

## The effect of 8 weeks of curcumin supplementation consumption on muscle injury and inflammatory response following an acute strength activity in male futsal players

Ahmadzadeh A, Pourrahim-Ghoroughchi A\*, Afroudeh R

Department of Sport Physiology, Faculty of Faculty of Educational Sciences and Psychology,  
University of Mohaghegh-e-Ardabili, Ardabil, I.R. Iran.

Received: 2020/05/9 | Accepted: 2021/01/30

### Abstract:

**Background:** Curcumin supplementation consumption is effective in reducing muscle damage and inflammation sport performance. This study aimed to effect of 8 weeks of curcumin supplementation consumption on muscle injury and inflammation following an acute session of strength activity in male futsal players.

**Materials and Methods:** Twenty male futsal players (age (year):  $26.06 \pm 3.88$  and BMI:  $24.4 \pm 3.17$ ) volunteered to participate in the study and were randomly assigned to supplementation and control groups. Blood sampling was performed in four stages. After the first blood sampling from both supplementation and control groups, one acute session of circular strength training in 5 stations and 3sets with 75%1RM were performed. The second blood sampling was performed. Forty-eight hours later, the experimental group used 150 mg curcumin supplementation tablet, 3 days a week during 8 weeks. Forty-eight hours after the last using, blood sampling was performed in both groups. Both supplementation and control groups performed the second acute circular strength training and one hour later, the fourth stage blood sampling was performed. Control group consumed placebo during 8 weeks. Data were analyzed using SPSS software version 25 using mixed analysis of variance.

**Results:** The results showed that 8 weeks curcumin supplementation consumption, significantly decreased creatine kinase, white blood cells, neutrophils and monocytes following acute second strength activity ( $P < 0.05$ ). However, Lymphocytes did not change significantly ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** It seems that curcumin supplementation consumption can reduce exercise-induced muscle injury and inflammation in male futsal players. So, it is recommended that male futsal coaches and players use curcumin supplements to reduce muscle damage and inflammation after an acute strength activity.

**Keywords:** Resistance training, Curcumin supplementation, Creatine kinase, White blood cells

### \*Corresponding Author

Email: amehpooorrahim@yahoo.com

Tel: 0098 453 150 5050

Fax: 0098 453 352 0457

Conflict of Interests: No

*Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, April, 2021; Vol. 25, No 1, Pages 743-751*

Please cite this article as: Ahmadzadeh A, Pourrahim-Ghoroughchi A, Afroudeh R. The effect of 8 weeks of curcumin supplementation on muscle injury and inflammatory response following an acute strength activity in Male Futsal players. *Feyz* 2021; 25(1): 743-51.

## اثر هشت هفته مصرف مکمل کورکومین بر شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی، متعاقب فعالیت قدرتی حاد در بازیکنان مرد فوتسال

علی احمدزاده<sup>۱</sup>، آمنه پوررحیم قورقچی<sup>۲</sup>، رقیه افرونده<sup>۳</sup>

خلاصه:

**سابقه و هدف:** مصرف کورکومین با به حداقل رساندن آسیب و التهاب عضلانی می‌تواند در تقویت سیستم ایمنی و فعالیت‌های ورزشی مؤثر باشد. هدف این تحقیق، بررسی اثر هشت هفته مکمل کورکومین بر آسیب عضلانی و التهاب، متعاقب یک جلسه فعالیت قدرتی حاد در بازیکنان مرد فوتسال بود.

**مواد و روش‌ها:** ۲۰ فوتسالیست (سن (سال): ۲۶/۰۶±۳/۸۸ و BMI: ۲۴/۴±۳/۱۷) داوطلب شرکت در تحقیق، به‌طور تصادفی در گروه‌های مکمل و کنترل قرار گرفتند. خونگیری در چهار مرحله انجام شد. پس از خونگیری اول از گروه‌های مکمل و کنترل، یک جلسه تمرین قدرتی حاد دایره‌ای در ۱۵ ایستگاه و سه ست با ۷۵ درصد IRM انجام شد. سپس، خونگیری دوم صورت گرفت. ۴۸ ساعت بعد، گروه مکمل، ۱۵۰ میلی‌گرم قرص کورکومین را سه روز در هفته به‌مدت ۸ هفته مصرف کردند. ۴۸ ساعت بعد از آخرین مصرف، خونگیری سوم از دو گروه انجام شد. سپس گروه‌های مکمل و کنترل، تمرین حاد قدرتی دایره‌ای دوم را انجام دادند و خونگیری چهارم صورت گرفت. گروه کنترل طی هشت هفته دارونما مصرف کردند. داده‌ها از طریق نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۵ و با آزمون تحلیل واریانس آمیخته تجزیه و تحلیل شدند.

