# تاثیر فعالیت هوازی حاد پس از یک دوره مصرف مکمل ویتامین C بر وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژی بازیکنان فوتبال باشگاهی

مجید مردانیان قهفرخی *[۱]، عبدالحمید حبیبی [۲]، حامد رضایی‌نسب[۳]

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۹/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۲/۳۰

**چکیده**

مصرف ویتامینC در جذب آهن اهمیت خاصی دارد. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر فعالیت هوازی حاد پس از ۲ هفته مصرف مکمل ویتامینC بر وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژی فوتبالیست‌های باشگاهی بود. در این مطالعه نیمه‌تجربی، ٤٠ فوتبالیست باشگاهی استان خوزستان (سن ۵/۷±۲۲/۷ سال، شاخص توده بدنی ۰/٤۷±۲۹/۲٦ کیلوگرم بر متر مربع و حداکثر اکسیژن مصرفی ٤/۰۳±٥٤/۱۱ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بردقیقه)، به‌طور تصادفی به ۲ گروه مکمل و دارونما تقسیم شدند. روزانه و به‌مدت ١٤ روز آزمودنی‌های گروه مکمل ٤٠٠ میلی‌گرم ویتامینC و گروه دارونما دکستروز دریافت کردند. ٤٨ ساعت پس از دوره‌ی مکمل‌دهی، آزمون وامانده‌ساز بروس انجام شد. نمونه‌های خون جهت اندازه‌گیری سطوح آهن و فریتین، گلوبول قرمز و هموگلوبین، پیش و پس از مکمل‌دهی، بلافاصله بعد و ۷۲ ساعت پس از آزمون بروس، گرفته شد. آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون آنالیز واریانس دوراهه مورد استفاده قرار گرفت. مصرف ۲ هفته مکمل ویتامینC نسبت به دارونما، افزایش معنی‌داری در سطوح گلوبول قرمز (p=۰/۰۲٦)، هموگلوبین (p=۰/۰٤۱)، آهن (p=۰/۰۰۸) و فریتین (p=۰/۰۰٤) نشان‌داد. پس از فعالیت وامانده‌ساز هوازی، سطوح گلوبول قرمز (p=۰/۰۳٤)، آهن (p=۰/۰۲۳) و فریتین (p=۰/۰۳۱) گروه مکمل نسبت به دارونما کاهش معنی‌داری یافت. پس از ۷۲ ساعت ریکاوری، افزایش معنی‌داری در سطوح آهن (p=۰/۰۳٦) و فریتین (p=۰/۰٤٥) گروه مکمل نسبت به دارونما مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد مصرف ۲ هفته مکمل ویتامینC می‌تواند موجب بهبود وضعیت آهن و فریتین سرم، گلوبول قرمز و هموگلوبین بازیکنان فوتبال باشگاهی پیش از فعالیت‌های شدید و در دوره ریکاوری شود.

**کلیدواژه‌ها:** فعالیت ورزشی، فوتبال، آنمی، اسید آسکوربیک.

# Effect of acute aerobic activity after a period of taking vitamin C supplement on Iron status and hematological indices of professional football players

**Mardaniyan Ghahfarrokhi, M [1]., Habibi, A.H [2]., Rezaei Nasab, H [3].**

1. Master of Science, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University, Iran
2. Full Professor, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University, Iran
3. PhD Student, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University, Iran

## Abstract

Vitamin C consumption is important in Iron absorption. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of acute aerobic activity after two weeks vitamin C supplementation on Iron status and hematological indices in club football players. In this quasi-experimental study, 40 club football players from Khuzestan province were randomly divided into two groups of vitamin C and placebo. Daily and for 14 days, subjects received 400 mg vitamin C in vitamin C group and 400mg dextrose in placebo group. 48 hours after the end of supplementation, a Bruce test was performed. To measure Iron, Ferritin, RBC and Hb levels, four blood samples were taken from the subjects, before and after the supplementation, immediately after and 72 hours after the Bruce test. Repeated measure ANOVA and Two way analysis of variance was used. 2 weeks of vitamin C supplementation showed a significant increase in RBC (p=0.026), Hb (p=0.041), serum Iron (p=0.008) and serum Ferritin (p=0.004) compared to placebo group. After aerobic exhaustive activity, RBC (p=0.034), serum Iron (p=0.023) and Ferritin (p=0.031) in vitamin C group significantly decreases compared to placebo group. After 72 hours of recovery, the vitamin C group showed a significant increase in serum Iron (p=0.036) and Ferritin (p=0.045) compared to placebo group. It seems that two weeks of vitamin C supplementation can improve the serum Iron, Ferritin, RBC and Hb profile of professional footballers before aerobic exhaustive activity and in recovery.

