های آمادگی جسمانی مربوطه را مجدداً انجام دادند. نتایج نشان داد در آزمون چابکی، هر سه گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری عملکرد بهتری داشتند و نتایج گروه حس عمقی به‌طور معناداری برتر از گروه کشش و ماساژ بود. نتایج آزمون توان بی‌هوازی نیز در گروه حس عمقی و ماساژ به‌طور معناداری بهتر از گروه-های کشش پویا و کنترل بود. ضمن بهبود معنادار انعطاف‌پذیری در گروه‌های تجربی نسبت به گروه کنترل، نتایج این آزمون نیز در گروه ماساژ نسبت به دیگر گروه‌ها به‌طور معناداری بهتر بود (۴۵).

بارانی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی و ترکیبی بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی و شاخص‌های آمادگی جسمانی زنان دارای کبد چرب غیرالکلی پرداختند. در این مطالعه تجربی، ۳۷ فرد بیمار شناسایی شدند و در سه گروه کنترل، تمرین مقاومتی و ترکیبی قرار گرفتند. تمرین مقاومتی در مدت ۸ هفته به‌صورت ۳ جلسه تمرین در هفته و هر جلسه شامل: ۸ حرکت، ۳ نوبت، ۸-۱۰ تکرار با شدت ۶۰-۷۵٪ یک تکرار بیشینه، اجرا شد. تمرین ترکیبی شامل: ۴ حرکت مقاومتی در نیمی از جلسه و تمرین هوازی با شدت ۶۰-۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی در نیمه دیگر بود. یافته‌ها نشان داد که میزان ALP، فقط در گروه مقاومتی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، ولی میزان AST و ALT، تغییر معنی‌داری نکرد. در گروه مقاومتی، میانگین نسبت ALT/ASTبعد از تمرین نسبت به قبل از آن، افزایش معنی‌داری یافت . اما در گروه ترکیبی و کنترل، تغییر معنی‌داری نداشت. در گروه مقاومتی، میانگین انعطاف‌پذیری، حداکثر اکسیژن مصرفی ، قدرت عضله و قدرت پنجه افزایش معنی‌داری یافتند (۴۶).

نوری و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود به بررسی مقایسه اثر برنامه تمرین هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی مردان غیرفعال پرداختند. برنامه‌های تمرین هوازی (دویدن، ۳ جلسه در هفته، با شدت ۶۵ الی ۸۵ درصد ضربان قلب حداکثر) و مقاومتی (۳ جلسه در هفته، ۱۱ گروه عضلانی، ۳ نوبت با ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه) به مدت ۶ هفته به اجرا درآمد. نتایج نشان داد میزان متابولیسم استراحتی در گروه تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری داشت، و نیز کاهش معنی-

داری در میزان متابولیسم استراحتی گروه تمرین هوازی مشاهده شد. در گروه شاهد تغییر معنی‌داری در میزان متابولیسم استراحتی مشاهده نشد. البته وقتی متابولیسم استراحتی به‌طور نسبی برحسب توده بدون چربی محاسبه شد، هیچ تغییر معنی‌داری در مقدار متابولیسم استراحتی گروه‌ها مشاهده نشد. بعد از برنامه تمرین هوازی کاهش معنی‌داری در کلیه عوامل ترکیب بدن به وجود آمد. اما پس از برنامه تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری در مقدار توده بدون چربی بدن و BMI و کاهش معنی-داری در درصد چربی بدن و توده چربی بدن مشاهده شد (۴۷).

حمزه زاده و همکاران (۱۳۹۲)، به بررسی تأثیر چهار هفته اجرای HIT بر برخی متغیرهای عملکردی و فیزیولوژیکی در ۱۴ نفر از بازیکنان داوطلب گروه ملی زنان بسکتبال ایران که به گونه تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند، پرداختند. هر دو گروه، برنامه تمرین بسکتبال مشابهی را به مدت چهار هفته دنبال کردند، درحالی‌که گروه تجربی در کنار برنامه تمرین بسکتبال، پروتکل دویدن سرعتی بی‌هوازی(RAST) را به‌عنوان یک پروتکل HIT، دو جلسه در هفته اجرا کردند. نتایج نشان داد که گروه تجربی افزایش معناداری در VO2max، vLT، vVO2max و حداکثر نبض اکسیژن داشتند. اجرای HIT نیز موجب افزایش معنادار حداکثر توان و میانگین توان شد (۴۸).

فرشتیان و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی اثرات سه برنامه تمرین تناوبی شدید (HIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ۲۰ اسکیت باز زن تمرین کرده پرداختند. آزمودنی‌های این تحقیق، به چهار گروه ۵ نفری (۳ گروه تجربی با سه روش HIT متفاوت و یک گروه کنترل) تقسیم شدند. برنامه تمرین در گروه‌های تجربی به مدت ۳ هفته و ۳ جلسه در هفته اجرا شد. برنامه تمرین گروه تجربی ۱ (GHIT1) شامل ۶، ۸ و ۱۰ وهله ۱ دقیقه‌ای دویدن روی نوار گردان با شدت ٪۱۰۰ vVO2max و ۳ دقیقه استراحت بین هر وهله به ترتیب در هفته‌های اول، دوم و سوم بود. گروه‌های تجربی ۲ (GHIT2) و تجربی ۳ (GHIT3)همین برنامه را به ترتیب با شدت‌های ٪۱۱۵ vVO2max و ٪۱۳۰ vVO2max اجرا کردند. نتایج نشان داد پس از تمرین، VO2max در هر سه گروه افزایش معناداری داشت که این افزایش در گروه GHIT1 نسبت به گروه‌های GHIT3 و گروه کنترل و در گروه GHIT2 نسبت به

گروه کنترل معنادار بود. همچنین vVO2max در هر سه گروه افزایش معناداری داشت که هر سه گروه اختلاف معناداری با گروه کنترل داشتند، بااین‌حال اختلاف معناداری در بین سه گروه دیده نشد. نتیجه این‌که یک دوره تمرین اینتروال شدید (HIT) با توجه به حجم کم آن (۶ تا۱۰ وهله ۱ دقیقه‌ای در هر جلسه و ۳ دقیقه ریکاوری فعال بین هر وهله) موجب بهبود اجرای هوازی و بی‌هوازی اسکیت‌بازان زن تمرین کرده شد (۴۹).

رمضانپور و کاظمی (۱۳۹۰) در تحقیق خود به بررسی تأثیر تمرینات هوازی همراه با مصرف مکمل آهن بر میزان هموگلوبین، گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، آهن، فریتین و ترانسفرین سرم دختران جوان پرداختند. بدین منظور ۳۴ دانش‌آموز دختر با میانگین سن ۱۶/۵۶ سال، وزن ۵۰/۴۲ کیلوگرم و قد ۱۶۰/۵۵ سانتی‌متر از بین ۱۰۰ داوطلب به‌طور تصادفی انتخاب و در سه گروه تمرین + مصرف مکمل آهن (تجربی یک)، تمرین + مصرف شبه دارو (تجربی دو) و کنترل قرار گرفتند. از آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، نمونه خون اخذ گردید. گروه‌های تجربی، شش هفته، هفته‌ای سه جلسه تمرین کردند. گروه‌های تجربی یک و دو، شب قبل از هر جلسه تمرین به ترتیب یک قرص ۲۷ میلی‌گرم فروس‌گلوکونات و شبه دارو دریافت کردند. پس از پایان تمرینات، مرحله دوم نمونه‌گیری خون انجام شد. یافته‌ها نشان داد که مصرف مکمل آهن همراه با تمرینات هوازی موجب افزایش معنادار میزان آهن، فریتین و ترانسفرین سرم شد، درحالی‌که در مورد متغیرهای هموگلوبین، هماتوکریت و گلبول‌های قرمز بی‌تأثیر بود. مصرف شبه دارو همراه با تمرینات هوازی موجب کاهش معنی‌دار میزان آهن و فریتین سرم، هموگلوبین، هماتوکریت و گلبول‌های قرمز شد. هم‌چنین در شاخص‌های آهن و فریتین بین سه گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (۵۰).

حیدری و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق خود به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژیکی دختران مبتلابه بتا تالاسمی مینور کرمانشاه در این تحقیق نیمه تجربی ۸ دختر مبتلابه بتا تالاسمی مینور، ۱۷ تا ۲۳ ساله به‌صورت داوطلبانه و بر اساس معیارهای تحقیق انتخاب شدند و اثر ۸ هفته تمرین هوازی (۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰ تا ۵۰ دقیقه با

شدت ۵۰-۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره)، بر شاخص‌های هماتولوژیکی آن‌ها موردبررسی قرار گرفت. همچنین ۸ نفر دیگر هم در گروه شاهد جای گرفتند که در پروتکل تمرینی شرکت نکردند. قبل از شروع تحقیق و همچنین در پایان ۸ هفته در آزمایشگاه تخصصی، از آزمودنی‌ها نمونه‌های خونی جمع‌آوری گردید. بعد از ۸ هفته تمرین هوازی در گروه تجربی کاهش معنی‌داری در شاخص فریتین و افزایش معنی‌داری در ظرفیت جذب آهن خون نشان داده شد، اما در گروه شاهد هیچ تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. در هر دو گروه شاهد و تجربی دیگر شاخص‌های هماتولوژیکی تغییر معنی‌داری را نشان ندادند (۵۱).

عنبری شاپور و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تأثیر هشت هفته الگوی ورزش همگانی بر آمادگی جسمانی و سلامت عمومی کارمندان مرد پرداخت. بدین منظور ۹۰ نفر کارمند مرد به‌طور تصادفی به دو گروه مساوی مداخله و کنترل تقسیم شدند. با استفاده از آزمون‌های میدانی‌ای فرد (دراز و نشست، بارفیکس، پرش طول، ۴۵ متر سرعت، چابکی و دو ۵۴۰ متر) آمادگی جسمانی و با استفاده از پرسشنامه GHQ، سلامت عمومی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. افراد گروه مداخله الگوی پیشنهادی ورزش همگانی را سه جلسه در هفته و برای مدت ۸ هفته انجام دادند. نتایج نشان داد که میزان استقامت عضلات شکمی، استقامت عضلات کمربند شانه‌ای، توان عضلانی، استقامت قلبی تنفسی افزایش معنی‌دار و شاخص توده بدن و درصد چربی بدن در گروه مداخله کاهش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل پیدا کرد (۵۲).

بیاتی و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی تأثیر چهار هفته تمرین تناوبی سرعتی شدید بر اجرای هوازی و بی‌هوازی ۱۴ مرد تمرین نکرده پرداختند. آزمودنی‌های این تحقیق، به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. پروتکل تمرین تناوبی سرعتی شامل سه تا پنج تکرار ۳۰ ثانیه‌ای آزمون وین گیت با تمام توان به همراه چهار دقیقه بازگشت به حالت اولیه بین تکرارها بود که سه روز در هفته برای دوره‌ای چهارهفته‌ای اجرا می‌شد. یافته‌های تحقیق نشان داد که در گروه تجربی، پس از تمرینات

حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر برون ده توان، میانگین برون ده توان، کل کار انجام‌شده و حداکثر لاکتات خون افزایشی معنی‌دار و لاکتات دوره بازگشت به حالت اولیه کاهش معنی‌دار یافت (۵۳).

فرزاد و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی اثر یک دوره تمرینات تناوبی شدید بر منتخبی از شاخص‌های عملکرد هوازی، بی‌هوازی و هماتولوژیکی در ۱۵ کشتی‌گیر تمرین کرده که به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند، پرداختند. هر ۲ گروه برنامه تمرین کشتی مشابه را به مدت ۴ هفته دنبال کردند درحالی‌که گروه تجربی در کنار برنامه تمرین کشتی، آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی (RAST) را به‌عنوان یک پروتکل تمرین تناوبی شدید، دو جلسه در هر هفته اجرا می‌کردند. پس از تمرینات، VO2max (۵/۴ درصد)، vVo2max (۳/۱ درصد) و حداکثر نبض اکسیژن (۷/۷ درصد) در گروه تجربی به‌گونه‌ای معنی‌دار افزایش یافت (۵۴).

گایینی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی تناوبی و یک دوره بی تمرینی پس‌ازآن بر ساختار و عملکرد بطن چپ قلب مردان سالم غیر ورزشکار پرداختند. در این تحقیق نیمه تجربی ۱۰ دانشجوی مرد غیر ورزشکار داوطلبانه انتخاب شدند و در برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای، هفته‌ای ۳ روز با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. پس از ۸ هفته، آزمودنی‌ها ۴ هفته در بی تمرینی به سر بردند. در هر جلسه، تمرین دوی تناوبی در ۵ مرحله ۹ دقیقه‌ای که بین آن‌ها ۴ دقیقه استراحت غیرفعال بود، انجام شد. یافته‌ها نشان داد که پس از ۸ هفته تمرین تناوبی بین ضخامت دیواره بین دو بطن، درصد کسر کوتاه شدن و کسر تزریقی نسبت به قبل از تمرین تفاوت معناداری و بین قطر پایان دیاستولی بطن چپ، قطر پایان سیستولی بطن چپ، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ، قطر دهلیز چپ، قطر دهانه آئورت، ضربان قلب، فشارخون دیاستولی و فشارخون سیستولی تفاوت غیر معناداری وجود داشت. هم‌چنین، بین قطر پایان دیاستولی بطن چپ، ضخامت دیواره خلفی بطن چپ، قطر دهلیز چپ، درصد کسر کوتاه شدن و کسر تزریقی پس از ۴ هفته بی تمرینی نسبت به ۸ هفته تمرین تفاوت معناداری و بین قطر پایان دیاستولی بطن چپ،

ضخامت دیواره خلفی بطن چپ، قطر دهانه آئورت، ضربان قلب، فشارخون دیاستولی و فشارخون سیستولی تفاوت غیر معناداری وجود داشت (۵۵).

