

تاثیر یک دوره کاهش بار تمرین و کاهش بار تمرین به همراه مصرف مکمل کراتین بر عملکرد جسمانی و ترکیب بدنی بازیکنان فوتبال

دکتر محمد فرامرزی*، مهدی طاهری گندمانی^۲، دکتر محمدرضا دهخدا^۳، روح‌الله طاهری گندمانی^۲

۱. استادیار دانشگاه شهرکرد

۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی

۳. استادیار دانشگاه تربیت معلم

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۹/۱

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱/۱۸

چکیده

هدف تحقیق: هدف از این تحقیق بررسی تاثیر یک دوره کاهش بار تمرین و کاهش بار تمرین به همراه مصرف مکمل کراتین بر عملکرد جسمانی و ترکیب بدنی بازیکنان فوتبال بود. **روش تحقیق:** بدین منظور ۱۸ نفر از بازیکنان یکی از تیم های فوتبال لیگ برتر استان چهارمحال و بختیاری (میانگین سن ۱/۲۶ ± ۱۸/۷۷ سال، وزن ۶/۹۹ ± ۰/۷۶ کیلوگرم و قد ۵/۷۷ ± ۵/۰۴ سانتی متر) که در دوره آماده سازی ویژه بودند، به صورت هدفمند انتخاب شدند. در انتهای دوره آماده سازی ویژه و ابتدای دوره ۱۰ روزه کاهش بار تمرین، آزمون های عملکرد جسمانی شامل پرش عمودی، قدرت اندام تحتانی، آزمون دو ۶۰ متر، آزمون چابکی و تجزیه و تحلیل ترکیب بدنی انجام شد. سپس آزمودنی ها به صورت هدفمند به دو گروه همگن تقسیم شدند. گروه تجربی اول (n=۹) برنامه ی کاهش بار تمرین به همراه مصرف روزانه ۱۰ گرم مکمل کراتین و گروه تجربی دوم (n=۹) تنها برنامه کاهش بار تمرین را به مدت ۱۰ روز انجام دادند و سپس پس از آزمون انجام شد. برای بررسی اختلاف میانگین ها در پیش آزمون و پس از آزمون در هر گروه از آزمون t همبسته و به منظور مقایسه اختلاف میانگین های پیش آزمون و پس از آزمون فاکتورهای مورد نظر در بین دو گروه از آزمون t مستقل استفاده شد. **نتایج:** نتایج تحقیق نشان داد کاهش بار تمرین باعث افزایش معنی داری در سرعت (P=۰/۰۳۰)، قدرت اندام تحتانی (P=۰/۰۰۳) و چابکی (P=۰/۰۰۷) شد، اما بر توان انفجاری، وزن بدن، جرم چربی و جرم بدون چربی تأثیر معنی داری نداشت. از طرف دیگر نشان داده شد که کاهش بار تمرین به همراه مصرف مکمل کراتین باعث افزایش معنی داری در سرعت (P=۰/۰۰۱)، قدرت اندام تحتانی (P=۰/۰۰۱) و وزن بدن (P=۰/۰۱۷) شد اما بر توان انفجاری، جرم چربی، جرم بدون چربی و چابکی تأثیر معنی داری نداشته است. به هر حال، بین گروه مصرف مکمل کراتین و دارو نما بعد از کاهش بار تمرین تفاوت معنی داری از نظر متغیر های تحقیق مشاهده نشد. **نتیجه گیری:** بنابراین، به نظر می رسد دوره کاهش بار تمرین در بازیکنان فوتبال می تواند آثار مطلوبی بر عملکرد جسمانی داشته باشد با این حال، مصرف مکمل کراتین نمی تواند در اندازه این تغییرات موثر باشد.

واژه های کلیدی: کاهش بار تمرین، مکمل کراتین، عملکرد جسمانی، ترکیب بدن

The influence of a tapering period and tapering period along with creatine supplementation on physical performance and body composition of soccer players

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to examine the effect of a tapering period and a tapering period along with creatine supplementation on physical performance and body composition of soccer players.

Methods: Eighteen soccer players of the first division league (age, 18.77±1.26 years; height, 174.5±5.77 cm; weight, 64.07±6.99 kg) who were in the specific preparation period were selected. At the end of specific preparation period and before a 10 day tapering period, physical performance tests including vertical jump, lower leg strength, 60 meter dash, agility and body composition analysis were performed. Then, participants were divided into two groups: Taper alone (n=9) and taper with creatine supplementation (n=9). After 10 day taper all tests similar to pre-tests were repeated. Dependent student t-test was used to compare the mean differences for pre- and post-test data. Furthermore, independent student t-test was used to compare the data for two groups. **Results:** Results showed that taper resulted in a significant increase in speed (P=0.030), strength (P=0.003) and agility (P=0.007) but there were no significant changes in explosive power, agility, fat mass and lean body mass. Furthermore, when the data for two groups were compared there was no significant difference between two groups for all measured variables. **Conclusions:** In conclusion, it appears that a tapering period have beneficial effects on physical performance of soccer players, though, consumption of creatine supplementation cannot induce any significant improvements.

Key words: Tapering, creatine supplementation, physical performance, body composition

* آدرس نویسنده مسئول: محمد فرامرزی

شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، کیلومتر ۲ جاده سامان، دانشگاه شهرکرد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

E-mail: md_faramarzy2000@yahoo.co.uk

مقدمه

یکی از عناصر کلیدی آماده سازی جسمانی ورزشکاران دوره کاهش تدریجی بار تمرین در هفته‌های قبل از شروع مسابقات است. به طور کلی، دوره کاهش تدریجی بار تمرین به عنوان دوره ای که چند روز تا هفته طول کشیده تعریف می‌شود که در آن حجم تمرین به تدریج کاهش می‌یابد در حالی که بخش دیگر تمرین یعنی شدت نسبتاً حفظ می‌شود. به هر حال، ترکیب حجم و شدت اعمال شده در دوره کاهش بار تمرین به نوع ورزش و سازگاری های مورد نظر برای یک رقابت موفقیت آمیز ورزشی بستگی دارد (۱). به طور مثال، تحقیقات نشان می‌دهد که دوره کاهش تدریجی بار تمرین به کاهش اکسیژن مصرفی بیشینه یا شاخص ظرفیت هوازی فرد منجر نمی‌گردد، بلکه حتی می‌تواند قدرت عضلات، وضعیت روحی روانی و کارایی ورزشی فرد را افزایش دهد و جهت کسب بهترین نتایج انرژی عضلات را بازسازی کند. مطالعات نشان داده اند که کاهش بار تمرین از ۷ تا ۲۱ روز باعث بهبود عملکرد می‌شود (۵-۲). از جمله عواملی که در این مورد نقش دارند می‌توان از بهبود اکسیژن مصرفی، اقتصاد حرکت، عوامل هماتولوژیکی، بیوشیمیایی و هورمونی، آنزیم‌ها، ویژگی‌های تارهای عضلانی، سیستم ایمنی، توان، آستانه تهویه ای، افزایش گلیکوژن عضله و عوامل روانی نام برد (۷، ۶، ۲).