**Keywords:** Physical Activity, Football, Anemia, Ascorbic Acid.

*. majid.mardaniyan@gmail.com

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

**مقدمه**

متابولیسم آهن یک موضوع چالشی در حوزهٔ فیزیولوژی ورزشی است (۱،۲). یکی از شاخص‌های مرتبط با سلامتی و همچنین ظرفیت عملکرد جسمانی ورزشکاران وضعیت آهن بدن و شاخص‌های هماتولوژیکی خون است. آهن نقش اساسی در انتقال اکسیژن از طریق هموگلوبین به بافت‌ها، ذخیره اکسیژن در عضلات با میوگلوبین و فرآیندهای متعدد درگیر در بازسازی اکسیداتیوATP دارد. مقدار کافی آهن، یکی از عوامل تشخیص ظرفیت عملکرد ورزشی بوده، همچنین با سلامتی ورزشکاران رابطهٔ نزدیکی دارد (۳). به طور طبیعی بدن انسان ۳ تا ۵ گرم آهن دارد. در حدود ۸۰ درصد از آهن بدن به صورت ترکیب‌هایی عملاً فعال و بیش‌تر با هموگلوبین یاخته‌های قرمز خون بوده و ۲۰ درصد دیگر در خارج از ترکیب‌های عملا فعال وجود دارد (٤). جذب آهن از تمام قسمت‌های روده باریک صورت می‌گیرد و حداکثر جذب آن فقط چند میلی‌گرم در روز است؛ یعنی، مقدار اندکی از آهن غذا می‌تواند جذب شود (۵). از طرفی ویتامینC به جذب آهن موجود در رژیم غذایی کمک می‌کند، که برای تشکیل هموگلوبین در سلول‌های قرمز خون ضروری است (٦)؛ همچنین، ویتامینC جذب آهن را در مسیر روده‌ها حدود ۲ تا ٤ برابر افزایش می‌دهد (۷)؛ برای مثال، اسید اسکوربیک موجود در یک لیوان آب پرتقال، جذب آهن (Haem) را از یک وعده صبحانه تا ۳ برابر افزایش می‌دهد (٤). مصرف اسید اسکوربیک عامل مهمی در جذب آهن است؛ بنابراین، نقش فاکتورهای غذایی در جذب و عدم جذب آهن به روشنی اهمیت رژیم غذایی را در تعادل آهن بدن نشان می‌دهد (٦). ورزش فوتبال یک ورزش استقامتی است که شدید ارتباط مثبتی با کاهش سطوح آهن، فریتین و گلوبول قرمز دارد. تحقیقات فراوانی به بررسی تاثیر تمرینات شدید و استقامتی بر وضعیت آهن بدن پرداخته است و اصطلاح کم‌خونی ورزشی را در نتیجه فعالیت‌های ورزشی استقامتی شدید گزارش کرده است (۱،۲،۸،۹). اصطلاح کم‌خونی ورزشی اغلب برای توصیف کاهش هموگلوبین در حدی نزدیک به کم‌خونی بالینی (۱۲ و ۱۳ گرم هموگلوبین در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر خون به ترتیب در زنان و مردان) به کار می‌رود و سطوح فریتین از مناسب‌ترین نشانگرهای کم‌خونی است (٤). دلایل اصلی کاهش هموگلوبین و هماتوکریت در بازیکنان فوتبال عبارت است از: آسیب گلوبول‌های قرمز در عروق خونی پا هنگامی که به زمین برخورد می‌کند و آسیب گلبول‌های قرمز در مویرگ‌های پاره شده مسیر گوارشی هنگام فعالیت ورزشی شدید، به ویژه ورزش‌های استقامتی بلندمدت که ممکن است ورزشکاران را دچار کاهش غلظت هِم (Haem) نماید (۲،۹).

در زمینه وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژیکی بازیکنان فوتبال می‌توان به پژوهش اسپوریس و همکاران (۲۰۱٦) اشاره کرد که نشان دادند پس از یک مسابقه فوتبال سطوح آهن و فریتین فوتبالیست‌های تیم زیر ۲۱ سال کرواسی کاهش معنی‌داری داشت در حالی که سطوح گلوبول قرمز و هموگلوبین تفاوت معنی‌داری نداشت (۱۰)؛ همچنین، سیلوا و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی نشان دادند که پس از یک جلسه فعالیت شدید بی‌هوازی میزان گلوبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت افزایش معنی‌داری می‌یابد (۹). جاکسیمویچ و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی نشان دادند که بازیکنان فوتبال زیر ۱٦ سال تیم ملی صربستان در طی فصل مسابقات و در فصول



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

تمرینی از نظر ۱۵ شاخص هماتولوژی از جمله گلوبول قرمز و سفید خون، هموگلوبین، فریتین و آهن نسبت به هم‌سالان غیرورزشکار خود در سطح پایین‌تری قرار دارند (۱۱). اوستوجیک و احمدوف (۲۰۰۹) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که تفاوتی در آهن، فریتین و ترانسفرین بازیکنان فوتبال حرفه‌ای ۲۰ ساله در ابتدا، میانه و انتهای یک فصل از مسابقات وجود ندارد (۱۲)؛ همچنین، تحقیقاتی دربارهٔ وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژی ورزشکاران سایر رشته‌های ورزشی انجام شده است که می‌توان به پژوهش الگاشی (۲۰۱٦) اشاره کرد که نشان داده‌اند سطوح آهن، فریتین و گلوبول قرمز دونده‌های زن حرفه‌ای مصر با میزان مسافت پیموده‌شده آن‌ها رابطهٔ معکوسی دارد (۷). همچنین کیلینک (۲۰۱۰) در تحقیقی نشان داد ۳۵ روز مصرف مکمل ویتامین C و E موجب افزایش گلوبول قرمز و هموگلوبین بازیکنان بسکتبال حرفه‌ای می‌شود (۱۳). با توجه به نتایج تحقیقات گذشته، به نظر می‌رسد آهن ممکن است تاثیرات مثبتی بر فعالیت‌های ورزشی و اجرای فعالیت‌های سنگین داشته باشد و خستگی را به تاخیر بیاندازد (۱٤،۱۵). هر چند نتایج متناقضی از تحقیقات گذشته در دسترس است اما، بیش‌تر آن‌ها به تاثیر مصرف ویتامین C در جذب آهن و همچنین بهبود فاکتورهای هماتولوژیکی و سرانجام کاهش خطر کم‌خونی ورزشی که ممکن است در ورزش‌های استقامتی شدید همچون فوتبال اتفاق بیفتد، تاکید کرده‌اند (۱۷-۱۵). با توجه به توضیحات ارایه‌شده درخصوص کم‌خونی رایج ورزشکاران و نقش ویتامین C در جذب آهن، هدف اصلی در این تحقیق بررسی تاثیر فعالیت هوازی حاد به دنبال یک‌دوره مصرف مکمل ویتامین C بر وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژی (آهن سرم، فریتین سرم، گلوبول‌های قرمز و هموگلوبین) بازیکنان فوتبال باشگاهی پسر بود.