هاشمی و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی ارتباط تمرین هوازی (شامل ۶ هفته ۳ جلسه‌ای بر روی دوچرخه کار سنج با شدت ۶۰ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب) و ۶ هفته بی تمرینی بر برخی از ویژگی‌های آنتروپومتریکی بر روی ۳۵ دانشجوی دختر غیر ورزشکار جوان با دامنه سنی ۱۹-۲۴ سال پرداختند. آزمودنی‌ها در این تحقیق به‌طور تصادفی به سه گروه اضافه‌وزن، وزن مطلوب و کنترل تقسیم شدند. یافته‌های تحقیق نشان داد که شاخص توده بدن و درصد چربی بدن در هر دو گروه وزن مطلوب و اضافه کاهش داشتند و پس از دوره بی تمرینی تغییر معنی‌داری در متغیرهای تحقیق مشاهده نشد (۵۶).

براتی (۱۳۸۸) در تحقیق خود به بررسی شدت شیوع کم‌خونی ناشی از فقر آهن دوندگان زن حرفه‌ای طی یک دوره تمرین پیش از فصل پرداختند. بدین منظور ۱۵ ورزشکار حرفه‌ای با میانگین سابقه ورزشی ۵-۳ سال انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به مدت ۱۳ هفته تمرینات را ۴ جلسه در هفته به مدت ۹۰ دقیقه در هر جلسه با شدت ۶۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام دادند. متغیرهای تحقیق شامل هموگلوبین، میانگین حجم گلبولی هماتوکریت و ظرفیت اتصال‌آهن بود. نمونه خونی ۴۸ ساعت قبل از اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی در وضعیت استراحت در آزمایشگاه گرفته شد. نتایج نشان داد تمرینات استقامتی طی دوره پیش از مسابقات اثر معنی‌داری بر شدت کم‌خونی ورزشکاران ندارد (۵۷).

آقا علی نژاد و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیق خود به بررسی مقایسه اثر دو برنامه تمرینی درون‌گرا و برون‌گرا بر سطوح آهن، فریتین، ترانسفرین و TIBC سرم دختران تمرین کرده (۳۰ نفر دانشجوی تمرین نکرده) پرداختند. برنامه تمرین درون‌گرا شامل ۳۰ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه روی نوار گردان با شیب صفر درجه و برنامه تمرین دورن گرا شالم ۳۰ دقیقه دویدن با شدت ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه روی نوار گردان با شیب ۵- درصد بود.

یافته‌های تحقیق نشان داد که بین اثر دو تمرین درون‌گرا و بیرون گرا بر سطوح آهن، فریتین، ترانسفرین تفاوت معناداری مشاهده نشد (۵۸).

ظریفی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی تعیین اثر بی تمرینی کوتاه‌مدت پس از تمرینات استقامتی، مقاومتی، و موازی بر توان هوازی و بی‌هوازی قدرت بیشینه و درصد چربی بر روی ۳۲ نفر دانشجوی مرد تمرین نکرده پرداختند. آزمودنی‌های این به‌طور تصادفی در سه گروه ۱۲، ۹ و ۱۱ نفر تمرین استقامتی، و موازی تقسیم شدند و به مدت ۸ هفته تمرین کردند. تمرینات گروه استقامتی، دویدن روی نوار گردان با ۶۵ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب و به مدت ۱۶ تا ۳۰ دقیقه، و گروه مقاومتی تمرین وزنه در ۴ حرکت با ۶۵ تا ۸۰ درصد حداکثر قدرت در مدت مشابه بود. گروه موازی ترکیبی از تمرینات گروه استقامتی و مقاومتی را با حجم و شدت‌های ذکرشده اجرا می‌کرد. آزمون زیر بیشینه جرج و آزمون وینگیت برای ارزیابی توان هوازی و بی‌هوازی و یک تکرار بیشینه برای قدرت بیشینه مورداستفاده قرار گرفت. بعد از ۸ هفته بی تمرینی در مقایسه درون‌گروهی در گروه استقامتی کاهش معناداری در VO2max، قدرت مطلق پایین‌تنه (اسکات)، و قدرت نسبی بالاتنه (پرس سینه) و افزایش معناداری در درصد چربی بدن مشاهده شد. بی تمرینی در گروه مقاومتی و موازی تغییرات معناداری بر VO2max، قدرت مطلق و نسبی بالاتنه و پایین‌تنه و درصد چربی بدن نشان داد. تفاوت معناداری در درصد تغییرات پس‌آزمون نسبت به‌پیش آزمون در متغیرهای اندازه‌گیری شده تحقیق در بین گروه‌ها مشاهده نشد (۵۹).

رواسی و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی تأثیر ۱۲ روز بی تمرینی بر ظرفیت‌های هوازی، بی‌هوازی و عملکرد در ۱۶ شناگر پسر نخبه کشور پرداختند. از آزمون ۴۰۰ متر شنای زیر بیشینه و آزمون ۱۰۰ متر بیشینه برای برآورد ظرفیت هوازی آزمودنی‌ها از طریق محاسبه V4 و نیز از آزمون ۱۰۰ متر بیشینه از طریق تعیین بیشینه تولید لاکتات برای برآورد ظرفیت بی‌هوازی آزمودنی‌ها استفاده شد. این آزمون‌ها به‌صورت پیش و پس‌آزمون نسبت به دوره بی تمرینی انجام شدند. روش آماری مورداستفاده در این تحقیق آزمون t همبسته بود. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که در هیچ‌یک

از ظرفیت‌های هوازی، بی‌هوازی و عملکرد شناگران نخبه پس از اعمال ۱۲ روز بی تمرینی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۶۰).

۲-۳-۲. تحقیقات انجام‌شده در خارج کشور

چنگ[1] و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود به بررسی تأثیر مکمل آهن‌بر فشار سیستولیک شریان ریوی و ظرفیت ورزش در افراد مسن (۳۲ فرد مسن با دامنه سنی ۵۰ تا ۸۰ سال) پرداختند. بدین منظور مکمل آهن به میزان ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم، با دوز حداکثر یک گرم به آزمودنی‌ها داده‌شده تا مصرف کنند. نتایج نشان داد که سطوح آهن بین گروه‌ها بعد از یک دوره تمرین و مصرف مکمل تفاوت داشت (۶۱).

ماسوکی[2] و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود به بررسی تأثیر اسید آمینولوولینیک ۵[3] با مصرف مکمل آهن در عملکرد ورزشی پیاده‌روی در زنان مسن پرداختند. نتایج نشان داد که پس از یک دوره تمرین هوازی میزان فعالیت پیاده‌روی در آزمودنی‌های تحقیق بهبودیافته بود و میزان اکسیژن مصرفی نیز بهبود یافت (۶۲).

تیودورو[4] و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود به بررسی تأثیر تمرین هوازی با شدت بالا و متوسط بر فاکتورهای آمادگی جسمانی در زنان پرداختند. بدین منظور ۵۶ نفر زن جوان به چهار گروه ایروبیک، تمرین مقاومتی، ترکیبی (هوازی + مقاومتی) و کنترل تقسیم شدند. سه گروه ورزش به مدت ۸ ماه در تمرینات ورزشی شرکت کردند. تمرینات مقاومتی به‌طور عمده در قدرت عضلانی تأثیر قابل‌توجهی داشت، درحالی‌که ورزش‌های هوازی باعث اثرات مطلوب عمدتاً بر پروفایل لیپید، اکسیژن مصرفی، استقامت قلبی- عروقی، فشارخون و آپولیپوپروتئین داشتند. از سوی دیگر، ورزش

[1] Cheng
[2] Masuki
[3] 5-aminolevulinic acid
[4]. Theodorou

ترکیبی باعث اثرات مطلوب قابل‌توجهی در هر دو متغیرهای فیزیولوژیکی (یعنی قدرت عضلانی)، و بیوشیمیایی (یعنی چربی و مشخصات آپولیپوپروتئین و وضعیت التهاب) داشتند (۶۳).

وروپ[1] و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود به بررسی اثر استقامت و سرعت و تمرینات قدرتی بر عملکرد جسمانی و سازگاری عضلانی در دوندگان استقامتی پرداختند. بدین منظور شانزده دونده استقامتی به‌طور تصادفی به سه گروه ترکیبی و استقامتی و کنترل کردند. نتایج نشان داد که سطوح لاکتات دهیدروژناز، اوج آستانه لاکتات بهبود یافتند و نیز در هر دو گروه استقامت قلبی- عروقی بهبود یافت (۶۴).

آلبرگا[2] و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تأثیر تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی در بهبود قلبی تنفسی و آمادگی عضلانی اسکلتی در نوجوانان بالغ چاق پرداختند. پس از ۴ هفته انجام تمرین ، با شدت متوسط، ۳۰۴ نوجوانان سن ۱۴-۱۲ سال با شاخص توده بدن بیشتر از ۸۵ به ۴ گروه برای انجام ۲۲ هفته تمرین هوازی، مقاومتی، ترکیبی، و گروه کنترل بدون تمرین تقسیم شدند. نتایج تحقیق نشان داد که حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه ورزش‌های هوازی افزایش بیشتری داشت و قدرت عضلانی نیز در گروه مقاومتی از دیگر گروه‌ها بیشتر افزایش یافت (۶۵).

فیشر[3] و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود به بررسی تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا در مقابل تمرین تناوبی با شدت متوسط بر فاکتورهای متابولیکی در مردان اضافه‌وزن پرداختند. بدین منظور ۲۸ مرد کم‌تحرک اضافه‌وزن یا چاق به مدت شش هفته به تمرین پرداختند. شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به HIIT یا MIT اختصاص داده شدند. نتایج نشان داد که بهبودی بیشتری در VO2peak در MITدر مقایسه با HIIT مشاهده شد. در هر دو گروه تمرینی، بهبود در درصد چربی بدن، کلسترول تام، متوسط VLDL، HDL، تری گلیسیرید مشاهده گردید (۶۶).

[1]. Vorup
[2]. Alberga
[3]. Fisher

بروسیگنی[1] و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود به بررسی اثر هشت هفته تمرین هوازی تناوبی و تمرین مقاومتی بر عوامل خطر بیماری‌های قلبی و ظرفیت ورزش در افراد مسن سالم پرداختند. نتایج نشان داد که تغییرات قابل‌توجهی در متغیرهای تن‌سنجی، آمادگی جسمانی و کاهش فشار سیستولیک مشاهده گردید (۶۷).

آقا علی نژاد و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود به بررسی شیوع اضافه‌وزن و چاقی در کودکان پیش‌دبستانی ایران: در رابطه با آمادگی جسمانی پرداختند. بدین منظور در یک مطالعه اکتشافی مقطعی با ۱۹۰ پسر و ۱۹۱ دختر با سن ۵-۶، متغیرهای تناسب‌اندام تن‌سنجی، مرتبط با سلامت، قد، توده بدن، شاخص توده بدن، دور کمر، دور کمر به دور باسن(WHR) و درصد چربی بدن برای ارزیابی تن‌سنجی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که پسران ۱۲ درصد و دختران ۴ درصد نسبت به تراز بین‌المللی اضافه‌وزن داشتند و ارتباط معناداری بین فعالیت‌های ورزشی با کاهش توده بدن، درصد چربی بدن وجود دارد. لذا پیشنهادشده است که کودکان جهت حفظ تناسب‌اندام فعالیت ورزشی داشته باشند (۶۸).

اسچمیدت[2] و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تمرین دایره‌ای HIT بر آمادگی جسمانی در ۹۶ دانشجوی فعال (۵۳ نفر زن و ۴۳ متر) پرداختند. قبل و بعد از تمرین فاکتورهای قد، وزن، ترکیب بدن، توان هوازی و استقامت عضلانی و قدرت عضلانی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شدند. آزمودنی‌ها به سه گروه A (۷ دقیقه تمرین دایره‌ای، ۱۷ نفر زن و ۱۵ نفر مرد)، B (۱۴ دقیقه تمرین دایره‌ای، ۱۵ نفر زن و ۱۳ نفر مرد) و C (گروه کنترل، ۲۱ نفر زن و ۱۵ نفر مرد) تقسیم شدند. گروه A ۷ دقیقه تمرین دایره‌ای HIT را به مدت ۸ هفته، ۳ بار در هفته انجام دادند و گروه B، ۴ هفته اول را مشابه با گروه A و ۴ هفته دوم را با ۱۴ دقیقه تمرین دایره‌ای HIT به تمرین پرداختند. نتایج تحقیق تغییر معنی‌داری بین تغییرات متغیرهای اندازه‌گیری شده در بین سه گروه نشان نداد. و نیز در دو گروه تمرینی استقامت عضلانی بهبودیافته بود (۶۹).

---

[1]. Bruseghini
[2]- Schmidt

هانگ[1] و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر تمرین HIT بر حداکثر اکسیژن مصرفی در بیماران مبتلابه بیماری قلبی عروقی پرداختند. آزمودنی‌ها به ۳ گروه ۳۳ نفره تقسیم شدند که یک گروه تمرینی به مدت ۴ هفته، ۳ بار در هفته و ۵۰ دقیقه در روز به تمرین پرداختند. و گروه تمرینی دوم به مدت ۸ هفته، ۳ بار در هفته، ۵۰ دقیقه در روز با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی به تمرین پرداختند. یافته‌های تحقیق نشان داد که حجم اکسیژن مصرفی، حجم ضربه‌ای و در هر دو گروه افزایش داشت (۷۰).

مانکیلا[2] و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تمرین تناوبی HIT (شامل ۳ جلسه در هفته، به مدت ۳ ماه) بر برخی از فاکتورهای آمادگی جسمانی و قند خون در ۱۸ بیمار چاق/ اضافه‌وزن مبتلا اختلال در تحمل گلوکز پرداختند. نتایج نشان داد که یک دوره تمرین HIT، سطح اکسیژن مصرفی را افزایش و سطح گلوکز خون و چربی بدن را کاهش داد (۷۱).