با این حال، پاین (۱) در بررسی مروری در مورد استراتژی های اوج گیری برای عملکرد بهینه نشان داد بخش عمده تحقیقات تجربی در مورد کاهش بار تمرین در متون علمی در ورزش ها و مسابقات انفرادی (عمدتاً استقامتی شامل دویدن، شنا، دوچرخه سواری، قایقرانی و سه گانه) بوده است (۱). دو دلیل عمده برای تمرکز بر ورزشهای انفرادی وجود دارد. اول اینکه در ورزش های انفرادی ارتباط متوسط تا بالایی بین ظرفیت‌های فیزیولوژیکی، عوامل تمرینی پایه مانند حجم و شدت و عملکرد رقابتی وجود دارد. ثانیاً، در مقایسه با نیازهای فیزیولوژیکی چند عاملی ورزش های تیمی، جدا کردن و کمی کردن عوامل تمرینی در رشته‌های انفرادی ساده‌تر است (۸).

بنابراین، اطلاعات اندکی در مورد تاثیر کاهش بار تمرین

در رشته‌های تیمی از جمله فوتبال وجود دارد. این یافته‌های محدود، پتانسیل ورزش های تیمی برای کسب فواید رقابتی در صورت توسعه راهبرد موثر کاهش بار تمرین قبل از مسابقه را نشان می‌دهد (۱، ۳). به هر حال، به نظر می‌رسد بازیکنان حرفه ای فوتبال که در رقابت‌های باشگاهی مداوم و تورنمنت‌های بین المللی شرکت می‌کنند، فرصت کمی برای کاهش تدریجی بار تمرین داشته و احتمال دارد در رقابت‌های مهم که عملکرد آنها وابسته به ترکیبی از عوامل جسمانی، فیزیولوژیکی، روانی، تاکتیکی و تکنیکی است دچار اختلال شود (۹). بنابراین، با توجه به اینکه بیشتر ورزشهای تیمی نیازمند توسعه سرعت، شتاب، توان، استقامت و چابکی می‌باشند، این احتمال وجود دارد که یک دوره موثر کاهش بار تمرین بتواند تعداد زیادی از این ویژگی ها را تحت تاثیر قرار دهد (۸). بنابراین، زمینه مطالعاتی کاهش بار تمرین در ورزشهای تیمی به طور حتم نیاز به تحقیقات علمی بیشتری دارد.

از سوی دیگر، تعداد زیادی از ورزشکاران از مکمل‌های غذایی نیروزا برای بهبود کیفیت و کمیت تمرینات و در واقع حفظ عملکرد خود در شرایط رقابتی استفاده می‌کنند. این احتمال وجود دارد که مواد مغذی اضافی بتواند هنگام تمرینات شدید برای ورزشکاران ضروری باشد تا بتوانند حداکثر استقامت و قدرت را از خود نشان دهند (۱۰). در واقع، در شرایط ویژه، مواد کمکی نیروزا می‌تواند آثار مثبتی بر عملکرد ورزشی، ترکیب بدنی و قدرت داشته باشد (۱۱). با توجه به نیازهای متعدد فوتبال از جمله سرعت‌های شدید مکرر و پرش‌ها که بیشتر اوقات با دوره‌های کوتاه برگشت به حالت اولیه و در طول ۹۰ دقیقه انجام می‌شوند، بازیکنان فوتبال می‌توانند از مصرف مکمل‌های غذایی نیروزا از جمله کراتین بهره مند شوند. مصرف مکمل کراتین باعث افزایش مقدار فسفو کراتین عضله در حالت استراحت می‌شود که می‌تواند به عنوان انتقال دهنده فوری فسفات برای بازسازی ATP در طول فعالیت موثر باشد. همچنین، افزایش کراتین آزادعضله در حالت استراحت می‌تواند بازسازی در طول وبعد از فعالیت را افزایش داده و همچنین انتقال انرژی را از میتو کندری به جایگاههایی که ATP مصرف می‌شوند را تسهیل کند. از طرف دیگر، افزایش نقش تامیونی برای یون هیدروژن که در نتیجه‌ی آن از اسیدپته

می‌تواند عملکرد ورزشی را بهبود بخشد، بنابراین انتظار می‌رود مصرف مکمل کراتین همراه با کاهش بار تمرین قبل از شروع رقابتها بهبود بیشتری بر عملکرد داشته باشد. بنابراین، با توجه به مطالب ارائه شده، از یک طرف کاهش بار تمرین به همراه مصرف مکمل کراتین می‌تواند عملکرد ورزشی را بهبود بخشد، از دیدگاه دیگر کاهش بار تمرین به همراه مصرف مکمل کراتین ممکن است آثار منفی بر ترکیب بدن از جمله افزایش وزن، بگذارد و در نتیجه منجر به کاهش عملکرد منجر شود. لذا چون اطلاعات کمی در مورد کاهش بار تمرین بر عملکرد ورزشی در ورزشهای گروهی (مانند فوتبال) وجود دارد (۱) و همچنین تحقیقات محدودی در مورد مصرف مکمل کراتین در دوره کاهش بار تمرین وجود دارد، هدف از این تحقیق بررسی مصرف مکمل کراتین به همراه کاهش بار تمرین بر عملکرد جسمانی و ترکیب بدنی در بازیکنان فوتبال بود.

روش تحقیق

نمونه‌ها

آزمودنی‌های این تحقیق ۱۸ نفر از بازیکنان فوتبال لیگ برتر استان چهارمحال و بختیاری (میانگین و انحراف معیار سن: $1/26 \pm 1/77$ سال، وزن: $6/99 \pm 0/7$ کیلوگرم و قد: $5/77 \pm 5/174$ سانتی متر) بودند که به صورت نمونه گیری هدفمند انتخاب و به صورت همگن در دو گروه تجربی (گروه کاهش بار و مصرف مکمل کراتین و گروه کاهش بار تمرین به تنهایی) قرار گرفتند.