## روش‌شناسی

این مطالعه از نوع نیمه‌تجربی، یک سو کور و با مداخلهٔ تمرین هوازی و مصرف مکمل ویتامین C و با طرح اندازه‌گیری مکرر است. تمام مراحل تحقیق به تایید کمیتهٔ اخلاق دانشگاه شهید چمران اهواز (EE/98.24.3.77899/SCU.AC.IR) رسیده است. برای نمونه‌گیری هدفمند از بیان بازیکنان فوتبال باشگاهی استان خوزستان که در رده سنی بزرگسالان به فعالیت می‌پرداختند، ٤۰ نفر به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در پیش‌فصل مسابقات قرار داشتند و تمرینات همسانی را در شرایط باشگاهی انجام می‌دادند؛ همچنین، بر اساس عدم مصرف مکمل ویتامین C، آهن و ویتامین‌های گروه B، گروه سنی بزرگسال، عدم آسیب‌دیدگی و حداقل ۵ سال سابقه ورزشی در رشته فوتبال انتخاب شدند. با توجه به تفاوت‌های فیزیولوژیکی، همهٔ آزمودنی‌ها از بازیکنان انتخاب شدند و از دروازبانان به عنوان آزمودنی استفاده نشد. آزمودنی‌ها در جلسه نخست با محیط آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز آشنا شدند و فرم رضایت‌نامه آگاهانه شرکت در تحقیق را امضا کردند، و اندازه‌گیری قد، وزن، درصد چربی با دستگاه آنالیز ترکیب بدن و $VO2_{max}$ از طریق آزمون بروس انجام شد (١٤). آزمودنی‌ها پس از اندازه‌گیری‌های اولیه به صورت تصادفی و به تعداد مساوی در دو گروه ۲۰ نفره مکمل و تمرین تقسیم شدند. به این ترتیب که ابتدا بازیکنان بر اساس



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

پست بازی دفاع، هافبک یا مهاجم تقسیم‌بندی شده و سپس به صورت تصادفی و به تعداد مساوی از هر پست در هر کدام از گروه‌ها قرار داده شدند. گروه مکمل روزانه ٤٠٠ میلی‌گرم مکمل ویتامینC و گروه دارونما روزانه ٤٠٠ میلی‌گرم دکستروز همراه با ٢٥٠ میلی‌لیتر آب به مدت چهارده روز مصرف کردند (١٨). مکمل ویتامینC و دارونما قبلاً از سوی محقق به صورت کپسول‌های یک شکل تهیه شده و بدون اطلاع آزمودنی‌ها از نوع ماده مصرفی جهت مصرف به آنها داده شد. جهت اطمینان از مصرف کپسول‌ها، هر روز با استفاده از سامانه پیام کوتاه به آزمودنی‌ها یادآوری می‌شد. ٤٨ ساعت پس از مصرف ٢ هفته‌ای مکمل ویتامینC، گروه‌ها از ساعت ٨ تا ١٠ صبح آزمون وامانده‌ساز بروس را انجام دادند.