انجل[3] و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر تمرین تناوبی HIT بر روی توان هوازی و بی‌هوازی در ورزشکاران (۱۸-۹ سال) پرداختند. نتایج نشان داد که توان هوازی و بی‌هوازی متعاقب ۲ یا ۳ جلسه تمرین HIT در هفته، به مدت ۵ تا ۱۰ هفته نسبت به تمرین نرمال، افزایش یافت (۷۲).

تیلور[4] و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تمرین HIT و تمرین با شدت متوسط بر فاکتورهای آمادگی حسمانی و عملکرد جسمانی در ۲۱ بیمار مبتلابه دیابت نوع ۲ پرداختند. گروه تمرین متوسط تمرین مقاومتی با شدت ۷۵ درصد ۸ تکرار بیشینه و تمرین هوازی با شدت ۳۰ تا ۴۵ درصد حداکثر ضربان قلب را به مدت ۳ ماه اجرا کردند. گروه تمرینی شدید، تمرین مقاومتی را با شدت ۱۰۰ درصد ۸ تکرار بیشینه، تمرین هوازی را با شدت ۵۰ تا ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب را به مدت ۳ ماه اجرا کردند. نتایج تحقیق نشان داد که هرچند علائم بهبودی در متغیرهای تحقیق در هر دو گروه مشاهده شد، ولی تغییرات بین گروهی معنی‌دار نبود (۷۳).

---

[1]- Huang
[2]- Mancilla
[3]- Engel
[4]- Taylor

بارکر[1] و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر ۲ هفته تمرین تناوبی شدید با حجم پایین‌بر توان هوازی، فشارخون، شاخص توده بدن در ۱۰ نوجوان پرداختند. آزمودنی‌ها ۶ جلسه تمرین وینگیت را بر روی دوچرخه انجام دادند. نتایج نشان داد که حداکثر اکسیژن مصرفی بهبود یافت، درحالی‌که فشارخون سیستولیک و شاخص توده بدنی تغییر منعی داری نداشت (۷۴).

وستون و همکاران[2] (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر تمرین تناوبی شدید با حجم پایین‌بر روی آمادگی جسمانی و VO2max در بزرگ‌سالان بالای ۱۸ سال پرداختند. در این تحقیق تمرین تناوبی شدید به مدت ۱۳ جلسه، با تکرار هر نوبت ۳۰-۶۰ ثانیه و شدت تمرین برابر با VO2max هر آزمودنی انجام شد. تمرین تناوبی شدید منجر به بهبودی VO2max در مردان وزنان فعال غیر ورزشکار نسبت به گروه کنترل گردید (۷۵).

مرندی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود به بررسی اثرات کوتاه‌مدت مداخله فعالیت فیزیکی در چاقی و قلب و عروق تناسب‌اندام دانش آموزان پسر ۱۲-۱۴ ساله پرداختند. نتایج نشان داد که درصد چربی بدن این دانش آموزان نزدیک به ۱۷/۸۴ درصد، نسبت دور کمر به باسن ۰/۴۴ درصد، VO2Max ۸/۵۴ درصد و BMI ۲/۶۱ درصد بهبود یافتند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که اجرای کوتاه‌مدت فعالیت ورزشی در سیستم مدرسه ممکن است تأثیر مثبتی بر درصد چربی بدن و آمادگی جسمانی قلبی عروقی افراد اضافه‌وزن / چاق داشته باشد (۷۶).

هوانلو و همکاران[3] (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر تمرین تناوبی سرعتی (SIT[4]) و تمرین استقامتی فزاینده (CET[5]) بر سطح سرمی بیومارکرهای التهابی در ۱۶ دانش‌آموز پرداختند. برنامه تمرینی گروه SIT شامل ۴-۶ مرحله ۳۰ ثانیه‌ای آزمون وینگیت و زمان استراحت بین هر مرحله ۴ دقیقه و برنامه تمرینی گروه CET شامل ۹۰-۱۲۰ دقیقه کار بر روی دوچرخه با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بود که به مدت دو هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام شد. نتایج تحقیق نشان داد که تغییرات

---

[1]- Barker
[2]. Weston et al.
[3]. Hovanloo et al.
[4]. Sprint Interval Training
[5]. Continuous Endurance Training

وزن، شاخص توده بدن و بیومارکرهای التهابی شامل اینترلوکین-۱۰ و اینترلوکین- ۶ و شاخص مقاومت انسولینی بین دو گروه تفاوت معناداری نداشتند (۷۷).

کارستوفت و همکاران[1] (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر تمرین پیاده‌روی تناوبی بر سطوح گلوکز، شاخص توده بدن در ۳۲ بیمار مبتلابه دیابت نوع ۲ پرداختند. آن‌ها آزمودنی‌های تحقیق را به سه گروه کنترل (تعداد= ۸ نفر) و پیاده‌روی تناوبی (از شدت پایین تا نزدیک حداکثر اکسیژن مصرفی، هر نوبت سه دقیقه، تعداد= ۱۲ نفر) و پیاده‌روی مداوم (با شدت متوسط حداکثر اکسیژن مصرفی، تعداد= ۱۲ نفر) تقسیم کردند. آزمودنی‌های گروه تمرین ۵ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه به تمرین پرداختند. در گروه تمرین تناوبی VO_2max افزایش یافت و شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و سطح گلوکز ناشتایی کاهش نشان داد، درحالی‌که در گروه تمرین با شدت متوسط تغییر معناداری در سطوح گلوکز، و شاخص توده بدنی نشان ندادند (۷۸).

لیا[2] و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی تأثیر فیزیولوژیکی و عملکردی تمرین HIT در فوتبال پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که امروزه بررسی فوتبال ازلحاظ فیزیولوژیکی اهمیت زیادی دارد. زیرا بازیکنان برای اجرای بهتر فوتبال نیاز به انجام تمرینات با شدت بالا دارند. از طرفی، بهترین تیم‌های فوتبال، در طول یک بازی فعالیت‌هایی با شدت بالا را بیشتر اجرا می‌کنند، به‌ویژه زمانی که یک توپ را به سمت دروازه برای پاس ارسال می‌کنند. نتایج تحقیق بر روی فوتبالیست‌ها نشان داد که ۸ تا ۱۲ هفته تمرین HIT بیشتر از ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب، حداکثر اکسیژن مصرفی را ۵ تا ۱۱ درصد بهبود می‌بخشد و سطح لاکتات خون را کاهش می‌دهد (۷۹).

نموتو و همکاران[3] (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر تمرین تناوبی پیاده‌روی شدید به مدت پنج ماه بر استقامت عضلانی، ظرفیت هوازی بیشینه و فشارخون در ۶۰ مرد و ۱۸۶ زن با میانگین سنی ۶±۶۳ سال پرداختند. آن‌ها در تحقیق خود آزمودنی‌ها را به سه گروه کنترل، تمرین پیاده‌روی با شدت

[1]. Karstoft et al.
[2]- Iaia
[3]. Nemoto et al.

متوسط (چهار روز در هفته با شدت ۵۰ درصد ظرفیت هوازی بیشینه) و تمرین پیاده‌روی تناوبی شدید (شامل پنج نوبت سه‌دقیقه‌ای پیاده‌روی با شدت ۴۰ درصد ظرفیت هوازی بیشینه و سه‌دقیقه‌ای با شدت ۷۰ درصد ظرفیت هوازی بیشینه) تقسیم کردند. قدرت ایزومتریک باز کردن و خم کردن زانو و هم‌چنین ظرفیت هوازی بیشینه و فشارخون قبل و بعد از دوره تمرین اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیق نشان داد که در گروه تمرین پیاده‌روی تناوبی شدید باز کردن ایزومتریک زانو ۱۳ درصد و خم کردن زانو ۱۷ درصد و ظرفیت هوازی بیشینه با دوچرخه ۸ درصد و با پیاده‌روی ۹ درصد افزایش داشت و این تغییرات نسبت به گروه تمرین تناوبی با شدت متوسط و کنترل بالاتر بود. هم‌چنین کاهش فشارخون سیستولیک استراحتی برای گروه تمرین پیاده‌روی تناوبی شدید بیشتر بود (۸۰).

مارکوس هرمان[1] و همکاران (۲۰۰۳)، در مطالعه‌ای تأثیرات تمرینات حجم – محور (۳۰ کیلومتر/ هفته) و تمرینات اینتروال شدید (۲۰ کیلومتر/ هفته) را بر هموسیستین، ویتامین B12، B6، فولات و متیل مالونیک اسید (MMA)، ۲۰ جوان شناگر را بعد از ۳ هفته تمرین ، باهم مقایسه کردند. بعدازاین دوره تمرینی ورزشکاران ۵ روز تمرین را به‌عنوان ریکاوری انجام دادند (۱۰۰۰متر گرم کردن- $2 \times 2500\ m$ شنای تداومی- ۸۰۰متر سرد کردن). تمرین منجر به افزایش هموسیستئین شد که در طول دوره ریکاوری هم، پابرجا ماند. ویتامین B12، بعد از تمرین بدون تغییر باقی ماند. اما در طول دوره ریکاوری کاهش یافت. فولات در طول تمرین افزایش نشان داد که این روند در پایان دوره ریکاوری معکوس شد. ویتامین B6 و اسید متیل مالونیک (MMA) تغییری نداشتند. هیچ‌کدام ازاین اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در بین دو گروه اختلاف معناداری باهم نداشتند. آن‌ها این‌گونه نتیجه گرفتند که ۳ هفته تمرین شنای شدید سبب افزایش طولانی‌مدت در هموسیستئین (Hcy) می‌شود که با تغییرات در ویتامین B12 و فولات همراه و توأم است اندازه و مقدار این تأثیرات با شدت تمرین تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. نتایج نشان داد تمرینات HIIT منجر به کاهش معنادار در ضربان قلب استراحتی، فشارخون سیستولی، فشارخون دیاستولی، و سطوح گلوکز حالت ناشتا شد. به‌علاوه

[1]- Markus Hermann

تمرینات HIIT منجر به بهبود معنادار در مشخصه‌های کلی ترکیب بدنی شد. میانگین وزن، میانگین چربی بدنی، و میانگین مقادیر محیط ران و دور کمر همگی به‌طور معناداری بعد از ۱۲ هفته تمرین کاهش یافتند. این نتایج نشان می‌دهد که این برنامه تمرینی ممکن است که ازنظر پزشکی اهمیت به سزایی در پیشگیری از دیابت نوع ۲ در آزمودنی‌ها داشته باشد (۸۱).

۲-۴. نتیجه‌گیری

با توجه به تحقیقات قبلی که درزمینهٔ تأثیر تمرینات شدید مختلف بر روی برخی از فاکتورهای آمادگی جسمانی صورت گرفته، با نتایج ضدونقیضی همراه بوده‌اند. تحقیقات نشان دادند، فاکتورهای آمادگی جسمانی نقش مؤثری در سیستم ایمنی بدن و افزایش عملکرد ورزشی و سلامتی دارند. ولیکن راجع به تغییرات سطوح آن‌ها متعاقب مصرف یک دوره مکمل آهن و دوره تمرین تناوبی شدید اطلاعات اندک و متناقض وجود دارد، که نیاز به تحقیقات بیشتر و شناخت روشن‌تر مکانیسم آن‌ها وجود دارد. حال پژوهش حاضر قصد دارد با توجه به یافته‌های پژوهش‌های پیشین تأثیر یک دوره تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل آهن را مطالعه کند.

فصل سوم

روش‌شناسی تحقیق

۳-۱. مقدمه

در این فصل روش‌شناسی تحقیق شامل جامعه و نمونه آماری تحقیق، روش نمونه‌گیری، متغیرهای تحقیق، روش جمع‌آوری اطلاعات، ابزارها و روش‌های اندازه‌گیری، روش اجرای تحقیق و روش‌های تجزیه‌وتحلیل آماری به‌تفصیل توضیح داده می‌شود.

۳-۲. روش و طرح تحقیق

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی است. طرح تحقیق نیز شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با سه گروه [تمرین، تمرین+ مکمل، مکمل] می‌باشد.

۳-۳. جامعه و نمونه آماری تحقیق

جامعه آماری این تحقیق را ۳۶۰ نفر از فوتسالیست‌های شهرستان خواف که سابقه انجام فعالیت بدنی منظم داشتند، تشکیل می‌دهند. به دلیل ماهیت آزمایشی تحقیق و رعایت مسائل اخلاقی، نمونه‌گیری به شکل داوطلبانه و از بین نمونه‌های در دسترس صورت گرفت، بدین گونه که پس از هماهنگی با مسئول باشگاه شهید داریوش زنگنه در شهرستان خواف، اطلاع‌رسانی و دعوت از افراد علاقه‌مند به شرکت در تحقیق انجام شد.

پس از تشریح اهداف تحقیق و چگونگی مراحل انجام آن از بین افراد داوطلب، ۲۷ نفر برای شرکت در تحقیق حاضر داوطلب شدند و از آنان رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. بعد از انجام این مرحله، اطلاعات مربوط به قد، وزن، درصد چربی بدن آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد. پس از انجام مراحل فوق، آزمودنی‌ها در چهار گروه تمرین (۹ نفر)، تمرین+ مکمل (۹ نفر)، مکمل (۹ نفر) با توجه به همگن-سازی بر اساس سن و شاخص توده بدنی تقسیم شدند. معیار انتخاب افراد، عدم ابتلا به بیماری‌هایی از قبیل بیماری قلبی- عروقی، بیماری فشارخون، بیماری کلیوی، عدم استعمال مواد مخدر و عدم داشتن سابقه انجام فعالیت بدنی منظم بوده است.

۳-۴. متغیرهای تحقیق

- متغیر مستقل
  - چهار هفته تمرین تناوبی شدید
  - مصرف مکمل آهن

- متغیر وابسته
  - توان هوازی
  - توان بی‌هوازی

۳-۵. پروتکل تمرین

برنامه اصلی تمرین تناوبی با شدت زیاد، شامل گردم کردن با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه و برنامه تمرین اصلی که به صورت ۶ تکرار ۴ دقیقه ای با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود که بین هر تناوب یا تکرار ۲ تا ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام می شد (دویدن بر روی تردمیل) (۸۲). گروه تمرین تناوبی شدید سه جلسه در هفته و در روزهای زوج به مدت ۴ هفته، برنامه‌های تمرینی خود را اجرا کردند.