پروتکل تحقیق

ابتدا ۱۸ نفر از بازیکنان فوتبال شاغل در لیگ برتر که در فصل آماده سازی ویژه به سر می‌برند به صورت هدفمند انتخاب شدند. قبل از شروع کار، آزمودنی‌های تحقیق از کلیه مراحل اجرای تحقیق و فواید و عواقب احتمالی موجود در تحقیق آگاه شدند و رضایت نامه کتبی از آنها گرفته شد. دوره کاهش تمرین در پایان دوره آماده سازی ۴ هفته‌ای این بازیکنان انجام شد. در این دوره محقق با هماهنگی که با مربیان تیم به عمل آورده بود حجم و شدت تمرینات جسمانی، تکنیکی و تاکتیکی بازیکنان تقریباً به طور یکسان در نظر گرفته شده بود، با این حال، با توجه به

شدن سلولهای عضلانی جلوگیری می‌کند هم برای بازیکنان فوتبال مهم است. افزایش کراتین در ورزشکاران باعث دسترسی به بار تمرینی بالاتر شده، خستگی تمرین را کاهش داده و موجب‌هایپر تروفی عضله می‌شود که ممکن است عملکرد را بهبود بخشد (۱۲). به طور کلی تحقیقات زیادی نشان داده اند که یک دوره بار گیری کراتین (۵ تا ۷ روز) کراتین تام عضله را ۲۰ تا ۵۰ درصد افزایش می‌دهد (۱۲).

با وجود این، تحقیقات در مورد مصرف کوتاه مدت مکمل کراتین همسو نیست. برای نمونه، هافمن و همکاران (۱۳) گزارش کردند در مردان فعال از نظر بدنی مصرف کوتاه مدت مکمل کراتین به مدت ۶ روز و روزانه ۶ گرم روی اوج توان، میانگین توان و کل کار انجام شده تاثیر معنی داری نداشته است. در مقابل اکرسون و همکاران (۱۴) دریافتند که مصرف روزانه ۱۰ گرم کراتین به مدت ۵ روز باعث افزایش وزن بدن و بهبود قدرت ایزومتریک و حداکثر انقباض ارادی در افراد سالم شده است. همچنین، بیشتر تحقیقات انجام شده در مورد آثار مصرف بلند مدت (بیشتر از ۴ هفته) و کوتاه مدت (۲ تا ۷ روز) بر روی قدرت، توان و سرعت ورزشکاران رشته‌های قدرتی و توانی متمرکز شده اند و در مورد مصرف این مکمل در دوره کاهش بار تمرین بررسی زیادی به عمل نیامده است. با این حال، مشخص شده است ورزشکاران درگیر در ورزش های تناوبی تیمی نیازمند تولید و هله‌های شدید فعالیت به طور مکرر و در طول بازی هستند. توانایی تولید و برگشت به حالت اولیه از چنین فعالیت‌های انفجاری (سرعت، پرش و...) می‌تواند از عوامل مهم تعیین کننده سرنوشت بازی باشد. بازیکنان فوتبال نیازمند تولید برون ده توانی بالا و حفظ یا تکرار با زمان برگشت به حالت اولیه بسیار کم هستند (۱۵). با توجه به نیازهای جسمانی فوتبال و با توجه به آثار مفید مشترک در مورد کاهش بار تمرین و مصرف کوتاه مدت مکمل کراتین بر بهبود عملکرد ورزشی، این موضوع جای بررسی دارد که آیا بازیکنان فوتبال که از هر دوی این استراتژی‌ها استفاده نمایند می‌توانند عملکرد خود را بهبود بیشتری دهند یا خیر؟

با مروری بر مطالب بالا، مشاهده می‌شود که کاهش بار تمرین و مصرف مکمل کراتین هر کدام به طور جداگانه

نظر گرفته شد (۱). تمرینات عادی قبل از کاهش بار تمرین عبارت بودند از ۱۵ دقیقه گرم کردن، ۱۰ دقیقه حرکات تکنیکی فردی با توپ، ۲۰ دقیقه تمرینات تاکتیکی گروهی با شدت زیاد، ۱۵ دقیقه تمرینات سرعتی و پلايومتریک و ۲۰ دقیقه بازی فوتبال و در نهایت سرد کردن بدن در پایان جلسه تمرین به مدت ۱۰ دقیقه بود. در دوره کاهش بار، تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۱۰ دقیقه تمرینات تاکتیکی گروهی با شدت زیاد، ۱۰ دقیقه تمرینات سرعتی و پلايومتریک، ۲۰ دقیقه بازی فوتبال و سرد کردن بدن به مدت ۱۰ دقیقه بود.

روش سنجش قدرت عضلانی اندام تحتانی

در این تحقیق میزان قدرت عضلانی اندام تحتانی توسط دستگاه نیروسنج دینامومتر مورد سنجش قرار گرفت. این دستگاه جهت اندازه گیری قدرت عضلانی اندام‌های مختلف بدن از قبیل اندام تحتانی (عضلات چهار سر ران و سرینی)، عضلات ستون مهره‌ها و تنه و کمر بند شانه ای طراحی شده است. برای اندازه گیری قدرت پاها، شخص روی کفه دستگاه قرار می‌گیرد و زانوها را تا زاویه ۱۳۰ تا ۱۴۰ درجه خم می‌کند و تنه را قائم نگه می‌دارد. دسته نیرو سنج طوری گرفته می‌شود که کف دست به سمت شخص باشد. طول زنجیر نیز باید طوری تنظیم شود که دسته نیرو سنج در محدوده ران قرار گیرد (۱۵). سپس شخص با آهستگی ولی با حداکثر نیرو بدون اینکه وضعیت قائم بدن تغییر کند، سعی به باز کردن زانوها می‌کند. با توجه به مقداری که عقربه یا صفحه نمایشگر نشان می‌دهد، حداکثر نیرو مشخص می‌شود هر یک از آزمودنی‌ها بعد از اینکه الگوی اجرای صحیح را فرا می‌گرفت. روی دستگاه قرار گرفته و حرکت را اجرا می‌کرد. آزمون برای هر یک از آزمودنی‌ها، ۳ دفعه انجام می‌شد و میانگین ۳ حرکت به عنوان امتیاز قدرت عضلانی اندام تحتانی آنها لحاظ می‌گردید. فاصله استراحت بین ۳ دفعه اجرای آزمون نیز ۳ الی ۵ دقیقه مشخص گردیده بود تا اجرای قبلی بر دفعات اجرای بعد تاثیر نگذارد.