قبل از آغاز آزمون بروس به مدت ٥ دقیقه روی تردمیل با سرعت کم و شیب صفر، گرم کردن انجام شد و پس از اتمام آزمون بروس، ٥ دقیقه حرکات کششی سبک جهت سرد کردن انجام شد. ٥ میلی‌لیتر نمونه خون وریدی ٢٤ ساعت قبل و ٤٨ ساعت پس از دوره مکمل‌دهی، بلافاصله پس از آزمون وامانده‌ساز بروس و ٧٢ ساعت پس از آزمون بروس گرفته شد (اندازه‌گیری‌ها از ساعت ٨ تا ١٠ صبح صورت گرفت). نمونه‌های خون پس از ١٠ دقیقه استراحت در حالت نشسته از ورید بازویی گرفته شد. و در لوله‌های حاوی EDTA (Diamine Tetra Acetic Acid Ethylene) ریخته و بلافاصله پس از اتمام نمونه‌گیری خونی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. گلوبول‌های قرمز و هموگلوبین در این پژوهش از طریق دستگاه شمارنده اتوماتیک (Mindray - BC 5300 Auto Hematology Analyzer) اندازه‌گیری شدند. برای جداسازی سرم، نمونه‌ها با سرعت ٣٥٠٠ دور در دقیقه به مدت ١٠ دقیقه و در دمای ٤ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ و سرم جدا شده در میکروتیوب‌های مخصوص ریخته شد و تا زمان اندازه‌گیری پارامترها در دمای منفی ٧٠ درجه ذخیره شد. آهن و فریتین سرم به روش الایزا با دستگاه Microplate Reader ساخت شرکت Hiperion کشور آلمان و با کیت‌های مخصوص (کیت آهن: Greiner ساخت کشور آلمان، (واحد (µg/dl)، دامنه تغییرات ٤٣-١٥٥، حساسیت ٥µg/dl، CV%=١/٥١) و کیت فریتین: ساخت شرکت پیشتاز طب ایران (واحد (ng/ml)، دامنه تغییرات ٢٠-٢٥٠، حساسیت ٢ng/ml، CV%=٥/٩٥) اندازه‌گیری شدند. پرسشنامه یادآمد ٢٤ ساعته مخصوص ثبت اطلاعات تغذیه‌ای در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت تا مواد غذایی را که در دوره چهارده روز مصرف کرده‌اند، ثبت کنند (١٩). سپس این پرسشنامه‌ها با نرم افزار Nutritionist4 تجزیه و تحلیل شد (٢٠).

برای تجزیه و تحلیل آماری در این تحقیق، از میانگین و انحراف معیار برای آمار توصیفی استفاده گردید. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلکز و برابری واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. از آزمون t زوجی برای مقایسه داده‌های مربوط به شاخص‌های آنتروپومتریکی، فیزیولوژیکی و رژیم‌های غذایی دو گروه استفاده شد. از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری جهت مقایسه‌های درون‌گروهی و از آزمون تحلیل واریانس دو راهه (طرح گروه * زمان) جهت مقایسه بین‌گروهی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ٢١ انجام گردید. سطح معنی‌داری نیز p≤٠/٠٥ در نظر گرفته شد.



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

## یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار مشخصات آنتروپومتریکی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آورده شده است. مطابق اطلاعات جدول ۱، در ابتدای تحقیق تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در گروه مکمل و دارونما وجود ندارد (p≥۰/۰۵).

جدول ۱. مشخصات آنتروپومتریکی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

| گروه / شاخص | مکمل | دارونما | P بین گروهی |
|---|---|---|---|
| سن (سال) | ۲۲/٦±٥/٦ | ۲۲/۸±٥/۲ | ۰/۳۳ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۷۷/۳±٦/۷ | ۱۷۸/۲±۸/٤ | ۰/۱۸ |
| وزن (کیلوگرم) | ۷٥/٥۸±٤/۷ | ۷۷/٤۱±۷/۲٥ | ۰/۰۹۳ |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع) | ۲٤/۰۷±۱/٤۷ | ۲٤/۳۸±۱/۲۸ | ۰/٤۲ |
| چربی بدن (٪) | ۱٥/۸۸±۱/۱۷ | ۱٤/۹٤±۲/۲۲ | ۰/۰۹۸ |
| حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه) | ٥۳/٦۱±۳/۹۳ | ٥٤/۷۸±٤/۱۲ | ۰/۲۱ |

سطح معنی‌داری p ≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

جدول ۲ میانگین و انحراف معیار دریافت انرژی و مواد مغذی آزمودنی‌های دو گروه مکمل و دارونما را نشان می‌دهد. تفاوت معنی‌داری در میانگین روزانه انرژی دریافتی، درصد پروتئین، کربوهیدرات و چربی، فیبر، ویتامین C، ویتامین B12، کلسیم و آهن میان دو گروه وجود ندارد (p≥۰/۰۵).

جدول ۲. مقایسه میزان انرژی دریافتی و مواد مغذی گروه‌های مکمل و دارونما در مدت ۲ هفته مکمل‌یاری

| ماده مغذی | میزان دریافت | | P بین‌گروهی |
|---|---|---|---|
| | گروه مکمل | گروه دارونما | |
| انرژی (کالری /روز) | ۲۹۹۳/۲۳±۲۱۸/۱٥ | ۳۱۱٦/٥۹±۱۹۷/۳٥ | ۰/۳٥ |
| پروتئین (٪) | ۱۸/۲۸±۲/٤۲ | ۱۷/٤۲±۱/۹٥ | ۰/٤۳ |
| کربوهیدرات (٪) | ٥٦/٥۷±٥/۲۲ | ٥٤/۳۸±٤/۹۲ | ۰/۱۱ |
| چربی (٪) | ۲٥/۱٥±۳/۷۸ | ۲۹/۸±۳/٤٤ | ۰/۰۸ |
| فیبر (گرم /روز) | ۲۰/۸±۳/۱۱ | ۲۲/۱۳±٥/٦۲ | ۰/۱۳ |
| ویتامین C (میلی‌گرم /روز) | ۷٥/٤٤±۲۰/۱۷ | ۷۳/۳۲±۱۷/۹٥ | ۰/۲۸ |
| ویتامین B12 (میکروگرم/روز) | ۲/۷۸±۱/۰۲ | ۲/٤٦±۱/۱٤ | ۰/٥٦ |
| کلسیم (میلی‌گرم /روز) | ٤٥۲/۲۸±۱۷۰/۲۹ | ٤٦۱/۷٦±۱۹۳/٦٤ | ۰/۸ |
| آهن (میلی‌گرم /روز) | ۱۲/۰۸±۲/۱۲ | ۱۱/۳۸±۲/٤٥ | ۰/۷۳ |