برنامه گروه تمرین سنتی برنامه متداول آمادگی جسمانی مرتبط با فوتسال می‌باشد که هفته‌ای ۳ جلسه و به مدت ۴۵ دقیقه اجرا می‌گردد. پژوهش‌گر با انجام مطالعه مقدماتی فشار فیزیولوژیکی این تمرینات را با پایش این تمرینات محاسبه کرد. کلیه‌ی جلسات تمرینی در ساعت بین ۸ تا ۱۱ صبح انجام گردید. با توجه به اهداف پژوهش، داده‌های موردنیاز به‌صورت میدانی و با استفاده از آزمون‌های استاندارد جمع‌آوری شدند (۱۵).

۳-۶. مکمل آهن

در تحقیق حاضر، به آزمودنی‌های گروه تمرین+ مکمل آهن، ۱۰۰ میلی‌گرم قرص فروس سولفات که شامل دو عدد قرص هرکدام حاوی ۵۰ میلی‌گرم فروس سولفات بود، قبل و بعد از هر جلسه تمرین همراه با آب‌داده شد (۱۷).

۳-۷. ابزار تحقیق

- متر نواری، ساخت کشور ایران برای اندازه‌گیری دور محیط اندام و قد آزمودنی‌ها برحسب واحد سانتی‌متر استفاده شد.
- ترازوی دیجیتالی، با مارک سکا[1]، ساخت کشور آلمان برای اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها برحسب واحد کیلوگرم استفاده شد.
- ضربان سنج پولار، ساخت کشور فنلاند برای اندازه‌گیری ضربان قلب.
- کرونومتر ساخت کشور ژاپن برای اندازه‌گیری زمان با دقت یک‌صدم ثانیه.
- قرص آهن حاوی ۵۰ میلی‌گرم فروس سولفات که از شرکت داروسازی شهر دارو ساخت کشور ایران برای گروه‌های مکمل مورداستفاده قرار گرفت.
- دستگاه تردمیل، ساخت کشور ایران برای دویدن آزمودنی‌ها مورداستفاده قرار گرفت.

۳-۸. روش جمع‌آوري داده‌ها

- قد: برای اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها از دستگاه قد سنج، با مارک سکا، ساخت کشور آلمان و برحسب واحد سانتی‌متر و با دقت ۰/۱ متر استفاده شد. بدین گونه که آزمودنی بر روی صفحه تخت دستگاه قد سنج ایستاده و به‌طرف جلو نگاه می‌کند، به‌گونه‌ای که بالای لاله گوش با زاویه چشم در یک راستا قرار گیرد. قد از انتهای پاشنه پا تا قسمت فوقانی کاسهٔ سر به سانتی‌متر یادداشت می‌شد. اندازه‌گیری قد در ساعت ۸/۳۰ -۸ صبح قبل از مرحله پیش‌آزمون اولیه انجام شد.

[1]. Statistical package for the social sciences (*seca*)

- وزن: برای اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها از ترازوی دیجیتالی، با مارک سکا، ساخت کشور آلمان و برحسب واحد کیلوگرم و با حساسیت ۰/۱ کیلوگرم، استفاده شد. بدین ترتیب که آزمودنی-ها با حداقل پوشش و بدون کفش بر روی ترازو می‌ایستادند و وزن آن‌ها ثبت می‌شد. اندازه-گیری وزن آزمودنی‌ها قبل از پیش‌آزمون و هم‌چنین پس از پس‌آزمون در ساعت۸/۳۰ -۸ صبح انجام گرفت.

- شاخص توده بدن: از تقسیم وزن بدن (برحسب کیلوگرم) بر مجذور قد (برحسب متر) به دست آمد.
- حداکثر اکسیژن مصرفی

در این تحقیق از روش بالک میدانی (۱۵ دقیقه دویدن) برای اندازه‌گیری توان هوازی یا حداکثر اکسیژن مصرفی استفاده می‌شود. در این اندازه‌گیری، ما از ابعاد زمین فوتسال(۴۰×۲۰) استفاده می‌کنیم. آزمودنی در خط شروع قرارگرفته و با شنیدن صدای سوت، شروع به دویدن می‌کند. همزمان کرنومتر نیز زده می‌شود. تعداد دورهایی که در این ۱۵ دقیقه طی می‌کند توسط یار کمکی یادداشت می‌شود. پس از پایان ۱۵ دقیقه، کرنومتر را متوقف کرده و به آزمودنی اعلام می‌کنیم که وقت تمام‌شده است. در این مرحله از آزمودنی می‌خواهیم که راه برود تا به ضربان قلب استراحت برگردد. مسافت طی شده توسط او در فرمول زیر قرار داده‌شده و توان هوازی آزمودنی محاسبه می‌شود.

$$VO_2max = ۳۳/۳ + [۰/۱۷۲ \times (۱۳۳ - \frac{\text{کل مسافت طی درشده 15 دقیقه(متر)}}{15})]$$

تست‌های فوق فقط ۲ بار در کل ۴ هفته از آزمودنی‌ها گرفته می‌شود مرحله اول قبل از شروع تمرینات و مصرف مکمل، در طی دو روز ، مرحله دوم بعد از پایان ۴ هفته تمرینات و مصرف مکمل، در طی دو روز انجام می‌شود (۱۸).

- توان بی‌هوازی

در این تحقیق از روش آزمون سارجنت برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی استفاده می‌شود. در این روش ما نیاز به دیوار، متر نواری و برگه‌ای برای یادداشت داریم. به همین جهت بر روی دیوار سالن، اندازه‌ها را با متری نواری با فواصل ۱۰ سانتی‌متر علامت‌گذاری می‌کنیم و از آزمودنی می‌خواهیم که به پهلو کنار دیوار بایستد و دستی که کنار دیوار قرار دارد را بلند کرده و بر روی علامت‌گذاری‌ها قرار دهد (بدون اینکه پرشی داشته باشد) و جایی که انگشتان دست آزمودنی قرار دارد به‌عنوان اولین اندازه یادداشت می‌شود. در مرحله‌ی بعد از آزمودنی می‌خواهیم به همان حالتی که ایستاده پرشی با تمام نیرو انجام دهد (پرش عمودی) و دست خود را بر روی اندازه‌های روی دیوار بزند و این اندازه را هم یادداشت می‌کنیم. اختلاف بین این دو اندازه را به دست می‌آوریم. برای برآورد توان بی‌هوازی، دو روش وجود دارد که یک روش آن استفاده از نوموگرام لوئیز است که به دلیل خطای بصری محاسبه توان بی‌هوازی تقریبی است. روش دیگر استفاده از فرمول زیر است :

$$P(kgm/s) = ۲/۶۷ \times BM \times \sqrt{VJD}$$

P: میانگین توان

۲/۶۷: یک مقدار ثابت

BM: وزن فرد برحسب کیلوگرم

VJD: تفاوت مسافت رساندن دست در حالت ایستاده و ارتفاع پرش عمودی

ازآنجایی‌که در سیستم بین‌المللی واحد اندازه‌گیری توان برحسب نیوتن متر بر ثانیه یا وات بیان می‌شود، لذا وزن فرد را در عدد ۱۰ ضرب کرده تا به نیوتن تبدیل شود سپس در فرمول قرار می‌دهیم (۸۳).

۳-۹. روش آماری

برای توصیف داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی (میانگین، انحراف استاندارد، رسم جداول و نمودارها) استفاده شد. به‌منظور استفاده از آزمون آماری مناسب با توجه به حجم نمونه در گروه‌ها،

ابتدا به بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای موردمطالعه از طریق آزمون کلموگروف- اسمیرنوف پرداخته شد. با توجّه به این‌که داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند، لذا به‌منظور مقایسه میانگین تغییرات قبل و بعد از ارائه متغیرهای موردمطالعه، از آزمون تی وابسته استفاده شد. هم‌چنین به‌منظور مقایسه تغییرات متغیرهای بین گروه‌های تحقیق از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و در صورت معنی‌دار بودن تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات خام از نرم‌افزار آماری SPSS 18 و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد. برای کلیه متغیرها سطح معنی‌داری ۰/۰۵ ≥p در نظر گرفته شد.

فصل چهارم

یافته‌های تحقیق

۴-۱. مقدمه

در فصل دوّم، نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در خصوص متغیرهای توان هوازی، توان بی‌هوازی و هم‌چنین مکمل دارونما آهن بررسی شدند. در این فصل ابتدا با استفاده از آمار توصیفی، نتایج توصیفی متغیرهای وابسته‌ی پژوهش در قالب جدول گزارش‌شده است. سپس تأثیر متغیر مستقل بر متغیرهای وابسته در گروه مکمل یاری آهن و دارونما موردبررسی قرار می‌گیرد. علاوه بر این، هر یک از فرضیه‌های ارائه‌شده در فصل اوّل با استفاده از آزمون‌های آماری مناسب مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است.

۴-۲. توصیف یافته‌های تحقیق

در این بخش نتایج توصیفی متغیرهای اصلی گروه‌های پژوهش در قالب جدول و نمودار گزارش می‌شود.

۴-۲-۱. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

در گام نخست، جهت انجام آزمون‌های پارامتریک، می‌بایست به بررسی پیش‌شرط‌های انجام این آزمون‌ها در نمونه موردبررسی پرداخت. یکی از مهم‌ترین پیش‌شرط‌های انجام آزمون‌های پارامتریک، بررسی نرمال (طبیعی) بودن توزیع داده‌ها در متغیر وابسته است. برای این منظور، برای هر یک از متغیرهای موردبررسی به تفکیک هر یک از گروه‌ها، آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها به‌وسیله آزمون کلموگروف- اسمیرنف انجام‌گرفته است.

نتایج حاصل از بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای وابسته در جدول (۴-۱) نمایش داده‌شده است. همان‌گونه که در این جدول می‌توان مشاهده نمود، میزان سطح معنی‌داری برای تمامی متغیرها (توان هوازی، توان بی‌هوازی و شاخص توده بدنی) در درون هر یک از گروه‌ها (مکمل یاری و دارونما) بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، توزیعش تمامی متغیرها در تمام گروه‌ها نرمال می‌باشند.

جدول (۴-۱). آزمون کلموگروف- اسمیرنف جهت بررسی نرمال بودن توزیع نمونه‌های موردبررسی

شاخص	گروه		تعداد آزمودنی	مقدار Z	مقدار P
وزن	تمرین	قبل از تمرین	۹	۰/۷۶۷	۰/۵۹۹
		بعد از تمرین		۰/۷۴۹	۰/۶۲۹
	مکمل+ تمرین	قبل از تمرین	۹	۰/۵۸۲	۰/۸۸۷
		بعد از تمرین		۰/۴۱۲	۰/۹۹۶
	مکمل	قبل از تمرین	۹	۰/۴۸۴	۰/۹۷۳
		بعد از تمرین		۰/۴۵۹	۰/۹۸۴
شاخص توده بدن	تمرین	قبل از تمرین	۹	۰/۵۷۰	۰/۹۰۱
		بعد از تمرین		۰/۷۹۸	۰/۵۴۷
	مکمل+ تمرین	قبل از تمرین	۹	۰/۴۹۵	۰/۹۶۷
		بعد از تمرین		۰/۵۶۰	۰/۹۱۲
	مکمل	قبل از تمرین	۹	۰/۴۱۶	۰/۹۹۵
		بعد از تمرین		۰/۴۴۴	۰/۹۸۹
توان هوازی	تمرین	قبل از تمرین	۹	۰/۸۰۰	۰/۵۴۴
		بعد از تمرین		۰/۶۱۷	۰/۸۴۱
	مکمل+ تمرین	قبل از تمرین	۹	۰/۵۹۶	۰/۸۷۰
		بعد از تمرین		۰/۶۴۴	۰/۸۰۰
	مکمل	قبل از تمرین	۹	۰/۳۶۹	۰/۹۹۹
		بعد از تمرین		۰/۴۳۳	۰/۹۹۲
توان بی‌هوازی	تمرین	قبل از تمرین	۹	۰/۶۹۴	۰/۷۲۱
		بعد از تمرین		۰/۵۰۷	۰/۹۵۹
	مکمل+ تمرین	قبل از تمرین	۹	۰/۳۴۳	۱/۰۰۰
		بعد از تمرین		۰/۵۳۱	۰/۹۴۱
	مکمل	قبل از تمرین	۹	۰/۴۲۶	۰/۹۹۳
		بعد از تمرین		۰/۴۲۴	۰/۹۹۴

۴-۲-۲. شاخص‌هاي توصيفي وزن آزمودنی‌ها و متغيرهاي اصلی تحقيق

در این بخش، اطلاعات توصیفی به‌دست‌آمده از آزمودنی‌ها و متغیرهای اصلی پژوهش در گروه-های موردمطالعه، به‌صورت زیر ارائه‌شده است.

جدول (۴-۲). ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
تمرین	۱۸/۱۲ ±۰/۸۳	۱۶۹/۳۷ ±۸/۹۹	۶۲/۵۰ ±۹/۴۱
مکمل+ تمرین	۱۸/۵۵ ±۱/۰۱	۱۷۰/۰۰ ±۷/۶۱	۶۷/۵۵ ±۱۱/۵۶
مکمل	۱۸/۲۲ ±۱/۲۰	۱۶۷/۸۸ ±۷/۴۷	۶۳/۴۴ ±۱۱/۴۳

همان‌گونه که در جدول (۴-۳) ملاحظه می‌شود، بعد از دوره تمرین در آزمودنی‌های گروه مکمل+ تمرین میانگین مقادیر وزن ۱/۳۳ درصد و در آزمودنی‌های گروه مکمل ۱/۷۳ درصد کاهش و در گروه تمرین اندکی کاهش داشت.