اندازه‌گیری توان (پرش سارجنت)

آزمودنی کنار تخته عمودی درجه بندی شده (برحسب

محدودیت‌هایی که در کنترل حجم و شدت ورزشکاران رشته‌های تیمی وجود داشت احتمال افزایش اندک در شدت یا حجم برخی بازیکنان وجود داشت. بعد از اتمام دوره آماده سازی ویژه که ۴ هفته به طول انجامید از آزمودنی‌ها پیش آزمون شامل آزمون پرش سارجنت (۱۶)، قدرت اندام تحتانی، آزمون دو ۶۰ متر، چابکی ویژه فوتبال (۱۷) و آزمون تعیین ترکیب بدن به وسیله دستگاه تجزیه تحلیل ترکیب بدنی (In Body.2) گرفته و ثبت شد. در روز قبل از اجرای پیش آزمون، آزمودنی‌ها در هیچ گونه فعالیت تمرینی شدید شرکت نکردند و با نحوه اجرای آزمونها آشنا شدند. پس از اجرای پیش آزمون، آزمودنی‌ها با آرایش تصادفی به دو گروه تجربی تقسیم شدند. افراد تحت مطالعه بر اساس عوامل بدن سنجی (سن، قد و وزن) همسان شده تا قبل از شروع تحقیق تفاوت معنی داری بین گروه‌ها وجود نداشته باشد. پس از یکسان سازی گروه‌ها، گروه تجربی یک (n=۹)، گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین بودند که روزانه ۱۰ گرم مکمل کراتین در ۲ نوبت از روز (۱۸،۱۴) به مدت ۱۰ روز مصرف کردند. گروه تجربی دوم (n=۹) فقط برنامه کاهش بار تمرین را انجام دادند. پس از ۱۰ روز پس آزمون تکرار و کلیه اندازه گیری‌ها مطابق پیش آزمون انجام و ثبت شد. پیش آزمون و پس آزمون، ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی انجام شد تا عوامل مداخله گر مرتبط با خستگی ناشی از تمرین بر روند اجرای آزمون تاثیر نداشته باشد. آزمودنی‌ها هنگام مکمل سازی رژیم غذایی عادی خودشان را حفظ کردند و در طی دوره تحقیق فقط مجاز بودند که در تمرینات تیم که در طول پژوهش انجام شد شرکت نمایند و آنها خواسته شد از انجام هرگونه فعالیت دیگر با شدت بیشتر از فعالیت روزمره زندگی خودداری کنند.

طرح کاهش بار تمرین

برنامه کاهش بار تمرین که در پایان دوره آماده سازی ویژه و قبل از شروع مسابقات اعمال شد عبارت بود از کاهش تواتر تمرینات از ۵ جلسه به ۴ جلسه در هفته، کاهش حجم تمرین از ۹۰ دقیقه به ۶۰ دقیقه در هر جلسه همراه با حفظ شدت تمرینات. مقدار تغییرات بار تمرین بر اساس شاخص توصیه شده اعمال کاهش تمرین در ورزشکاران تیمی در

در تحقیقات قبلی هم جهت سنجش چابکی بازیکنان فوتبال استفاده شده بود مورد استفاده قرار گرفت (۱۷). هر آزمودنی مانند شکل (۱)، ۲۰ سانتی‌متر قبل از نقطه شروع می‌ایستاد و پس از فرمان رو، مسیر ۴/۵ متری را از اطراف مخروطها به سمت جلو، سپس ۴/۵ متر به کنار و ۴/۵ متر مطابق شکل به سمت عقب دویده و بلافاصله مجدداً ۴/۵ متر به سمت جلو، کنار و با دویدن سریع در حول مخروطها به نقطه پایان می‌رفت (۱۷) (شکل ۱). آزمون را دو بار با فاصله زمانی ۳ دقیقه انجام می‌داد، بهترین رکورد برای او ثبت گردید.

تحلیل آماری

برای بررسی اختلاف میانگین‌ها در پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه از آزمون t همبسته و به منظور مقایسه اختلاف میانگین‌های پیش آزمون و پس آزمون فاکتورهای مورد نظر در بین دو گروه از آزمون t مستقل استفاده شد. برای ارزیابی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد.

نتایج

نتایج تحقیق نشان داد کاهش بار تمرین باعث افزایش معنی داری در سرعت ($P=0/030$)، قدرت اندام تحتانی ($P=0/003$) و چابکی ($P=0/007$) شد، اما بر توان انفجاری، وزن بدن، جرم چربی و جرم بدون چربی تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۲).

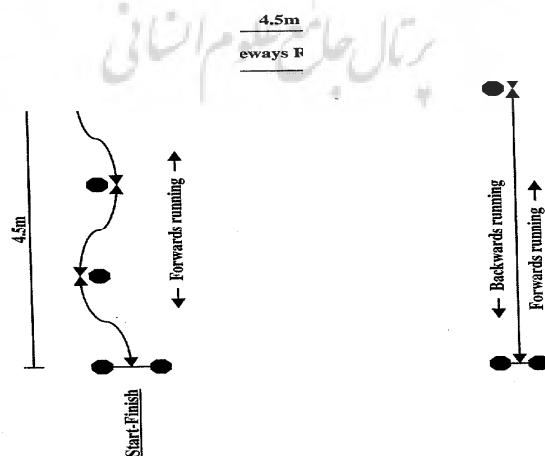
سانتی‌متر) که به دیوار نصب شده بود قرار می‌گرفت. آزمودنی درحالی که کف پای او درروی زمین و قامت او صاف بود، انگشتان دستش را در بالای سر و وروی تخته قرار می‌داد تا ارتفاعی که نوک انگشتان او لمس می‌نمود، ثبت شود. سپس نوک انگشتان را گچی کرده و با خم کردن زانو به بالا جهش می‌کردند و حداکثر ارتفاعی را که می‌توانستند با نوک انگشتان لمس کنند، ثبت شد. ارتفاع حداکثر پرش که بعد از سه بار تکرار انجام دادند منهای ارتفاع ایستادن برای آزمودنی‌ها می‌شد. پس از اندازه‌گیری پرش آزمودنی‌ها از فرمول لوئس برای بدست آوردن توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها استفاده شد (۱۶).