از آزمون t زوجی استفاده شد. سطح معنی‌داری p ≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

جدول ۳، سطوح گلوبول قرمز، هموگلوبین خون و سطوح سرمی آهن و فریتین در دو گروه مکمل و دارونما در چهار زمان ۲٤ ساعت قبل و ٤۸ ساعت پس از مصرف مکمل، بلافاصله و ۷۲ ساعت پس از فعالیت وامانده‌ساز هوازی را نشان می‌دهد. در نتیجه آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر در گروه دارونما تفاوت معنی‌داری در سطوح گلوبول قرمز، هموگلوبین و آهن در مقایسه چهار مرحله اندازه‌گیری مشاهده نشد (p≥۰/۰۵)، اما افزایش معنی‌داری در فریتین پس از دوره ۲ هفته‌ای مصرف دارونما مشاهده شد (p=۰/۰۳۷). در گروه مکمل ویتامینC، افزایش معنی‌داری در سطوح گلوبول قرمز خون (p=۰/۰۱۱)، هموگلوبین خون (p=۰/۰۲۷)، آهن سرم (p=۰/۰۰۱) و فریتین سرم (p=۰/۰۰۱)، پس از دو هفته مصرف مکمل و کاهش معنی‌داری در گلوبول قرمز خون (p=۰/۰۲۹)، آهن سرم (p=۰/۰۰۵) و فریتین سرم (p=۰/۰۰٤) پس از فعالیت وامانده‌ساز هوازی، همراه با افزایش معنی‌داری در آهن سرم (p=۰/۰۰۹) و فریتین سرم (p=۰/۰۱٤) پس از ۷۲ ساعت ریکاوری بعد از فعالیت وامانده‌ساز هوازی مشاهده شد.

جدول۳. مقادیر متغیرهای تحقیق در مراحل مختلف اندازه‌گیری

| متغیر | گروه‌ها | قبل از مکمل‌یاری | ٤۸ ساعت پس از مکمل‌یاری | بلافاصله پس از تمرین | ۷۲ ساعت پس از تمرین | P درون‌گروهی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| گلوبول قرمز ($10^3/\mu l$) | مکمل | ۵۱۷۸/۷۸±۱۸۷/٤۵ | ۵۵۱۲/۲۵±۳۱۲/۰۲* | ۵۳٤۹/۵٦±۲۷۹/۱۲# | ۵۳۹۲/۱۹±۳۰۲/۱۸ | ۰/۰۱۸ |
| | دارونما | ۵۱۷۹/۲۵±۱۷۹/۱۵ | ۵۲۱۵/۷۲±۲۱۹/۳۲ | ۵۱۷۸/۷۰±۱۹۹/۱٤ | ۵۱۸۸/۲۳±۱۸۷/۰٦ | ۰/۱۲ |
| | P | گروه: ۰/۰۲۳ | | زمان: ۰/۰۱۵ | | تعامل(گروه*زمان): ۰/۰۱۱ |
| هموگلوبین (g/dl) | مکمل | ۱٤/٤۲±۱/۳۹ | ۱٦/۰۲±۲/۲۵* | ۱۵/٦۸±۱/٦۸ | ۱٦/۰۲±۲/٤۲ | ۰/۰۳۷ |
| | دارونما | ۱٤/٤۸±۱/٦۱ | ۱۵/۱۵±۲/۰۵ | ۱٤/٦۹±۱/۸۵ | ۱٤/۸۸±۱/٦۱ | ۰/۰۸۷ |
| | P | گروه: ۰/۰٤۲ | | زمان: ۰/۰٦٦ | | تعامل(گروه*زمان): ۰/۰٤۸ |
| آهن (µg/dl) | مکمل | ۱۱۲/٤۸±۱٤/۲۵ | ۱۳۸/۱۵±۱٦/۲٤* | ۱۲٤/۱۵±۱۵/۷۸# | β۱۳٦/۷۸±۱٦/۰۲ | ۰/۰۰۲ |
| | دارونما | ۱۱۲/۱۲±۱٦/۰۲ | ۱۱۱/٤۸±۱٤/۱۵ | ۱۱۰/۷۸±۱۵/۱ | ۱۰۹/۸۱ ±۱٤/٤۹ | ۰/۰۹۱ |
| | P | گروه: ۰/۰۰۹ | | زمان: ۰/۰۱۲ | | تعامل(گروه*زمان): ۰/۰۰۳ |
| فریتین (ng/ml) | مکمل | ۷۷/۱۵±۸/۰۹ | ۱۲۸/۲۵±۱۱/۱۸* | ۱۱۷/۲۳±۱۰/۷۸# | β۱۲٦/۷۸±۱۱/۸۰ | ۰/۰۰۱ |
| | دارونما | ۸۰/۱۲±۸/۳۱ | ۸۸/۷۸±۸/۱۱ * | ۸٤/٤۹±۹/۱۵ | ۸٦/٤٤±۹/۲۳ | ۰/۰٤۸ |
| | P | گروه: ۰/۰٦۱ | | زمان: ۰/۰۰۱ | | تعامل(گروه*زمان): ۰/۰۲۱ |

آزمون آنالیز واریانس دوطرفه و آزمون بانفرونی استفاده شد. سطح معنی‌داری p≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

* افزایش معنی‌دار پس از دو هفته مکمل‌دهی. # کاهش معنی‌دار پس از فعالیت وامانده‌ساز هوازی. β افزایش معنی‌دار به دنبال ۷۲ ساعت ریکاوری.