جدول (۴-۳). شاخص‌های آماری مربوط به وزن (وزن برحسب کیلوگرم)

گروه‌ها / شاخص آماری		تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	کمترین	میانه	بیشترین
تمرین	قبل از دوره تمرین	۹	۶۲/۵۰	۹/۴۱	۵۳	۶۵/۵۰	۷۰
	بعد از دوره تمرین		۶۲/۰۰	۹/۶۹	۵۵	۶۴/۵۰	۷۱
مکمل+ تمرین	قبل از دوره تمرین	۹	۶۷/۵	۱۱/۵	۵۲	۶۷	۹۰
	بعد از دوره تمرین		۶۶/۶	۱۱/۲	۵۱	۶۶	۸۸
مکمل	قبل از دوره تمرین	۹	۶۳/۴	۱۱/۴	۴۹	۶۵	۷۸
	بعد از دوره تمرین		۶۲/۳	۱۰/۸	۴۵	۶۵	۷۷

همان‌طور که در جدول (۴-۴) ملاحظه می‌شود بعد از دوره تمرین در آزمودنی‌های گروه تمرین، مکمل+ تمرین، مکمل میانگین مقادیر شاخص توده بدن بسیار اندک تغییر داشت. بالاترین مقدار شاخص توده بدن در گروه مکمل+ تمرین قبل از دوره تمرین مشاهده شد.

جدول (۴-۴). شاخص‌های آماری مربوط به شاخص توده بدن (BMI برحسب کیلوگرم بر مترمربع)

گروه‌ها / شاخص آماری		تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	کمترین	میانه	بیشترین
تمرین	قبل از دوره تمرین	۹	۲۲/۲۵	۱/۶۶	۲۰	۲۲/۵۰	۲۵
	بعد از دوره تمرین		۲۱/۶۲	۱/۵۹	۲۰	۲۱/۵۰	۲۵
مکمل+ تمرین	قبل از دوره تمرین	۹	۲۳/۶	۲/۳	۲۰	۲۳	۲۸
	بعد از دوره تمرین		۲۳/۱۱	۲/۲	۲۰	۲۳	۲۷
مکمل	قبل از دوره تمرین	۹	۲۲/۷	۲/۳	۱۹	۲۳	۲۶
	بعد از دوره تمرین		۲۱/۷	۱/۹	۱۹	۲۲	۲۵

همان‌طور که در جدول (۴-۵) ملاحظه می‌شود بعد از دوره تمرین در آزمودنی‌های گروه تمرین میانگین مقادیر توان بی‌هوازی ۲/۶۹ درصد افزایش، مکمل+ تمرین میانگین مقادیر توان بی‌هوازی ۳/۵۳ درصد و در آزمودنی‌های گروه مکمل ۲/۶۲ درصد افزایش داشت. بالاترین مقدار توان بی‌هوازی در گروه مکمل+ تمرین بعد از دوره تمرین دیده‌شده و پایین‌ترین مقدار آن در گروه مکمل قبل از دوره تمرین مشاهده شد.

جدول (۴-۵). شاخص‌های آماری مربوط به توان بی‌هوازی(نیوتن متر بر ثانیه)

گروه‌ها / شاخص آماری		تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	کمترین	میانه	بیشترین
تمرین	قبل از دوره تمرین	۹	۷۲۱/۲۵	۱۰۶/۹۶	۵۶۰	۷۴۵	۸۲۰
	بعد از دوره تمرین		۷۴۱/۲۵	۱۱۹/۴۵	۵۷۰	۷۵۵	۸۶۰
مکمل+ تمرین	قبل از دوره تمرین	۹	۷۸۵/۵	۱۴۹/۰	۵۶۰	۸۰۰	۱۰۵۰
	بعد از دوره تمرین		۸۱۳/۳	۱۵۰/۴	۵۷۰	۸۴۰	۱۰۷۰
مکمل	قبل از دوره تمرین	۹	۷۶۱/۱	۱۴۴/۳	۵۱۰	۷۷۰	۹۷۰
	بعد از دوره تمرین		۷۸۱/۱	۱۴۰/۳	۵۴۰	۷۸۰	۹۸۰

همان‌طور که در جدول (۴-۶) ملاحظه می‌شود، بعد از دوره تمرین در آزمودنی‌های گروه تمرین میانگین مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی ۱۰/۳۱ درصد افزایش، در گروه مکمل+ تمرین میانگین مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی ۸/۳۱ درصد و در آزمودنی‌های گروه مکمل ۲/۷۸ درصد افزایش داشت. بالاترین مقدار حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تمرین بعد از دوره تمرین و پایین‌ترین مقدار آن در گروه مکمل+ تمرین قبل از دوره مشاهده شد.

جدول (۴-۶). شاخص‌های آماری مربوط به توان هوازی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)

گروه‌ها / شاخص آماری		تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	کمترین	میانه	بیشترین
تمرین	قبل از دوره تمرین	۹	۵۰	۷/۶۷	۳۸	۵۳	۵۷
	بعد از دوره تمرین		۵۵/۷۵	۶/۳۱	۴۶	۵۸	۶۳
مکمل+ تمرین	قبل از دوره تمرین	۹	۴۵/۷	۷/۵	۳۵	۴۳	۵۷
	بعد از دوره تمرین		۴۹/۵	۸/۶	۳۷	۴۶	۶۱
مکمل	قبل از دوره تمرین	۹	۴۶/۷	۵/۹	۳۸	۴۶	۵۷
	بعد از دوره تمرین		۴۸	۵/۷	۳۹	۴۷	۵۷

۴-۳. آزمون فرضیه‌های تحقیق

❖ آزمون فرضیه اوّل

یک دوره تمرین مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص توان بی‌هوازی فوتسالیست‌های آماتور تأثیر دارد.

فرض صفر (H0): یک دوره تمرین مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص توان بی‌هوازی فوتسالیست‌های آماتور تأثیر ندارد.

الف. مقایسه اختلافات درون‌گروهی سطوح توان بی‌هوازی در گروه‌های تحقیق

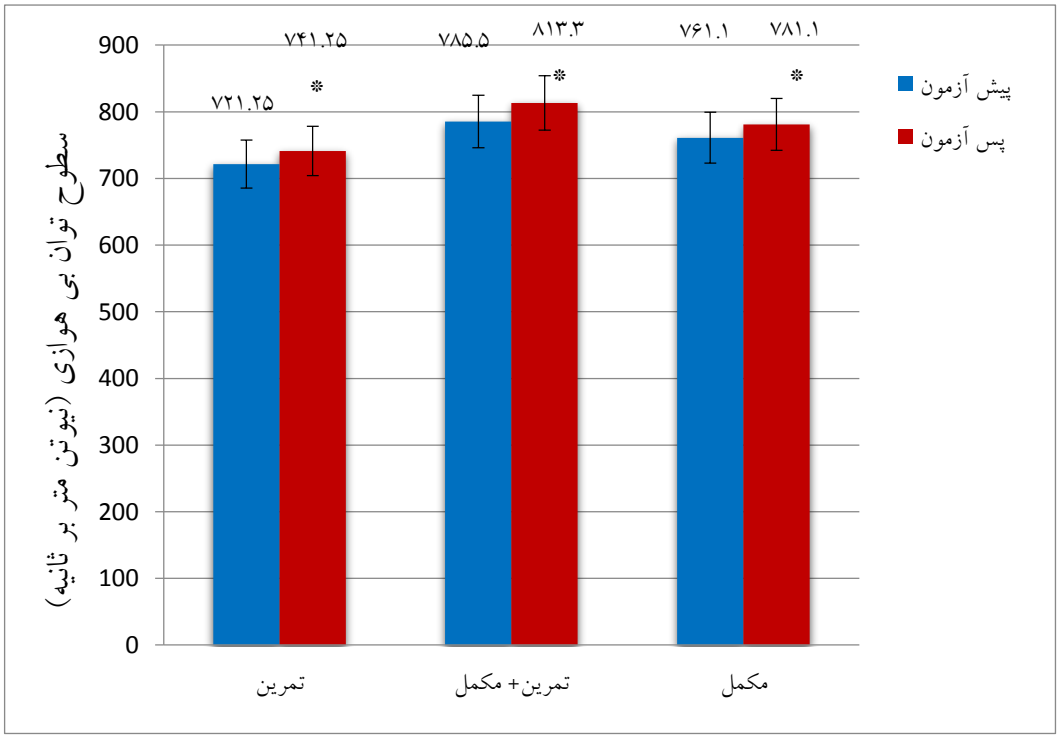
با توجه به جدول (۴-۷)، نتیجه حاصل از آزمون t وابسته نشان داد که سطح توان بی‌هوازی در هر سه گروه تمرین، مکمل+ تمرین و مکمل، در دوره بعد از تمرین نسبت به دوره قبل از تمرین افزایش معنی‌دار داشته است

جدول (۴-۷). تغییرات درون‌گروهی سطوح توان بی‌هوازی در گروه‌های تحقیق

متغیر	زمان / گروه‌ها	قبل از دوره تمرین M ± SD	بعد از دوره تمرین M ± SD	تغییرات درون‌گروهی t	تغییرات درون‌گروهی P
توان بی‌هوازی	تمرین	۷۲۱/۲۵ ± ۱۰۶/۹	۷۴۱/۲۵ ± ۱۱۹/۴	۳/۱۹۱	٭۰/۰۱۵
	مکمل+ تمرین	۷۸۵/۵ ± ۱۴۹/۰	۸۱۳/۳ ± ۱۵۰/۴	۴/۰۶	٭۰/۰۰۴
	مکمل	۷۶۱/۱ ± ۱۴۴/۳	۷۸۱/۱ ± ۱۴۰/۳	۴/۲۴	٭۰/۰۰۳

M ± SD: انحراف استاندارد ± میانگین

٭ در سطح p≤ ۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد.



نمودار ۴-۱ . مقایسه تغییرات درون‌گروهی سطوح توان بی‌هوازی در گروه‌های پژوهش

ب. مقایسه اختلافات بین گروهی سطوح توان بی‌هوازی گروه‌ها در پیش‌آزمون

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه سطوح توان بی‌هوازی گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون، در جدول (۴-۸) ارائه‌شده است. ارزش F محاسبه‌شده (۰/۳۰۸) و معنی‌دار نبودن آن در سطح p =۰/۸۱۹، بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری بین سطوح توان بی‌هوازی گروه‌های تحقیق در مرحله پیش‌آزمون بود.

جدول (۴-۸). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه سطوح توان هوازی گروه‌های پژوهش در پیش‌آزمون

منابع تغییر سطوح توان بی‌هوازی گروه‌ها در پیش‌آزمون	مجموع مربعات SS	درجات آزادی df	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش p
بین گروهی	۱۷۷۲۹/۶۴۳	۳	۵۹۰۹/۸۸۱	۰/۳۰۸	۰/۸۱۹
درون‌گروهی	۵۹۳۸۸۷/۵۰۰	۳۱	۱۹۱۵۷/۶۶۱		
جمع کل	۶۱۱۶۱۷/۱۴۳	۳۴			

ب. مقایسه اختلافات بین گروهی سطوح توان بی‌هوازی گروه‌ها در پس‌آزمون

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه سطوح توان بی‌هوازی گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون، در جدول (۴-۹) ارائه‌شده است. ارزش F محاسبه‌شده (۰/۳۹۱) و معنی‌دار نبودن آن در سطح p =۰/۷۶۱، بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری بین سطوح توان بی‌هوازی گروه‌های تحقیق در مرحله پس‌آزمون بود.

جدول (۴-۹). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه سطوح توان بی‌هوازی گروه‌های پژوهش در پیش‌آزمون

منابع تغییر سطوح توان بی‌هوازی گروه‌ها در پیش‌آزمون	مجموع مربعات SS	درجات آزادی df	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش p
بین گروهی	۲۲۹۳۳/۶۱۱	۳	۷۶۴۴/۵۳۷	۰/۳۹۱	۰/۷۶۱
درون‌گروهی	۶۰۶۷۷۶/۳۸۹	۳۱	۱۹۵۷۳/۴۳۲		
جمع کل	۶۲۹۷۱۰/۰۰۰	۳۴			

❖ آزمون فرضیه دوم

یک دوره تمرین مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص توان هوازی فوتسالیست‌های آماتور تأثیر دارد.

فرض صفر (H0): یک دوره تمرین مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات تناوبی شدید بر شاخص توان هوازی فوتسالیست‌های آماتور تأثیر ندارد.

الف. مقایسه اختلافات درون‌گروهی سطوح توان هوازی در گروه‌های تحقیق

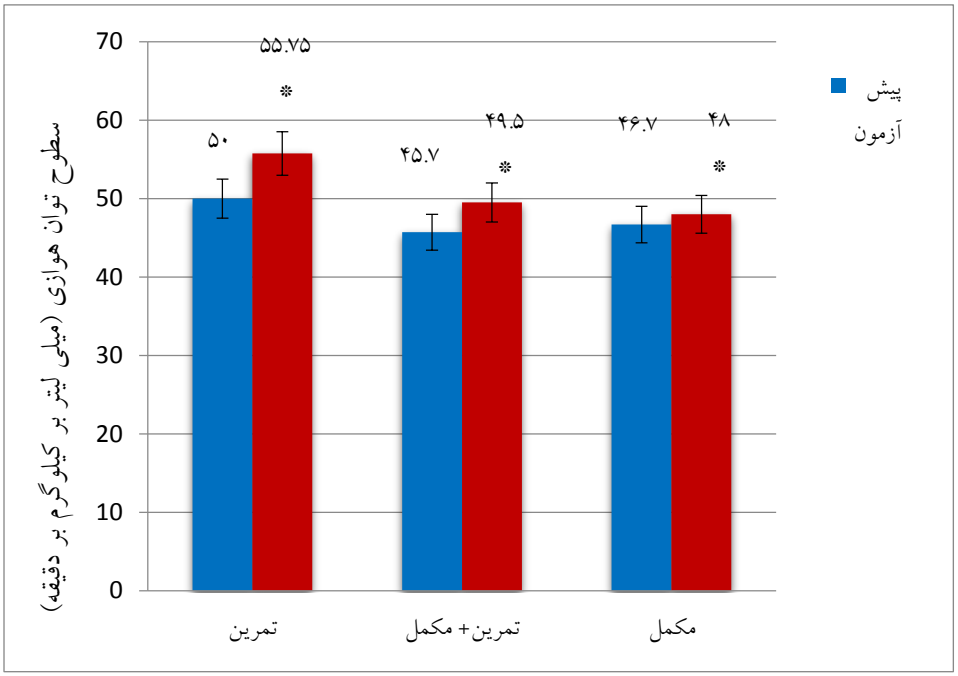
با توجه به جدول (۴-۱۰)، نتیجه حاصل از آزمون t وابسته نشان داد که سطح توان هوازی در همه گروه‌های تحقیق، در دوره بعد از تمرین نسبت به دوره قبل از تمرین افزایش معنی‌دار داشته است.