اندازه گیری سرعت

یک مسیر ۶۰ متری در زمین فوتبال با مخروط و کیف علامت گذاری شد. این مسیر در عرض جهت باد قرار گرفت تا اثر باد موافق و مخالف بر آزمودنی خنثی گردد. این آزمون به وسیله ۳ نفر تحت کنترل بود. یک نفر کنار خط استارت و نزدیک آزمودنی، ۲ نفر دیگر کنار خط پایان زمان آزمودنی را ثبت می‌کردند. میانگین زمان هر دو ثبت کننده برای آزمودنی یادداشت می‌شد. آزمودنی اجازه داشت دو بار این حرکت را با فاصله استراحتی ۳ دقیقه انجام دهد و بهترین زمان برای او ثبت گردید.

آزمون چابکی ویژه فوتبال

با توجه به تغییر جهت مکرر بازیکنان فوتبال این آزمون که



شکل ۱. نحوه اجرای آزمون چابکی ویژه بازیکنان فوتبال (۱۷)

جدول ۱. ویژگی های آنتروپومتریکی آزمودنی ها

وزن (کیلوگرم)	قد (سانتیمتر)	سن (سال)	آزمودنی ها (تعداد)	متغیر شاخص آماری	گروه
۶۴/۴۱	۱۷۵/۶۶	۱۸/۱۱	۹	میانگین	T+CR
۶/۵۱	۶/۴۱	۰/۳۳	-	انحراف معیار	
۶۳/۷۳	۱۷۳/۳۳	۱۹/۴۴	۹	میانگین	T
۷/۸۳	۵/۱۵	۱/۵۰	-	انحراف معیار	

T+CR (TAPER+CREATIN): گروه کاهش بار تمرین +مکمل کراتین

T (TAPER): گروه کاهش بار تمرین به تنهایی

جدول ۲. تغییرات درون گروهی متغیرهای اندازه گیری شده گروه کاهش بار تمرین در پیش آزمون و پس آزمون

P	t	درجه آزادی	انحراف معیار	میانگین	شاخص آماری	متغیر
۰/۱۵۷	-۱/۵۶	۸	۱۷/۷۵	۹۹/۲۱	پیش آزمون	توان انفجاری(وات)
			۱۸/۰۴	۱۰۰/۶۷	پس آزمون	
۰/۰۳۰*	۲/۶۲	۸	۰/۱۸	۸/۰۹	پیش آزمون	سرعت (ثانیه)
			۰/۲۱	۷/۸۵	پس آزمون	
/۰۰۳*	-۴/۰۰۷	۸	۲۲/۲۹	۱۴۱/۴۴	پیش آزمون	قدرت اندام تحتانی(وات)
			۱۸/۲۲	۱۴۷/۶۷	پس آزمون	
۰/۲۴۳	-۱/۲۶	۸	۷/۸۳	۶۳/۷۳	پیش آزمون	وزن بدن (کیلو گرم)
			۷/۶۵	۶۴/۰۴	پس آزمون	
۰/۸۹۱	۰/۱۴۱	۸	۴/۰۸	۹/۴۸	پیش آزمون	جرم چربی (کیلو گرم)
			۳/۴۴	۹/۵۴	پس آزمون	
۰/۳۲۱	-۱/۰۵	۸	۴/۳۶	۵۳/۹۹	پیش آزمون	جرم بدون چربی (کیلو گرم)
			۴/۸۳	۵۴/۴۸	پس آزمون	
۰/۰۰۷*	۳/۵۷	۸	۰/۳۸	۱۱/۰۲	پیش آزمون	چابکی(ثانیه)
			۰/۲۴	۱۰/۷۴	پس آزمون	

بدن(P=۰/۰۱۷) شد اما، بر توان انفجاری، جرم چربی، جرم بدون چربی و چابکی تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۳).

از طرف دیگر، نتایج نشان داد که کاهش بار تمرین به همراه مصرف مکمل کراتین باعث افزایش معنی داری در سرعت(P=۰/۰۰۱)، قدرت اندام تحتانی (P=۰/۰۰۱) و وزن

جدول ۳. تغییرات درون گروهی متغیرهای اندازه گیری شده گروه کاهش بار تمرین به همراه مصرف مکمل کراتین در پیش آزمون و پس آزمون

P	t	درجه آزادی	انحراف معیار	میانگین	شاخص آماری	
					متغیر	
۰/۰۵۶	-۲/۲۳	۸	۱۰/۰۸	۹۹/۱۴	پیش آزمون	توان انفجاری (وات)
					پس آزمون	
۰/۰۰۱*	۴/۹۳	۸	۰/۳۳	۸/۰۳	پیش آزمون	سرعت (ثانیه)
					پس آزمون	
۰/۰۰۱*	-۶/۳۰	۸	۱۹/۱۱	۱۴۴/۱۱	پیش آزمون	قدرت اندام تحتانی (وات)
					پس آزمون	
۰/۰۱۷*	-۲/۹۹	۸	۶/۵۱	۶۴/۴۱	پیش آزمون	وزن بدن (کیلو گرم)
					پس آزمون	
۰/۵۸۲	۰/۵۷۴	۸	۲/۰۷	۷/۹۳	پیش آزمون	جرم چربی (کیلو گرم)
					پس آزمون	
۰/۱۲۸	-۱/۷۰	۸	۵/۵۲	۵۶/۴۷	پیش آزمون	جرم بدون چربی (کیلو گرم)
					پس آزمون	
۰/۳۴۳	۱/۰۰۷	۸	۰/۵۳	۱۱/۰۱	پیش آزمون	چابکی (ثانیه)
					پس آزمون	

همچنین، مقایسه نتایج دو گروه نشان داد بین گروه مصرف مکمل کراتین و کنترل بعد از کاهش بار تمرین تفاوت معنی داری از نظر توان انفجاری، سرعت، قدرت اندام تحتانی، ترکیب بدن و چابکی مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین متغیرهای اندازه گیری شده دو گروه در پس آزمون