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

در نتیجه آزمون آنوای دو طرفه و آزمون تعقیبی بانفرونی جهت مقایسه‌های بین‌گروهی مشخص شد که پس از ۲ هفته مکمل‌دهی، گروه مکمل نسبت به گروه دارونما افزایش معنی‌داری در گلوبول قرمز خون (p=۰/۰۲٦)، هموگلوبین خون (p=۰/۰٤۱)، آهن سرم (p=۰/۰۰۸) و فریتین سرم (p=۰/۰۰٤) داشت؛ همچنین، پس از فعالیت وامانده‌ساز هوازی، گروه مکمل نسبت به گروه دارونما کاهش معنی‌داری در گلوبول قرمز خون (p=۰/۰۳٤)، آهن سرم (p=۰/۰۲۳) و فریتین سرم (p=۰/۰۳۱) نشان داد؛ همچنین، پس از ۷۲ ساعت ریکاوری به دنبال فعالیت وامانده‌ساز هوازی، گروه مکمل نسبت به گروه دارونما افزایش معنی‌داری در آهن (p=۰/۰۳٦) و فریتین سرم (p=۰/۰٤٥) نشان داد.

## بحث

نتایج این مطالعه نشان داد ۲ هفته مصرف مکمل ویتامینC در مقایسه با دارونما موجب افزایش معنی‌دار گلوبول قرمز خون، هموگلوبین خون، آهن و فریتین سرم مردان بازیکنان فوتبال باشگاهی می‌شود؛ همچنین، نتایج تحقیق حاضر نشان داد بلافاصله پس از فعالیت وامانده‌ساز هوازی سطوح گلوبول قرمز خون، آهن سرم و فریتین سرم در گروه مکمل ویتامینC نسبت به گروه دارونما به میزان معنی‌داری کاهش یافته است، اما سطوح هموگلوبین تغییر معنی‌داری نداشت؛ از سوی دیگر، براساس یافته‌های این تحقیق، پس از ۷۲ ساعت ریکاوری سطوح آهن و فریتین در گروه ویتامینC افزایش معنی‌داری نسبت به گروه دارونما داشت. در موضوع تاثیر ویتامینC بر وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژی، لانی و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که تاثیر ویتامینC بر سطوح آهن فراتر از جذب آهن بوده و با تحریک سنتز فریتین و ممانعت از تخریب آن و افزایش ساخت آپوفریتین، از انتقال آهن درون سلولی به خارج از سلول جلوگیری می‌کند و ذخایر آهن را در سطح مطلوب حفظ می‌کند (۱٤)؛ همچنین، کیلینک (۲۰۱۰)، نشان دادند ۳۵ روز مصرف مکمل ویتامینC و E موجب افزایش گلوبول قرمز و هموگلوبین بسکتبالیست‌های حرفه‌ای می‌شود (۱۳). به نظر می‌رسد احتمالا مصرف ویتامینC موجب بهبود شاخص‌های هماتولوژی بازیکنان فوتبال حرفه‌ای می‌شود. مطالعات صورت گرفته در این زمینه نشان داده است که مصرف ویتامینC با افزایش فعالیت سلول‌های انتروسیت و با احیای آهن فریک ($Fe^{3+}$) به آهن فروس ($Fe^{2+}$) افزایش حلالیت آن در محیط بازی روده کوچک، افزایش رهاسازی آهن از فریتین و سیستم رتیکولو اندوتلیال موجب افزایش جذب آهن می‌شود (۱)، که افزایش آهن برای تولید هموگلوبین در سلول‌های قرمز خون ضروری است (٦)؛ بنابراین، مصرف ویتامینC موجب افزایش جذب آهن و سنتز فریتین می‌شود که در نتیجه تاثیرات غیر مستقیم آهن و فریتین احتمالاً بهبود در سطوح گلوبول قرمز و هموگلوبین نیز حاصل می‌شود (۱٤،۱۸).

در این پژوهش مشخص شد پس از فعالیت وامانده‌ساز هوازی سطوح گلوبول قرمز خون، آهن سرم و فریتین سرم در گروه مکمل ویتامینC نسبت به گروه دارونما به میزان معنی‌داری کاهش داشته است، اما سطوح هموگلوبین تغییر معنی‌داری نداشت. در این زمینه الگاشی (۲۰۱٦) در نتیجه مطالعه خود روی زنان دونده‌ی