جدول (۴-۱۰). تغییرات درون‌گروهی سطوح توان هوازی در گروه‌های تحقیق

متغیر	زمان / گروه‌ها	قبل از دوره تمرین M ± SD	بعد از دوره تمرین M ± SD	تغییرات درون‌گروهی t	تغییرات درون‌گروهی P
توان هوازی	تمرین	۵۰/۰۰ ± ۷/۶۷	۵۵/۷۵ ± ۶/۳۱	۴/۶۰۰	❊۰/۰۰۲
	مکمل+ تمرین	۴۵/۷ ± ۷/۵	۴۹/۵ ± ۸/۶	۴/۱۵۴	*۰/۰۰۳
	مکمل	۴۶/۷ ± ۵/۹	۴۸/۰۰ ± ۵/۷	۳/۷۷۳	*۰/۰۰۵

M ± SD: انحراف استاندارد ± میانگین

❊ در سطح ۰/۰۵ ≥p معنی‌دار می‌باشد.



نمودار ۴-۲. مقایسه تغییرات درون‌گروهی سطوح توان هوازی در گروه‌های پژوهش

ب. مقایسه اختلافات بین گروهی سطوح توان هوازی گروه‌ها در پیش‌آزمون

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه سطوح توان هوازی گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون، در جدول (۴-۱۱) ارائه‌شده است. ارزش F محاسبه‌شده (۱/۴۵۴) و معنی‌دار نبودن آن در سطح p =۰/۲۴۶، بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری بین سطوح توان هوازی گروه‌های تحقیق در مرحله پیش‌آزمون بود.

جدول (۴-۱۱). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه سطوح توان هوازی گروه‌های پژوهش در پیش‌آزمون

منابع تغییر سطوح توان هوازی گروه‌ها در پیش‌آزمون	مجموع مربعات SS	درجات آزادی df	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش p
بین گروهی	۲۰۱/۶۳۲	۳	۶۷/۲۲۱	۱/۴۵۴	۰/۲۴۶
درون‌گروهی	۱۴۳۳/۱۱۱	۳۱	۴۶/۲۲۹		
جمع کل	۱۶۳۴/۷۴۳	۳۴			

ب. مقایسه اختلافات بین گروهی سطوح توان هوازی گروه‌ها در پس‌آزمون

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه سطوح توان هوازی گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون، در جدول (۴-۱۲) ارائه‌شده است. ارزش F محاسبه‌شده (۲/۷۲۸) و معنی‌دار نبودن آن در سطح p =۰/۰۶۱، بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری بین سطوح توان هوازی گروه‌های تحقیق در مرحله پس‌آزمون بود.

جدول (۴-۱۲). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه سطوح توان هوازی گروه‌های پژوهش در پیش‌آزمون

منابع تغییر سطوح توان هوازی گروه‌ها در پیش‌آزمون	مجموع مربعات SS	درجات آزادی df	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش p
بین گروهی	۳۷۹/۴۶۵	۳	۱۲۶/۴۸۸	۲/۷۲۸	۰/۰۶۱
درون‌گروهی	۱۴۳۷/۲۷۸	۳۱	۴۶/۳۶۴		
جمع کل	۱۸۱۶/۷۴۳	۳۴			

فصل پنجم

بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱. مقدمه

در فصل دوّم نتایج پژوهش‌های مختلفی درباره مکمل آهن و توان هوازی و بی‌هوازی بحث شد. در فصل قبل نیز یافته‌های پژوهش حاضر گزارش شد. در این فصل نیز ابتدا خلاصه‌ای از نتایج این پژوهش گزارش می‌شود و سپس این نتایج با یافته‌های سایر مطالعات به بحث گذاشته می‌شود و در پایان پیشنهادهایی برای مطالعات آتی ارائه می‌شود.

۵-۲. خلاصه تحقیق

در دهه‌ی اخیر پژوهش‌گران علوم ورزشی با استفاده ترکیب تمرینات سرعتی و تمرینات تناوبی یک شیوه جدیدی از تمرینات را بانام تمرین تناوبی شدید ابداع کردند که هر دو سیستم هوازی و بی‌هوازی را بهبود می‌بخشد. از سوی دیگر ثابت‌شده است که وجود ذخایر آهن در بدن در افزایش توان هوازی مؤثر است، ولیکن با توجه به اینکه این شیوه تمرینی اخیراً ابداع‌شده است و همچنین نتایج اندک و ضدونقیض درباره تأثیر تمرین تناوبی شدید به همراه مکمل آهن‌بر توان هوازی و بی-هوازی وجود داشت، محقق را بر آن داشت که به بررسی اثر یک دوره برنامه تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل آهن‌بر توان هوازی و بی‌هوازی در فوتسالیست‌های آماتور بپردازد.

بدین منظور ۳۶۰ نفر از فوتسالیست‌های شهرستان خواف که در ۶ ماه گذشته سابقه انجام فعالیت بدنی منظم داشتند، به‌طور داوطلبانه برای شرکت در تحقیق انتخاب شدند که پس از تشریح اهداف تحقیق و چگونگی مراحل انجام آن از بین افراد داوطلب، ۲۷ نفر برای شرکت در تحقیق حاضر داوطلب شدند و از آنان رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. پس از انجام مراحل فوق، آزمودنی‌ها در چهار گروه تمرین (۹ نفر)، تمرین+ مکمل (۹ نفر)، مکمل (۹ نفر) با توجه به همگن‌سازی بر اساس سن و شاخص توده بدنی تقسیم شدند. در تحقیق حاضر، به آزمودنی‌های گروه تمرین+ مکمل آهن، ۱۰۰ میلی‌گرم قرص فروس سولفات که شامل دو عدد قرص هرکدام حاوی ۵۰ میلی‌گرم فروس سولفات

بود، قبل و بعد از هر جلسه تمرین همراه با آب‌داده شد. گروه‌های تمرینی نیز به برنامه تمرین تناوبی شدید سه جلسه در هفته و در روزهای زوج به مدت ۴ هفته، پرداختند.

یافته‌های پژوهش:

۱) نتایج آمار استنباطی نشان داد که سطح توان بی‌هوازی در هر سه گروه تمرین، مکمل+ تمرین و مکمل، در دوره بعد از تمرین نسبت به دوره قبل از تمرین افزایش معنی‌دار داشته است. نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه سطح شاخص توان بی‌هوازی بین سه گروه در مرحله‌ی پس‌آزمون بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

۲) نتایج آمار استنباطی نشان داد که سطح توان هوازی در همه گروه‌های تحقیق، در دوره بعد از تمرین نسبت به دوره قبل از تمرین افزایش معنی‌دار داشته است. درحالی‌که نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه سطح شاخص توان بی‌هوازی گروه‌ها در پس‌آزمون ،بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

۵-۳. بحث و بررسی یافته‌های تحقیق

- تغییرات سطوح توان هوازی و بی‌هوازی بعد از تمرین تناوبی شدید

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که چهار هفته تمرین تناوبی شدید موجب بهبود معنی‌دار سطوح توان هوازی و بی‌هوازی شد.نتایج این مطالعات با نتایج مطالعات زیر همسو بوده است. حمزه زاده و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ی خودشان اظهار کردند که متعاقب چهار هفته اجرای HIT در بازیکنان داوطلب تیم ملی زنان بسکتبال ایران افزایش معناداری در VO2max، vLT، vVO2max و حداکثر نبض اکسیژن مشاهده شد (۴۸). بیاتی و همکاران (۱۳۹۰)، نیز گزارش کردند که متعاقب چهار هفته تمرین تناوبی سرعتی شدید، حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر برون ده توان، میانگین برون ده توان، کل کار انجام‌شده و حداکثر لاکتات خون افزایشی معنی‌دار و لاکتات دوره بازگشت به حالت اولیه کاهش معنی دار یافت (۵۳). همچنین تغییرات مشابه ای در نتایج تحقیقات فرزاد و

همکاران (۱۳۹۰)، ظریفی و همکاران (۱۳۸۷)، هانگ و همکاران (۲۰۱۴)، مانکیلا و همکاران (۲۰۱۴)، انجل و همکاران (۲۰۱۴)، تیلور و همکاران (۲۰۱۴)، بارکر و همکاران (۲۰۱۴)، ایبا و همکاران (۲۰۰۹) و مارکوس هرمان و همکاران (۲۰۰۳) گزارش شد. تحقیقات نشان داده که، یکی از ویژگی‌های تمرینات HIT، ایجاد فشارهای تکراری به سیستم‌های فیزیولوژیکی است که اکسیداسیون چربی‌ها را افزایش می‌دهند. همچنین تحقیقات نشان داد که اکسایش میتوکندریایی اسیدهای چرب در موش‌ها در پی تمرینات HIT بیشتر از تمرینات استقامتی زیر بیشینه است. شواهد نشان می‌دهند که اگر زمان ریکاوری بین نوبت‌های سرعتی (شدید) کاهش یابد، سهم گلیکولیز نیز برای تأمین انرژی کاهش پیدا می‌کند و درنتیجه متابولیسم هوازی برای جبران این کسر انرژی افزایش پیدا می‌کند. نشان داده‌شده است که این تمرین‌ها هر دو آنزیم‌های اکسایشی و گلیکولیتیکی را افزایش می‌دهد (۱۸).

افزایش در سطح حداکثر اکسیژن مصرفی ممکن است ناشی از بهبود در حمل و تحویل اکسیژن به عضلات اسکلتی از طریق افزایش حجم ضربه‌ای و نیز افزایش دانسیته مویرگی و میتوکندریایی و درنتیجه افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال باشد. با توجه به اینکه آزمودنی‌های تحقیق حاضر از آمادگی بدنی نسبی برخوردار بودند، ولی افزایش میزان اکسیژن مصرفی در دو گروه تجربی نسبت به کنترل نشان‌دهنده تأثیر اجرای تمرین تناوبی شدید در طول یک دوره تمرینی می‌باشد. از دیگر عوامل مؤثر در افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی شامل افزایش واحدهای حرکتی، فرکانس و همزمانی واحدهای حرکتی که سبب افزایش نیرو، کارایی و هماهنگی عضلانی می‌شوند. بهبود در سازگاری‌های عصبی منجر به تأخیر درروند ایجاد خستگی و تأخیر انداختن زمان خستگی می‌گردد، ازاین‌رو ورزشکار می‌تواند تا سطح بالاتری به تمرین بپردازد. در تحقیقات پیشین گزارش‌شده است که اجرای تمرینات با شدت بالا (HIT) منجر به افزایش سیترات سنتتاز می‌شود، و افزایش محتوای میتوکندریایی که با افزایش مصرف چربی و کاهش تخلیه گلیکوژن همراه است (۵۷).

همان‌طور که در ایبا و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ی خود اظهار داشتند که بازیکنان فوتبال به دلیل اینکه در طول یک دوره بازی، به انرژی لازم جهت اجرای تمرینات با شدت بالا نیاز دارند، ازاین‌رو، اجرای این‌گونه تمرینات HIT که بر سرعت، حداکثر اکسیژن مصرفی تأثیر معنی‌داری خواهد داشت، پیشنهاد کردند و نیز در مطالعه خود اظهار داشتند که تیم‌های برتر فوتبال ازاین‌گونه تمرینات جهت افزایش عملکردهای جسمانی و فیزیولوژیکی بهره می‌برند (۷۹). ازآنجایی‌که توان بی‌هوازی در تحقیق حاضر در دو گروه تجربی بهبود داشته، پس به نظر می‌رسد این تحقیق از شدت و مدت لازم جهت ایجاد تغییر معنی‌دار در فاکتور توان بی‌هوازی داشته است، ازاین‌رو مربیان ورزشی می‌توانند به فاکتور توان بی‌هوازی توجه ویژه داشته باشند و در مرحله آماده‌سازی تیم‌ها ازاین‌گونه تمرینات استفاده کنند.

- تغییرات سطوح توان هوازی و بی‌هوازی و مکمل آهن

نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که سطوح توان هوازی و بی‌هوازی در گروه مکمل آهن بهبود یافتند. برای ورزشکاران در تمامی سنین، به‌ویژه افرادی که در فعالیت‌های استقامتی فعالیت می‌کنند، آهن یک جزء ضروری برای انتقال اکسیژن توسط هموگلوبین در خون و میوگلوبین درون عضلات می‌باشد. علاوه بر این، آهن در کمپلکس‌های سیتوکروم میتوکندریایی قرار داشته و در متابولیسم هوازی نقش دارد. در مطالعات انجام‌شده بر روی حیوانات آزمایشگاهی و نیز بررسی‌ها بر روی ورزشکاران مشخص‌شده است که کم‌خونی فقر آهن موجب کاهش ظرفیت عملکرد ورزشی و حداکثر توان هوازی می‌شود. در رشته‌های استقامتی که کم‌خونی فقر آهن موجب کاهش ظرفیت عملکرد ورزشی و حداکثر توان هوازی می‌شود، مصرف مکمل آهن ضرورت دارد. نتایج تحقیق حاضر همسو با نتایج تحقیقات محققانی می‌باشد که بهبود در سطوح فاکتورهای آمادگی جسمانی متعاقب مصرف یک دوره مکمل آهن مشاهده کردند. حجتی ذی دشتی و حسینی (۱۳۹۴) نیز در تحقیق خود اظهار داشتند که بین قدرت، چابکی و توان هوازی در گروه مکمل یاری فروگلوبین در مقایسه با گروه

دارونما، تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۱۸) که با نتایج مطالعه زیر همسو می‌باشد. ازآنجایی‌که توان هوازی و بی‌هوازی در تحقیق حاضر متعاقب یک دوره مصرف مکمل آهن بهبود داشته، پس به نظر می‌رسد که مصرف این مکمل برای ورزشکاران ضرورت دارد و نیاز دارد که مربیان به این نکته نیز توجه داشته باشند و در دوره تمرینات از این نوع مکمل استفاده کنند.