P	درجه آزادی	T	اختلاف میانگین ها	شاخص آماری	
				متغیر	
۰/۹۳۱	۱۶	۰/۰۸۹	۰/۶۱	توان انفجاری (وات)	
۰/۱۰۴	۱۶	-۱/۷۲	-۰/۲۰	سرعت (ثانیه)	
۰/۴۰۹	۱۶	۰/۸۴۸	۷/۳۳	قدرت اندام تحتانی (وات)	
۰/۶۹۰	۱۶	۰/۴۰۶	۱/۳۴	جرم بدن (کیلو گرم)	
۰/۳۱۲	۱۶	-۱/۰۴	-۱/۴۴	جرم چربی (کیلو گرم)	
۰/۲۵۷	۱۶	-۱/۱۷۴	۲/۸	جرم بدون چربی (کیلو گرم)	
۰/۶۶۰	۱۶	۰/۴۴۸	۰/۰۶۶	چابکی (ثانیه)	

بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که توان انفجاری دو گروه در پس آزمون باشد. پس آزمون افزایش داشته است اما از نظر آماری در هیچ کدام از گروه‌ها معنی دار نبوده است. همچنین، بین میانگین توان انفجاری دو گروه در پس آزمون تفاوت معنی داری مشاهده نشد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج زارگاداس و همکاران (۱۹) (کاهش ۵۰ درصدی حجم) در مورد عدم تغییر در توان انفجاری بعد از کاهش بار تمرین همسو بود. اما با نتایج تحقیقات زارگاداس و همکاران (۱۹) (کاهش ۳۰ درصدی حجم تمرین) و صفری زنجانی و همکاران (۲۰) مغایر تحقیق بود که به نظر می‌رسد یکی از عوامل اولیه در ایجاد این تفاوت، اختلاف در روش کاهش بار تمرین در این تحقیقات است. اگر چه کاهش بار تمرین باعث بهبود غیر معنی دار در توان انفجاری شد، بهبود عملکرد غیر معنی دار با کاهش بار تمرین در تحقیقات قبلی هم گزارش شده است. البته نتایج تحقیقات دیگر ۲/۸ تا ۷ درصد بهبود در توان دوندگان، شناگران و رکاب زنان را گزارش کرده اند (۲۱). راکلین و همکاران (۲۲) هم در طی ۴ تا ۵ هفته کاهش بار تمرین افزایش اوج توان شناگران (۱۶ درصد) و میانگین توان (۲۰ درصد) را گزارش کردند. علاوه بر این، آنها ۲۳ درصد افزایش عملکرد عصبی - عضلانی را هم به عنوان شاخصی از تحریک پذیری عمومی شبکه نرون‌های حرکتی آلفا گزارش کردند (۲۲). بنابراین، به نظر می‌رسد سازگاری های عصبی هم می‌تواند در افزایش عملکرد مشاهده شده پس از کاهش بار تمرین، بویژه در مورد توان دخالت داشته باشد (۲۲). همچنین، نتایج تحقیق نشان داد پس از کاهش بار تمرین سرعت بهبود معنی داری داشته است اما در گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین بهبودی بیشتری را نشان داد که این موضوع ممکن است ناشی از مصرف کراتین و افزایش ذخیره انرژی فوری در عضلات اسکلتی باشد. به نظر می‌رسد که کاهش بار تمرین باعث بهبود سرعت در دو گروه شده است. اگر چه سرعت در گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین بهبودی بیشتری را در پس آزمون نشان داد اما نتایج آماری نشان می‌دهد که بین میانگین سرعت دو گروه در پس آزمون تفاوت معنی داری وجود ندارد که می‌تواند ناشی از افزایش تقریباً همسان

میانگین سرعت دو گروه در پس آزمون باشد.

نتایج تحقیق گیبالا و همکاران (۲۳)، تراپ و همکاران (۲۴) و پاپوتی و همکاران (۲۴) نیز نشان دهنده بهبود سرعت بعد از کاهش بار تمرین است. آنچه که باعث بهبود سرعت بعد از کاهش بار تمرین می‌شود که می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی مانند بهبود ویژگی‌های تارهای عضلانی، ذخیره منابع سوخت، بهبود عوامل عصبی - عضلانی و همچنین عوامل بیوشیمیایی باشد (۱،۴،۵). نتایج تحقیق نشان داد که قدرت اندام تحتانی گروه کاهش بار تمرین و گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین افزایش معنی داری داشته است که نشان می‌دهد کاهش بار تمرین منجر به افزایش قدرت شده است. از طرف دیگر مقایسه میانگین قدرت اندام تحتانی دو گروه در پس آزمون از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد که این موضوع به نظر می‌رسد ناشی از افزایش تقریباً همسان میانگین قدرت دو گروه در پس آزمون باشد. نتایج این تحقیق با نتیجه تحقیق شپلی و همکاران (۲۶)، گیبالا و همکاران (۲۳) و تراپ و همکاران (۲۷) در مورد افزایش قدرت بعد از کاهش بار تمرین همسان است. تحقیق نیوفر و همکاران (۲۸) افزایشی را در قدرت بعد از کاهش بار تمرین نشان نداده است که احتمالاً به خاطر طولانی بودن دوره کاهش تمرین در تحقیق نیوفر و همکاران (۲۸) است.

موجیکا و همکاران (۵) در یک بررسی مروری در خصوص تحقیقات انجام شده بر عوامل مختلف جسمانی و بیوشیمیایی پس از کاهش بار تمرین دریافتند افزایش عملکرد انقباضی و یا افزایش فعال سازی عصبی می‌تواند در افزایش قدرت نقش داشته باشد. آنها اشاره کردند تولید قدرت و توان عضلانی معمولاً از طریق تمرین شدید و مداوم کاهش می‌یابد. با این حال، به احتمال زیاد دوره کاهش بار تمرین، هنگامی که بار تمرین به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد، به حالت اولیه بر می‌گردد. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مربوط به بهبود قدرت عضلانی و توان می‌تواند با تغییرات موضعی در فعالیت‌های آنزیمی و ویژگی‌های تارهای عضلانی مرتبط باشد که به طور مثبتی کارایی عصبی - عضلانی، بیومکانیکی و متابولیکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲۶).

نتایج تحقیق نشان داد که چابکی گروه کاهش بار

معنی دار نیست. به نظر می‌رسد کاهش انرژی مصرفی و عدم تغییر در انرژی دریافتی باعث افزایش جرم بدن بعد از کاهش بار تمرین می‌شود. از طرف دیگر، مصرف مکمل کراتین نیز با توجه به مکانیسمی که در بالا اشاره شد، باعث افزایش وزن می‌گردد و این امر می‌تواند علت افزایش معنی دار جرم بدن در گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین باشد.