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

حرفه‌ای مصر (٦ دونده مسافت‌های کوتاه، ٥ دونده مسافت‌های متوسط و ٣ دونده مسافت‌های بلند) نشان داد میان سطوح آهن و فریتین با مسافت دو در دوندگان نخبه رابطه معکوس وجود دارد (٧)؛ همچنین، اسپوریس و همکاران در سال (٢٠١٦) در پژوهش خود نشان دادند پس از یک مسابقه فوتبال سطوح آهن و فریتین بازیکنان فوتبال مرد تیم زیر ٢١ سال کرواسی به شکل معنی‌داری کاهش داشت؛ همچنین، کاهش غیر معنی‌دار در گلوبول قرمز و عدم تغییر در هموگلوبین را گزارش دادند (١٠). متابولیسم آهن در پاسخ به فعالیت ورزشی همچنان یک چالش در حیطه فیزیولوژی ورزشی مطرح است که پیش از این با نتایج متناقضی همراه بوده است و کاهش افزایش و ثبات سطوح آهن در نتیجه فعالیت ورزشی گزارش شده است (١)؛ بنابراین، وضعیت آهن و شاخص‌های هماتولوژی در نتیجه فعالیت‌های ورزشی بستگی به میزان دفع آهن، همولیز، میزان جذب روده‌ای، تغییر و تبدیل اریتروسیت‌ها و هموگلوبین یا ناشی از التهاب باشد. احتمالاً کاهش سطوح گلوبول قرمز خون پس از فعالیت ورزشی به‌ویژه فعالیت‌های شدید یک فیدبک منفی در نتیجه سنتز هموگلوبین، آسیب به سلول‌های خون و مویرگ‌ها است. با افزایش اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها در فعالیت‌های ورزشی، ترشح اریتروپویتین کاسته شده و سنتز گلوبول‌های قرمز از مغز استخوان نیز کاهش می‌یابد. ممکن است کاهش در سطوح آهن نیز متاثر از مصرف آهن برای سنتز هموگلوبین باشد (١٣،٢١). از عوامل دیگری که ممکن است موجب کاهش سطوح آهن، فریتین و گلوبول قرمز در تحقیق حاضر باشد همولیز ناشی از ضربات وارد شده به پا با توجه به شدت فعالیت و همچنین افزایش دما (دفع ٦ تا ١١درصد با تعریق) باشد که التهاب را به همراه خواهد داشت (٢٢،٢٣). فوجی و همکاران (٢٠١٤) و لیو و همکاران (٢٠١١) کاهش سطوح آهن ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید ممکن است در نتیجه کاهش انتقال‌دهندهٔ فلزات دو ظرفیتی[1]، فروپورتین[2]١، پروتئین انتقال‌دهندهٔ هِم[3] و هفاستین[4] باشد (٢١،٢٤).

از دیگر نتایج این تحقیق آن است که پس از ٧٢ ساعت ریکاوری سطوح آهن و فریتین در گروه ویتامینC افزایش معنی‌داری نسبت به گروه دارونما داشت. تحقیقات اندکی در زمینه تاثیر ریکاوری پس از تمرین شدید در دسترس است که با تحقیق حاضر همسو هستند. مشخص شده است که به دنبال ٤٨ و ٧٢ ساعت ریکاوری پس از تمرینات شدید، سطوح آهن به سطوح اولیه باز می‌گردد و اثرات ناشی از آنمی ورزشی بهبود می‌یابد (١،٢١). علاوه بر تعریق قابل توجه در فعالیت‌های ورزشی شدید یکی از عوامل دیگری که پس از تمرین شدید موجب آنمی می‌شود، احتباس آهن می‌باشد. در نتیجه انتقال مایع بین سلولی به داخل عروق و افزایش حجم پلاسما، غلظت هموگلوبین کاهش می‌یابد که به این پدیده "آنمی موقتی" می‌گویند. ساز و کار مذکور، تطابقی است میان نیاز بدن به برون‌ده قلبی بیش‌تر و دسترسی بیش‌تر بافت‌ها به اکسیژن که به آن آنمی ورزشی نیز گفته می‌شود (٢٥). مشخص شده است که ٤٨ تا ٧٢ ساعت پس از قطع تمرین تغییرات متاثر از افزایش حجم پلاسما به حالت عادی باز می‌گردد. در این پژوهش نیز افزایش در سطوح آهن و فریتین ممکن است متاثر از بازگشت به حالت اولیه حجم پلاسما، و از بین رفتن آنمی ورزشی باشد (٢٦).

1. Divalent Metal Transporter-1 (DMT-1)
2. Ferroportin-1( FPN-1)
3. Haem Carrier Protein-1( HCP-1)
4. Hephaestin



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

## نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که ۲ هفته مصرف مکمل ویتامینC موجب افزایش سطوح آهن و فریتین سرم، و گلوبول قرمز و هموگلوبین خون می‌شود و همچنین در بهبود وضعیت این شاخص‌ها در دوره ریکاوری تاثیر دارد؛ بنابراین، مصرف مقدار ایمن ویتامینC می‌تواند ورزشکاران به‌ویژه در ورزش‌های پُرتنش و با شدت مانند فوتبال را در بلندمدت از خطر کمبود آهن و آنمی ورزشی در امان نگه دارد.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل از طرح تحقیقاتی مصوب در دانشگاه شهید چمران اهواز است. نویسندگان این پژوهش از تمام آزمودنی‌ها، مربیان این ورزشکاران و باشگاه‌ها که کمال همکاری را در جهت تکمیل این پژوهش داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