۵-۴. نتیجه‌گیری

درمجموع با توجه به پژوهش حاضر، می‌توان اظهار نمود که توان هوازی و بی‌هوازی تحت تأثیر شدت فعالیت قرار می‌گیرند. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که چهار هفته تمرین تناوبی با مصرف مکمل آهن موجب بهبود معنی‌دار سطوح حداکثر اکسیژن مصرفی و توان بی‌هوازی می‌گردد. لذا اهمیت دارد که مربیان و ورزشکاران به اهمیت مکمل آهن و نیز شدت تمرینات جهت افزایش توان هوازی و بی‌هوازی و نیز عملکرد ورزش خود از این روش‌ها بهره ببرند.

۵-۵. پیشنهادهای تحقیق

- پیشنهادهای کاربردی

۱. با توجه به بهبود توان هوازی و بی‌هوازی در فوتسالیست‌های جوان، پس یک دوره تمرین تناوبی شدید، پیشنهاد می‌شود، فوتسالیست‌ها و ورزشکاران برای بهبود دو فاکتور مذکور، از روش اجرایی HIT بهره ببرند.

۲. با توجه به بهبود توان هوازی و بی‌هوازی در فوتسالیست‌های جوان، متعاقب یک دوره مصرف مکمل آهن، پیشنهاد می‌شود که فوتسالیست‌ها و ورزشکاران برای بهبود عملکرد ورزشی، از مکمل آهن بهره ببرند.

- **پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده**

همان‌گونه که گزارش شد این تحقیق به چند یافته مهم دست‌یافت. بااین‌وجود هنوز هم سؤالات زیادی در خصوص تغییرات سطوح فاکتورهای آمادگی جسمانی متعاقب تمرین تناوبی شدید و بی تمرینی وجود دارد که پاسخ به آن‌ها می‌تواند کمک زیادی برای افراد باشد. ازاین‌رو امید است که محققین با در نظر گرفتن پیشنهادات این تحقیق، در تحقیقات آتی خود پرده از ابهامات موجود در این زمینه بردارند.

۱. پژوهش‌های آتی با تعداد نمونه‌های بیشتر موردبررسی قرار گیرد.

۲. سعی شود که در پژوهش‌های آتی کنترل رژیم غذایی صورت گیرد.

۳. تحقیق حاضر با پروتکل تمرینی مشابه ولی در مدت طولانی‌تر اجرا شود.

منابع

1. Burgomaster, K.A., Hughes, S.C., Heigenhauser, G.J.F., Bradwell, S.N., Gibala, M.J., (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. **J Appl Physiol**, 98: 1985-1990.

2. Cladden LB. (2004). "Lactate metabolism-a new paradigm for the third millenjum**".** **J ApplPhysiol**; 53(6): 1987- 93.

3. Laursen, P.B., Jenkins, D.G. (2002). The scientific basis for high- intensity interval training: optimizing training programmes and maximizing performance in highly trained endurance athletes**. Sports Med**, 32: 53-73.

4. Laursen, Paul. Shing, Cecilia. Peake, Jonathan. Coombes, Jeff. Jenkins, David. (2002). Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists" **medicine & science in sports & exercise.**

5. Matthew W. Driller, James W. Fell, John R. Gregory, Cecilia M. Shing, and Andrew D. Williams, (2009). The Effects of High-Intensity Interval Training in Well-Trained Rowers, **International Journal of Sports Physiology and Performance**.

6. Talanian JL, Galloway SD, Heigenhauser GJ, et al. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. **J Appl Physiol**; 102(4): 1439-1447.

۷. قرخانلو، رضا، بیاتی، مهدی، آقا علی نژاد، حمید، فرزاد، بابک، ۱۳۹۰، تأثیر تمرین تناوبی سرعتی شدید بر اجرای هوازی و بی‌هوازی مردان تمرین کرده، **مجله پژوهش در علوم ورزشی، شماره** ۹۰، ۲۵-۴۰.

8. Davson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M., Cole, K. (1998). Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibr types after short sprint training. **Eur J Appl Physiol**, 78: 163-169.

9. Brutsaert TD, Hernandez-Cordero S, Rivera J, Viola T, Hughes G, Haas JD. Iron supplementation improves progressive fatigue resistance during dynamic knee extensor exercise in irondepleted, no anemic woman. **Am J Clin** Nutr 2003; 77: 441-448.

10. Lamanca JJ, Heymes EM. Effect of iron repletion on Vo2man endurance and blood lactate in women. **Med Sci Sport Exerc** 1993; 25: 1386-1392.

11. Brown lie IV, Thomas. Iron supplementation enhances iron-depleted women. **Am J clin** nutr 2002; 75: 734-742.

12. Hintin PS, Giordano C, Brownli T, Haas JD. Iron supplementation improves endurance after training in irondepleted, nonanemic women. **J Appli physiol** 2000; 88: 1103-1111.

13. Clement DB, Asmundson RC. Nutritional intake and hematological parameters in indurance runners. **Physician Sports** Med 1980; 23: 1338-1348.

14. Falsetti HL, Burke ER, Feld RD, Frederick EC, Ratering C.Hematological variations after endurance running with hard- and soft-soled running shoes. **Physician Sports Med** 1983; 11 (8): 118- 24.

۱۵. حقیقی، امیرحسین، خلیلی شاندیز قدرت الله، حامی نیا، محمدرضا. (تابستان ۱۳۹۲). تأثیر دو برنامه تمرین آماده‌سازی با ست‌های کوتاه و بلند بر عوامل آمادگی جسمانی و عملکردی بازیکنان نخبه راگبی. **نشریه علوم زیستی**، ، شماره ۱۷، ۲۶-۵.

16. Cousins , R.J (1996) Zinc In: present knowledge in Nutrition (Ziegler, E.E.and Filer, L.j., edc.), 7 th ed., pp.293? 306. International Life Scinces Institute Press, Washington, DC.

۱۷. علیجانی، عیدی، همتی، جمشید، (۱۳۸۴).بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات هوازی به همراه مصرف مکمل آهن‌بر برخی ترکیبات خون دانشجویان پسر دانشگاه شهید چمران اهواز، شماره ۲۶. ۸۵-۹۳.

۱۸. حجتی ذی‌دشتی زهرا، حسینی کبریا سیده سکینه، (۱۳۹۰)تأثیر ۸ هفته تمرینات ترکیبی به همراه مصرف مکمل فروگلوبین بر برخی از عوامل آمادگی جسمانی زنان ورزشکار "یک مطالعه آزمایشی"، **مجله دانشگاه علوم پزشکی قم**. دوره ۹، شماره ۹، ۴۲-۴۹.

۱۹. کوزه چیان، مجید. ابراهیم، خسرو. (۱۳۸۵). واژه‌نامه توصیفی فیزیولوژی ورزش. تهران: **انتشارات آذر**.

۲۰. گودرزی، محمود. سوری، رحمن. (۱۳۸۸). روش‌شناسی تمرین. تهران: **انتشارات پیام نور**.

21. Paul B.Laursen and David G.Jenkine.The scientific Basic for High Intensity Interval Training**. Sports Medicine** 2002,32:53-73.

22. Rafael Deminice, Lucas Gabarra, Arthure Rizzi. High intensity interval trsining series as indices of acidose tolerance determination in swimming anaerobic performance prediction. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** 2007; 13:3.

23. Elloumi M , Maso F , Michaux O , Robert A , Lac G. (2003) . Behavior of saliva cortisol (C). testosterone (T) and the T/C ratio during a rugby match and during the post –competition recovery days, European Journal of Applied Physiology: 1-2.

24. Rob Duffield, Johan Edge, David Bishop. Effects of high intensity interval training on the Vo2 response during severe exercise. **European Journal of Applied Physiology** (2006), 9, 249-255.

25. Gregory Dpont, Koffi Akakpo, Sevge Berthoin. The effect of in-season, high intensity interval training in soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2004, 34- McGee, S.L,and M. Hargreaves.

26. Dawson B, Fitzsimons M, Green S, Goodman C, Carey M, Cole K. (1998). Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. **European Journal of Applied Physiology**; 78(2):163-169.

27. Gonzalez- Bono, E., Salvador, A., SerranoM. A., Ricart (1999) .Testosterone, cortisol and mood in a sports team competition**. Hormones and Behavior**.35: 55-62.

28. Ross,A and M. Leveritte. Long – term metabolic and skeletal muscle adaptations to short – sprint training; implications for sprint training and tapering. **Sports Medicine.** 31:1063- 1082, 2001.

29. Widegren, U, X.J. Jang, A. Korok, et al. Divergent effects of exercise on metabolic and mitogenic signaling pathways in human skeletal muscle**. Federation of American Societies for Experimental Biology**. 12: 1379 -1389, 1998.

30. Wright, D.C, D.H, Han, P.M, Grcia- roves, et al. Exercise- induced mitochondrial biogenesis begins before the increase in muscle PGC-1 alpha expression. **The Journal of Biological Chemistry**. 282: 194 – 199, 2007.
31. Cousins , R.J (1996) Zinc In: present knowledge in Nutrition (Ziegler, E.E.and Filer, L.j., edc.), 7 th ed., pp.293? 306. **International Life Scinces Institute Press, Washington, DC.**
32. King, J.C. & C.L. Keen (1999) Zinc. In: Modern Nutrition in Health and Disease, (Shils, M. E. Olson, J.A, Shike, M, & Ross, C.A, eds) , 9th ed., pp. 223? 240. **Williams & Wilkins, Baltimore , MD.**
33. (1,2 Prepared By): Robert J. Cousins, ph. D. Boston Family Professor of Nutrition Food Science & Human Nutrition Dept. **University of Florida**, 201 FSHN
34. Griffin, Ian-BAYLOR col of MED; kim, Sandra-BAYLOR Col of MED, Abrams, steven-steve; "zinc Metabolism and Zinc kinetics in children with stablecrohn's Disease (cd)" publication Acceptance data (2000.Dec 1); pub date (2001, March 31), **Journal of Federation of American Societies for Experimental Biology.**
35. Macknin ML. Piedmonte M, Calendine C, et al. Zinc gluconate lozenges for treating the common cold in children. **A randomized controlled trial. JAMA**. 1998; 279:1962-1967.
36. Lamanca JJ, Heymes EM. Effect of iron repletion on Vo2man endurance and blood lactate in women. **Med Sci Sport Exerc** 1993; 25: 1386-1392.
37. Brown lie IV, Thomas. Iron supplementation enhances iron-depleted women. **Am J clin nutr** 2002; 75: 734-742.
38. Clement DB, Asmundson RC. Nutritional intake and hematological parameters in indurance runners. **Physician Sports Med** 1980; 23: 1338-1348.
39. Falsetti HL, Burke ER, Feld RD, Frederick EC, Ratering C.Hematological variations after endurance running with hard- and soft-soled running shoes**. Physician Sports Med** 1983; 11 (8): 118- 24.
40. Buik FJ, Gledhill N, Froese AB, Spriet L, Meyers EC. Effects of induced erythrocythemia on aerobic work capacity. **J Appl physiol** 1980; 48: 636-642.
۴۱. کاظمی، عبدالرضا. رحمتی، مسعود. دباغ زاده، راضیه. رییسی، سعیده. ملایی سربیژن، سمیه. (۱۳۹۳). اثر یک دوره تمرین تناوبی شدید پرحجم بر ویسفاتین و واسپین سرمی، مقاومت به انسولین، نیم‌رخ لیپیدی و ترکیب بدنی مردان با اضافه‌وزن. **دانشور**. دوره ۲۲، شماره ۱۱۴، ۵۵-۶۰.
۴۲. فتحی، کاملیا. قربانی، فاطمه. حیدری مقدم، رشید. مجتهدی، حسین. (۱۳۹۳). تأثیر شش هفته تمرین هوازی ایروبیک استپ بر استقامت قلبی عروقی، ترکیب بدنی، انعطاف‌پذیری، توان بی‌هوازی و کیفیت زندگی دانشجویان دختر دانشگاه اصفهان. **ارگونومی**. دوره ۲، شماره ۲، ۲۹-۳۷.
۴۳. زرنشان، اعظم. (۱۳۹۳). اثر ترکیبی برنامه تمرینی هوازی (شدت متوسط) با مصرف سویا بر فشارخون و ضربان قلب استراحت زنان یائسه چاق. **مجله پزشکی هرمزگان**. دوره ۱۸، شماره ۱، ۵۵-۶۳.

۴۴. بیات، زهرا. خزایی علی، اشرف. قلی پور، علیرضا. نگاررستانی، حمیدرضا. رضوان مدنی، فاطمه. (۱۳۹۳). تأثیر ۸ هفته تمرین ایروبیک بر فشارخون زنان دیابتی نوع ۲ مبتلابه پرفشارخونی. **فصلنامه تحقیقات در علوم زیستی ورزشی**. دوره ۴. شماره ۱۳، ۵۱-۵۸.

۴۵. ایوبی آواز، محمد. ثاقب جو، مرضیه. ایل‌بیگی، سعید. (۱۳۹۳). تأثیر حاد پروتکل‌های مختلف گرم کردن (ماساژ، کشش پویا، حس عمقی) بر توان بی‌هوازی، چابکی و انعطاف‌پذیری ورزشکاران مرد رشته والیبال. **پژوهش در ورزش دانشگاهی**. دوره ۲، شماره ۶، ۶۹-۸۶.