نتایج این تحقیق با تحقیقات، مارگاریتیس و همکاران (۳۰)، هومارد و همکاران (۳۱) و ریجتن و همکاران (۳۲) همسان است. نتایج این تحقیق نشان داد که جرم چربی بدن در هیچ کدام از گروه‌ها افزایش معنی دار نداشته است به نظر می‌رسد که کاهش تمرین جرم چربی بدن را در کوتاه مدت افزایش نمی‌دهد. همچنین مصرف کراتین نمی‌تواند آثار منفی بر جرم چربی بدن داشته باشد. از طرف دیگر مقایسه‌ی میانگین جرم چربی دو گروه در پس‌آزمون از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد. نتایج تحقیق دی اکوسیئو و همکاران (۳۳) نیز افزایشی را در جرم چربی بعد از کاهش بار تمرین نشان نداده است. این محققان وزن بدن و درصد چربی شناگران زن قبل و بعد از ۲ تا ۴ هفته کاهش بار تمرین را گزارش کردند و مشاهده نمودند که هیچ کدام از این متغیرها تغییر معنی داری نکرد. مطالعات دیگری هم وجود دارد که نشان دهنده پایداری وزن بدن در دوندگان بسیار زبده در طی ۳ هفته کاهش بار تمرین است. همچنین در دوندگان صحرانوردی و شناگران پس از ۳ هفته کاهش بار تمرین شامل ۲۰ تا ۳۳ درصد کاهش هفتگی حجم تمرین هم تغییری در متغیرهای فوق مشاهده نشد (۳۴).

نتایج نشان می‌دهد که جرم بدون چربی در هر دو گروه افزایش داشته است که این افزایشی در گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین نسبت به گروه کاهش بار تمرین به تنهایی بیشتر بوده است هرچند که از نظر آماری در هیچ کدام از گروه‌ها معنی دار نبوده است. از طرف دیگر مقایسه میانگین جرم بدون چربی دو گروه در پس‌آزمون از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد. به نظر می‌رسد تاثیر مکمل کراتین در فشار اسمزی و افزایش جذب آب سلول یکی از عواملی باشد که در کوتاه مدت باعث افزایش توده خالص بدن شده است، چراکه به

تمرین و گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین بهبود داشته است اما فقط در گروه کاهش بار تمرین به تنهایی این بهبود معنی دار بوده است. به نظر می‌رسد که کاهش بار تمرین توانسته است منجر به بهبود چابکی در هر دو گروه شود اما از آنجا که مصرف کراتین در گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین باعث افزایش وزن اندکی بیشتر در گروه مصرف مکمل کراتین شد، به نظر می‌رسد تأثیر منفی بر چابکی این گروه در دوران کاهش بار تمرین داشته است چرا که نتایج تحقیق نشان داد که جرم بدن در هر دو گروه پس از کاهش بار تمرین افزایش داشته است اما از نظر آماری تنها در گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین معنی دار بود. از طرف دیگر مقایسه‌ی میانگین چابکی دو گروه در پس‌آزمون از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد. همچنین، اختلاف میانگین‌های وزن دو گروه هم در پس‌آزمون معنی دار نبود. به جز برخی تحقیقات اندک، بیشتر تحقیقات افزایش وزن بدن پس از مصرف مکمل کراتین را گزارش نموده‌اند. افزایش اندازه گیری شده در ۵ تا ۷ روز مصرف مکمل کراتین بین ۰/۵ تا ۱/۶ کیلوگرم بوده است. این افزایش اولیه وزن می‌تواند ناشی از بازجذب آب باشد. هالتمن (۲۹) در اولین روز بارگیری کراتین (۲۰ گرم در روز)، کاهش معنی داری در دفع ادراری آب را گزارش کرد. این احتمال وجود دارد که افزایش غلظت کراتین در عضلات فشار اسمزی را در تارچه‌ها افزایش داده که می‌تواند به متورم شدن سلول و افزایش اندازه سلول منجر شود. از طرف دیگر، بهبود عوامل هورمونی، ویژگی‌های تارهای عضلانی و عوامل عصبی - عضلانی و بهبود حالات روانی از جمله عواملی هستند که می‌تواند باعث بهبودی چابکی بعد از کاهش بار تمرین باشد (۱،۷).

نتایج تحقیق نشان داد که جرم بدن در هر دو گروه پس از کاهش بار تمرین افزایش داشته است اما از نظر آماری تنها در گروه کاهش بار تمرین همراه با مصرف مکمل کراتین معنی دار بود که این افزایش ممکن است ناشی از مصرف مکمل کراتین باشد. همچنین تفاوت معنی داری بین میانگین جرم بدن دو گروه در پس‌آزمون وجود ندارد که این عامل می‌تواند به دلیل افزایش جرم بدن در هر دو گروه باشد، هر چند که در گروه کاهش بار تمرین

6. Houmard J, et al. (1990). Reduced training maintains performance in distance runners. *International journal of Sports Medicine*. 11: 46-52.
7. Neary JP, Martin TP, Reid DC, Burnham R, Quinney HA. (1992). The effects of a reduced exercise duration taper programming performance and muscle enzymes of endurance cyclists. *European Journal of Applied Physiology*. 65:30.
8. Mujika I. (2007). Challenges of team sport research. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2: 221-222.
9. Ekstrand J, Walden M, Hagglund M. (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: Correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup. *British Journal of Sports Medicine*. 38: 439-497.
10. Nissen S, Sharp R. (2003). Effect of dietary supplements on lean body mass and strength gain with resistance training: a Meta analysis. *Journal of Applied Physiology*. 94: 651-659
11. Beduschi G. (2003). Current popular ergogenic aids used in sports: a critical review. *Nutrition Diet*. 60: 104-118
12. Ahmun R, Tong R, Grinshaw P. (2005). The effects of acute creatine supplementation on multiple sprint cycling and running performance in rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19 (1): 92-97
13. Hoffman JR, Stout JR, Falvo MJ, Kang J, Ratamess NA. (2005). Effect of low-dose, short-duration creatine supplementation on anaerobic exercise performance. *Journal of Strength Condition Research*. 19: 260-64.
14. Eckerson JM, Byll AA, Moore AG. (2008). Effect of thirty days of creatine supplementation