## منابع

1. Lashkari, F., Samavati Sharif, M.A., Ranjbar, K. (2016). The effect of two different modes of exercise swimming and vitamin C supplementation on anemia indices in male wistar rat. Journal of Knowledge & Health. 11(1):55-61.
2. Skarpańska-Stejnborn, A., Basta, P., Trzeciak, J., Szcześniak- Pilaczyńska, Ł. (2015). Effect of intense physical exercise on hepcidin levels and selected parameters of iron metabolism in rowing athletes. European Journal of Applied Physiology. 11(5):345-51.
3. Pouramir, M., Haghshenas, O., Sorkhi, H. (2015). Effects of gymnastic exercise on the body iron status and hematologic profile. Iranian Journal of Medical Sciences, 29(3):140-1. (Persian)
4. Moll, R., Davis, B. (2017). Iron, vitamin B12 and folate. Medicine. 45(4):198-203.
5. Moretti, D., Goede, J. S., Zeder, C., Jiskra, M., Chatzinakou, V., Tjalsma, H., Melse-Boonstra, A., Brittenham, G., Swinkels. D.W., Zimmermann, M.B. (2015). Oral iron supplements increase hepcidin and decrease iron absorption from daily or twice-daily doses in iron-depleted young women. Blood. 126(17):1981-9.
6. Anschuetz, S., Rodgers, C.D., Taylor, A.W. (2010). Meal composition and iron status of experienced male and female distance runners. Journal of Exercise Science & Fitness. 8(1):25-33.
7. Elgushy, E.E. (2016). Iron status for the Egyptian female players in running competition (short-middle-long distances)– comparative study. Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport / Science, Movment and Health, 16:449-53.
8. Sim, M., Dawson, B., Landers, G., Swinkels, D.W., Tjalsma, H., Trinder, D., P, Peeling. (2013). Effect of exercise modality and intensity on post-exercise interleukin-6 and hepcidin levels. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 23(2):178-86.
9. Silva, A.S., Santhiago, V., Papoti, M., Gobatto, C.A. (2008). Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. International Journal of Hematology. 30(2):158-66.
10. Sporiš, G., Vlahović, T., Trajković, N., Milanović, Z., Madić, D. (2016). Hematological and iron status following a soccer match. Facta Universitatis. Series: Physical Education and Sport. 14(2):289-95.
11. Joksimović, A., Stanković, D., Ilić, D., Joksimović, I., Jerkan, M. (2009). Hematological profile of Serbian youth national soccer teams. Journal of Human Kinetics. 22:51-9.
12. Ostojic, S.M., Ahmetovic, Z. (2009). Indicators of iron status in elite soccer players during the sports season. International Journal of Laboratory Hematology. 31(4): 447-52.
13. Kılınç, F. (2010). Effect of vitamin C and E combination on hormonal, enzymatic and hematological values in blood of forced training basketball players. Biology of Sport. 27(1).
14. Lane, D.J., Richardson, D.R. (2014). The active role of vitamin C in mammalian iron metabolism: much more than just enhanced iron absorption. Free Radical Biology and Medicine. 75:69-83.
15. Bourque, S.P., Pate, R.R., Branch, J.D. (1997). Twelve weeks of endurance exercise training does not affect iron status measures in women. Journal of the American Dietetic Association. 97(10):1116-21
16. Dabbagh Nikookheslat, S. (2008). The effect of 12 weeks resistance training on resting levels and responses of hemoreological and coagulant variables to a session of resistance activity in men. PhD thesis. Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran.
17. Montagnana, M., Salvagno, G.L., Lippi, G. (2009). Circadian variation within hemostasis: an underrecognized link between biology and disease? Journal of Thrombosis and Hemostasis. 35(1):23-3.
18. Sari Sarraf, V., Asri Rezaei, S., Amirsasan, R., Zolfeghar-didani, H. (2013). The effects of vitamin C and E supplementation and anaerobic activity on oxidative indices in male teenager speed skaters. Olympic Quarterly. 63(3):7-18.
19. Willett, W. (2012). Nutritional Epidemiology: Oxford University Press.
20. Daneshvar, P., Hariri, M., Ghiasvand, R., Askari, G., Darvishi, L., Iraj, B., Mashhadi, N.S. (2013). Dietary behaviors and nutritional assessment of young male isfahani wrestlers. International Journal of Preventive Medicine. 4(1):48-52.



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]

21. Fujii, T., Matsuo, T., Okamura, K. (2014). Effects of resistance exercise on iron absorption and balance in iron-deficient rats. Biological Trace Element Research. 161(1):101-6.
22. Qian, Z.M., Liao, Q.K., Ho, K.P. (2002). Effect of different durations of exercise on transferrin-bound iron uptake by rat erythroblast. The Journal of Nutritional Biochemistry. 13(1):47-54.
23. Neilands, J.B. (2014). Microbial Iron Metabolism: A Comprehensive Treatise. Academic Press. 28.
24. Liu, Y.Q., Chang, Y.Z., Zhao, B., Wang, H.T., Duan, X.L. (2011). Does hepatic hepcidin play an important role in exercise-associated anemia in rats? International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 21(1):19-26.
25. Waller, M.F., Haymes, E.M. (1996). The effects of heat and exercise on sweat iron loss. Medicine and Science in Sports and Exercise. 28(2):197-203.
26. Adams, W.D., Wild, F., Hill, R.M. (2001). Hematologic concerns in the runner. Test Book of Running Medicine. PP: 395.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.3.4 ]