۴۶. بارانی، فاطمه. افضل پور، محمداسماعیل. ایل‌بیگی، سعید. کاظمی، طوبی. محمدی فرد، مهیار. (۱۳۹۳). تأثیر تمرینات مقاومتی و ترکیبی بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی و شاخص‌های آمادگی جسمانی زنان دارای کبد چرب غیرالکلی. دوره ۲۱. شماره ۲، ۱۸۸-۲۰۲.

۴۷. نوری، یداله. رحمانی نیا، فرهاد. میرزایی، بهمن. (۱۳۹۲). مقایسه اثر برنامه تمرین هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی مردان غیرفعال. **مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی زنجان**. دوره ۲۱، شماره ۸۹، ۵۱-۶۳.

۴۸. حمزه زاده بروجنی الهام، نظر علی پروانه، نقیبی سعید. (۱۳۹۲). تأثیر چهار هفته تمرین تناوبی شدید (HIT) بر برخی شاخص‌های هوازی و بی‌هوازی زنان تیم ملی بسکتبال ایران. **علوم زیستی ورزشی (حرکت)**. دوره ۵، شماره ۴. ۳۵-۴۸.

۴۹. فرشتیان سارا، آقا علی نژاد حمید، پیری مقصود. . (۱۳۹۱) **اثر سه برنامه تمرین تناوبی شدید (HIT)بر عملکرد هوازی و بی هوازی دختران اسکیت باز سرعت**. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته تربیت‌بدنی، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی.

۵۰. رمضان پور، محمدرضا، کاظمی، (۱۳۹۱). معصومه تأثیر تمرینات هوازی همراه با مصرف مکمل آهن بر میزان هموگلوبین، گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، آهن، فریتین و ترانسفرین سرم دختران جوان، **کومش**، ۱۳. ۲ (۴۲): ۲۳۳-۲۳۹.

۵۱. حیدری هدیه، بیژه ناهید، هاشمی جواهری سید علی اکبر، ابریشمی فاطمه. (۱۳۹۰). تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژیکی دختران مبتلابه بتا تالاسمی مینور کرمانشاه. **افق دانش**، دوره ۱۷، ۳(۵۳). ۲۰-۲۷.

۵۲. عنبری، شاپور. مقدسی، مهرزاد. ترک فر، احمد. رحیمی زاده، اسماعیل. خادمی، یونس. (۱۳۹۱). تأثیر هشت هفته الگوی ورزش همگانی بر آمادگی جسمانی و سلامت عمومی کارمندان مرد. **ارمغان دانش**. دوره ۱۷، شماره ۱ (پی‌درپی ۶۷)، ۴۹-۴۰.

۵۳- بیاتی مهدی، قراخانلو رضا، آقا علی نژاد حمید، فرزاد بابک. (بهار ۱۳۹۰). تأثیر برنامه تمرین تناوبی سرعتی شدید بر اجرای هوازی و بی‌هوازی مردان تمرین نکرده. **نشریه فیزیولوژی ورزشی (پژوهش در علوم ورزشی)**. دوره ۳، شماره ۹، ۲۵-۴۰.

۵۴- فرزاد بابک، قراخانلو رضا، بیاتی مهدی، آقا علی نژاد حمید، بهرامی نژاد مرتضی، محرابیان فرهاد،_پلویی اسماعیل. (۱۳۹۰). اثر یک دوره تمرین تناوبی شدید بر منتخبی از شاخص‌های عملکرد هوازی، بی‌هوازی و هماتولوژیکی ورزشکاران. **فیزیولوژی ورزشی (پژوهش در علوم ورزشی)**. دوره ۳، شماره ۱۰. ۶۹-۸۷.

۵۵. گایینی، عباسعلی. کاظمی، فهیمه. مهدی‌آبادی، جواد. شفیعی نیک، لیلا. (۱۳۹۰). تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی تناوبی و یک دوره بی تمرینی پس‌ازآن بر ساختار و عملکرد بطن چپ. **مجله تحقیقات علوم پزشکی زاهدان (طبیب شرق)**. دوره ۱۳، شماره ۹، ۱۶-۲۰.

۵۶- هاشمی صبور مروارید، محبی حمید، رحمانی نیا فرهاد، فدائی چاقی محمدرضا. (زمستان ۱۳۸۸). ارتباط اثر تمرین و بی تمرینی بر برخی ویژگی‌های آنتروپومتریکی دختران غیرورزشکار. **تربیت‌بدنی و علوم ورزشی**. دوره ۲، شماره ۸، ۱۳-۲۰.

۵۷. براتی، امیرحسین، (۱۳۸۸). شدت شیوع کم‌خونی ناشی از فقر آهن دوندگان زن حرفه‌ای طی یک دوره تمرین پیش از فصل. **حرکت**، ۳۹. ۹۳-۱۰۶.

۵۸. آقاعلی نژاد حمید، ابراهیم پور زینب، صداقتی پریسا، مشکوتی فرحناز، (۱۳۸۷).مقایسه اثر دو برنامه تمرینی درون‌گرا و برون‌گرا بر سطوح آهن، فریتین، ترانسفرین و TIBC سرم دختران تمرین کرده. **تربیت‌بدنی و علوم ورزشی**، ۱۳۸۷. ۱(۴). ۲۹-۳۶.

۵۹- ظریفی آیدین، رجبی حمید، آقا علی نژاد حمید، قهرمانلو احسان، احمدی اعظم. (۱۳۸۷). تأثیر بی تمرینی کوتاه‌مدت پس از تمرینات استقامتی، مقاومتی، و موازی بر آمادگی عملکردی و ترکیب بدنی دانشجویان مرد غیر ورزشکار. **المپیک**. دوره ۱۶، شماره ۳ (پیاپی ۴۳). ۵۳-۶۴.

۶۰- رواسی علی اصغر، امینیان رضوی توران دخت، خبازیان بهزادمهدی. (بهار ۱۳۸۶). بررسی تأثیر ۱۲ روز بی تمرینی بر ظرفیت‌های هوازی، بی‌هوازی و عملکرد شناگران پسر نخبه کشور. **نشریه حرکت**. دوره ۰، شماره پیاپی ۳۱. ۱۲۵-۱۳۳.

61. Cheng, H, Frise, MC, Curtis, MK, Bart, NK, Petousi, N , Robbins, P , Dorrington, KL. Impact of intravenous iron on systolic pulmonary arterial pressure and exercise capacity in older individuals. **Proc Physiol Soc**. 2016. 35, C07.

62. Shizue Masuki, Atsumi Morita, Yoshi-ichiro Kamijo, Shigeki Ikegawa, Yufuko Kataoka, Yu Ogawa, Eri Sumiyoshi, Kiwamu Takahashi, Tohru Tanaka, Motowo Nakajima, Hiroshi Nose. Impact of 5-aminolevulinic acid with iron supplementation on exercise efficiency and home-based walking training achievement in older women. **Journal of Applied Physiology Published** 1 January 2016 Vol. 120 no. 1, 87-96.

63. Theodorou AA, Panayiotou G, Volaklis KA, Douda HT, Paschalis V, Nikolaidis MG, Smilios I an et al. (2016). Aerobic, resistance and combined training and detraining on body composition, muscle strength, lipid profile and inflammation in coronary artery disease patients**. Res Sports Med.** 1-14. [Epub ahead of print]

64. Vorup J, Tybirk J, Gunnarsson TP, Ravnholt T, Dalsgaard S, Bangsbo J. (2016). Effect of speed endurance and strength training on performance, running economy and muscular adaptations in endurance-trained runners. **Eur J Appl Physiol**. [Epub ahead of print]

65. Alberga AS, Prud'homme D, Sigal RJ, Goldfield GS, Hadjiyannakis S, Phillips P, et al. (2016). Effects of aerobic training, resistance training, or both on cardiorespiratory and musculoskeletal fitness in adolescents with obesity: the HEARTY trial**. Appl Physiol Nutr Metab.** 41(3):255-65.

66. Fisher G, Brown AW, Bohan Brown MM, Alcorn A, Noles C, Winwood L, et al. (2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: **A Randomized Controlled Trial. PLoS One.** 10(10):e0138853.
67. Bruseghini P, Calabria E, Tam E, Milanese C, Oliboni E, Pezzato A, Pogliaghi S, Salvagno GL, Schena F, Mucelli RP, Capelli C. (2015). Effects of eight weeks of aerobic interval training and of isoinertial resistance training on risk factors of cardiometabolic diseases and exercise capacity in healthy elderly subjects**. Oncotarget.** 6(19):16998-7015.
68. Agha-Alinejad H, Farzad B, Salari M, Kamjoo S, Harbaugh BL, Peeri M. (2015). Prevalence of overweight and obesity among Iranian preschoolers: Interrelationship with physical fitness. **J Res Med Sci**. 20(4):334-41.
[6]9- Schmidt W, Anderson K, Graff M, Strutz V. The effect of high-intensity circuit training on physical. **Fitnessthe Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness**. 2015 May 5. [Epub ahead of print]
[7]0- Huang SC, Wong MK, Lin PJ, Tsai FC, Fu TC, Wen MS, Kuo CT, Wang JS. Modified high-intensity interval training increases peak cardiac power output in patients with heart failure. **European Journal of Applied Physiology**. 2014 Sep;114(9):1853-62.
[71]- Mancilla R, Torres P, Álvarez C, Schifferli I, Sapunar J, Díaz E. High intensity interval training improves glycemic control and aerobic capacity in glucose intolerant patients. **Revista médica de Chile**. 2014 Jan;142(1):34-9.
72- Engel FA, Sperlich B. High-intensity interval training for young athletes. **Wiener Medizinische Wochenschrift**. 2014 Jun;164(11-12):228-38.
73- Taylor JD, Fletcher JP, Mathis RA, Cade WT. Effects of moderate- versus high-intensity exercise training on physical fitness and physical function in people with type 2 diabetes: **a randomized clinical trial. Physical Therapy.** 2014 Dec;94(12):1720-30.
74- Barker AR, Day J, Smith A, Bond B, Williams CA. The influence of 2 weeks of low-volume high-intensity interval training on health outcomes in adolescent boys. **Journal of Sports Science and Medicine**. 2014;32(8):757-65.
75. Weston M, Taylor KL, Batterham AM, Hopkins WG. (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. **Sports Med.** 44(7),1005-17.
76. Marandi SM, Minasian V, Kelishadi R, Khalighinejad P, Borojeni MM, Borghi SH. (2014). Short-term Effects of a Physical Activity Intervention on Obesity and Cardiovascular Fitness of 12-14-year-old Boy Students. **Int J Prev Med**. 5(Suppl 2):S114-9.
77. Hovanloo Fariborz, Arefirad Tahereh, Ahmadizad Sajad. (2013). Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. **J Diabetes Metab Disord**. 12: 22.

78. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, et al. (2013). The Effects of Free-Living Interval-Walking Training on Glycemic Control, Body Composition, and Physical Fitness in Type 2 Diabetic Patients**. Diabetes Care.** 36(2), 228-36.
79- Iaia FM, Rampinini E, Bangsbo J. **High-intensity training in football. International journal of sports physiology and performance** 2009 Sep;4(3):291-306.
80. Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, Nose H. (2007). Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. **Mayo Clin Proc**. 82(7), 803-11.
81- Markus Hermann, John Wilkinson, Heike Scchorr, et al. Comparison of the influence of volume – oriented training and high- intensity interval training on seum homocysteine and its cofactors in young, healthy swimmers. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine** 2003, 41(11): 525 – 1531.
۸۲- گایینی عباسعلی، ستاری فرد صادق، کردی محمدرضا، حیدری علی، (۱۳۹۳). تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد و تمرین تداومی با شدت متوسط بر ضربان قلب بازیافت دقایق ۲،۱ و۳ و نیمرخ لیپیدی بیماران قلبی پس از عمل پیوند بای پس شریان کرونر. **فصلنامه مراقبت مبتنی بر شواهد**. دوره چهارم، شماره ۱۰، ۱۷-۲۵.
83. Ghazalian Farshad, Hakemi Laleh, Pourkazemi Lotfali, Akhoond Mohammadreza, Ahmadi Morteza. Effects of different amplitudes of whole body vibration training on performance. **Sport Sci Health** (2014) 10:35–40.

Abstract

Iron supplementation improves the aerobic system and anaerobic system. Recently new methods such as high intensity training has been established to improve the ability of aerobic and anaerobic. However, there are few and paradoxical studies about the effect of this practice alongside with the use of Iron supplementation on the level of aerobic and anaerobic ability. Therefore, the purpose of the current study is investigating the effect of a high intensity training alongside the use of Iron supplementation on the level of anaerobic and aerobic ability of futsal players. To aim this, 27 futsal players who had the experience of continual exercise for 6 months voluntarily participated in this study. They were divided in three groups such as exercise, exercise and supplementation, supplementation. The exercise group did high intensity training for 3 session a week, even days, for 4 weeks. The supplementation used 100 milligram ferrous sulfate. To examine inside group differences the researcher used dependent t test and to examine inter group differences he used One Way ANOVA. The examination of inside group differences showed that there is a significant difference in the ability of aerobic and anaerobic in experimental groups. While, the results of inter group examination showed no significant difference between the groups of the study from pretest to posttest sessions. To sum up, it can conclude that high intensity training alongside the use of Iron supplementation cause improvement of aerobic and anaerobic ability of futsal players. Therefore, couches and athletes should pay attention to these variables if they want to outperform in their exercises.

Key words: high intensity training, iron supplementation, aerobic ability, anaerobic ability, futsal players

Faculty of Physical Education and Sport Sciences

MSc Thesis in Physiology of Physical Activity and Health

The effect of iron supplementation alongside High intensity training on aerobic and anaerobic ability of Amateur Futsal players

By: Ehsan Javanshiri-Ghasemabadi

Supervisor:

Dr. Ali Hassani

Agust 2016