نظر نمی‌رسد توده عضلانی در طی این مدت کوتاه تغییر معنی داری در آن ایجاد شود. همچنین، به نظر می‌رسد که کاهش بار تمرین باعث افزایش ذخیره گلیکوژن عضلانی می‌شود که می‌تواند در افزایش وزن بدون چربی دخالت داشته باشد. بنابراین، به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد کاهش بار تمرین در ورزشکاران رشته‌های تیمی مانند فوتبال که دارای یک دوره آماده سازی نسبتاً کوتاه و شدید هستند می‌تواند آثار سودمندی در بهبود عملکرد آنها بویژه در عوامل جسمانی مرتبط با عملکرد عصبی - عضلانی مانند توان، چابکی و سرعت داشته باشد. از طرف دیگر، مصرف مکمل کراتین در طی این دوره اگرچه باعث بهبود نسبتاً بیشتری در برخی عوامل گردید، با این حال، باعث ایجاد تفاوت معنی داری در بهبود عوامل جسمانی یا ترکیب بدنی بازیکنان فوتبال نشد.

منابع

1. Pyne, DB, Mujika, I, Reilly T. (2009). Peaking for optimal performance: Research limitations and future directions. *Journal of Sports Sciences*. 27:195 - 202.
2. Neary JP, Martin TP, Quinney HA. (2003). Effects of Taper on Endurance Cycling Capacity and Single Muscle Fiber Properties. *Medical Science Sports Exercise*. 35: 1875-1881.
3. Ashtyani A, Mohamadi M, Rahimi A, Saravini, RA. (2006). comparative study on the effects of four tapering techniques on hematological responses in semi-Professional Athletes. *Journal of Medical Science*. 6(4): 641-645.
4. Mujika I, Goya A, Padila S, et al. (2000). Physiological responses to a 6-d taper in middle-distance runners: Influence of training intensity and volume. *Medical Science Sports Exercise*. 32: 511-51.
5. Mujika I. (1998). The Influence of Training Characteristics and Tapering on the Adaptation in Highly Trained Individuals: A Review. *International Sports Medicine*. 19: 439-446.

23. Gibala MJ, MacDougall JD, Sale DG, (1994). The effects of tapering on strength performance in trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*. 15(8): 492-7.
24. Trappe S, Costill D, Thomas R. (2000). Effect of swim taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 32: 48-56.
25. Papoti M, Zagatto AM, Cunha SA, Martins EB, Machado FB, Freitas PB, Araujo GG, Gobatto CA. (2006). Effects of taper on critical velocity, anaerobic work capacity and distance performances in trained swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 38(5): 1574.
26. Shepley B, MacDougall JD, Cipriano N, Sutton JR, Tarnopolsky MA, Coates G. (1992). Physiological effects of tapering in highly trained athletes. *Journal of Applied Physiology*. 72: 706-711.
27. Trappe S, Harber M, Creer A, Gallagher P, Slivka D, Minchev K, Whitsett D. (2006). Single muscle fiber adaptations with marathon training. *Journal of Applied Physiology*. 101(3): 721-727.
28. Neuffer PD, Costill DL, fielding RA, Flynn MG, Kirwan JP. (1987). Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc*. 79(5): 486-490
29. Hultman E, Söderlund K, Timmons J, Cederblad G, Greenhaff P. (1996). Muscle creatine loading in man. *J Appl Physiol*. 81: 232-37.
30. Margaritis I, Palazetti S, Rousseau AS, et al. (2003). Antioxidant supplementation and tapering exercise improve exercise-induced antioxidant response. *J Am Coll Nutr*. 22: 147-56.
31. Houmard J, et al. (1989). Effects of reduced training on sub maximal and maximal running responses. *Int. J. Sports Med*. 10:30-33.
- with phosphate salts on anaerobic working capacity and body weight in men. *Journal of Strength Condition Research*. 22: 826-832.
15. Reilly T, Williams M. (2003). Fitness assessment. In T. Rilly & D. Doran (Eds.), *Science and soccer*. London: Routledge
16. Harman EA, Rosenstein, MT, Frykman PN, Rosenstein RM, Kraemer WJ. (1991). Estimation of Human Power Output from Vertical Jump. *Journal of Applied Sport Science Research*. 5(3): 116-120.
17. Greg C, Mujika I, Tumitly D, Burke L. (2002). Acute creatine supplementation and performance during a field test Simulating Match play in Elite Female Soccer players. *International journal of sport Nutrition and Metabolism*. 12: 33-46.
18. Thaampson H, Kemp GI, sanderson AL, Oixom RM, style SP, Talor DG, Radda GK. (1996). Effect of creatin on aerobic and anaerobic metabolism in skeletal muscle in swimmers. *Journal of sport Medicine* 30(30): 222-225.
19. Zarkadas PS, Garter GB, Banister EW. (1995). Modeling the effect of taper on performance, maximal oxygen uptake. *Exp Med Biol*. 393: 179-86.
۲۰. صفری زنجانی، فرهاد (۱۳۸۵). تأثیر تعدیل تمرین بر اجرای چهار سیکل شنا، حداکثر اکسیژن مصرفی، توان پاها، آستانه‌ی بی‌هوازی، چکیده مقالات اولین کنگره بین‌المللی دانشگاه آزاد اسلامی.
21. Hooper SL, Mackinnon LT, and Ginn M. (1998). Effects of three tapering techniques on the performance, forces and psychometric measures of competitive swimmers. *European Journal of Applied Physiology*. 78: 258-263.
22. Raglin JS, Kocejka DM, Stager JM. (1996). Mood, neuromuscular function, and performance during training in female swimmers. *Med Sci Sports Exerc*. 28: 372-377

32. Rietjens GJ, Keizer HA, Kiupers H, Saris WHM. (2001). A reduction in training volume and intensity for 27 days does not impair performance in cyclist. *Br J Sports Med.* 35: 431-434.
33. D'Acquisto LJ, Bone M, Takahashi S, et al. (1992). Changes in aerobic power and swimming economy as a result of reduced training volume. In: MacLaren D, Reilly T, Lees A, editors. *Biomechanics and medicine in swimming: swimming science VI.* London: E & FN Spon, 201-205
34. Flynn MG, Pizza FX, Boone JR, et al. (1994). Indices of training stress during competitive running and swimming seasons. *International Journal of Sports Medicine.* 15: 21-6