**نتایج:** مصرف هشت هفته مکمل کورکومین؛ کراتین‌کیناز، گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها را متعاقب فعالیت قدرتی حاد دوم به‌طور معنی‌داری کاهش داد ( $P < 0.05$ )؛ در حالی که لنفوسیت‌ها تغییر معنی‌داری نداشتند ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد، مصرف مکمل کورکومین آسیب عضلانی و التهاب را در مردان فوتسالیست کاهش می‌دهد. بنابراین توصیه می‌شود مربیان و بازیکنان مرد فوتسال از مکمل کورکومین جهت کاهش آسیب و التهاب عضلانی، متعاقب فعالیت مقاومتی حاد استفاده کنند.

**واژگان کلیدی:** تمرین مقاومتی، مکمل کورکومین، کراتین‌کیناز، گلبول‌های سفید خون

دو ماه‌نامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و پنجم، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۰، صفحات ۷۵۱-۷۴۳

مقدمه

آسیب عضلانی و متعاقب آن درد، کوفتگی و التهاب، یک تجربه معمول و شایع پس از انجام فعالیت‌های غیرمعمول و شدید به‌خصوص فعالیت‌های مقاومتی می‌باشد [۳] که در آن شاخص‌های آسیب عضلانی و تعداد گلبول‌های سفید خون (WBC) به‌دنبال فعالیت ورزشی مقاومتی افزایش می‌یابد. آسیب عضلانی با علائمی از جمله درد، تورم، التهاب و کوفتگی عضلانی تأخیری (DOMS) Delayed Onset Muscle Soreness و کاهش تولید نیروی بیشینه، اختلال در ساختار سارکولما، ماتریکس خارج سلولی، افزایش پروتئین‌های اندازه‌گیری شده در پلاسما و استرس اکسایشی همراه است و منجر به اختلال در ساختار و عملکرد عضله می‌شود. برای تشخیص این موضوع از شاخص سرمی کراتین‌کیناز (CK) استفاده شده است که از محیط درون سلولی به خون انتشار می‌یابد [۴،۳]. بالاتر رفتن این آنزیم با مقدار آسیب عضله اسکلتی و التهاب متناسب است [۶،۵]. فعالیت‌های ورزشی کوتاه‌مدت و بلندمدت با شدت‌ها و درجه‌های مختلف بر عوامل ایمنی و التهابی در دوران کودکی و بزرگسالی تأثیر می‌گذرانند [۴،۳] و با افزایش شدت فعالیت ورزشی، پاسخ‌های التهابی و گلبول‌های سفید خون افزایش می‌یابد و بروز آسیب عضلانی به‌دنبال

یکی از دلایل احتمالی افزایش شرکت‌کنندگان در ورزش فوتسال، ایمنی و کم‌خطر بودن آن است. این در حالی است که چندین تحقیق، میزان بروز آسیب در فوتسال را ۲ تا ۶ برابر آسیب‌های فوتبال که به‌عنوان یک ورزش پرآسیب در نظر گرفته می‌شود، گزارش کرده‌اند [۱]. اکثر آسیب‌های فوتسال مربوط به پایین‌تنه می‌باشد [۲].

۱. کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

\* نشانی نویسنده مسئول:

اردبیل، خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی

تلفن: ۰۴۵ ۳۱۵۰۵۶۴۷ دوتولپس: ۰۴۵ ۳۳۵۲۰۴۵۷

پست الکترونیک: amenehpoorrahim@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۲۰ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱

نقش مصرف مکمل کورکومین در کاهش آسیب عضلانی در ترکیب با تمرینات شدید می‌باشد و به‌تنهایی تأثیر معنی‌داری ندارد. تحقیقات بیشتر طولانی‌مدت و سازگاری نسبت به مصرف آن صورت نگرفته است. همچنین تأثیر آن بیشتر در طی تمرینات استقامتی مورد بررسی قرار گرفته است؛ نه تمرینات شدید و مقاومتی. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر هشت هفته مصرف مکمل کورکومین بر شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی متعاقب فعالیت قدرتی حاد در مردان فوتسالیست می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع تجربی می‌باشد که در آن از طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شده است. کلیه اصول اخلاقی تأییدشده توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با شماره کد IR.ARUMS.REC.1398.147 و کد کارآزمایی بالینی IRCT20190629044050N1 انجام شد. طرح این پژوهش متشکل از دو گروه (تجربی و کنترل) است که از نظر مشخصات اولیه هم‌تاسازی شدند. نمونه آماری، ۲۰ نفر از مردان فوتسالیست ۳۰-۲۰ ساله با میانگین سنی  $26/06 \pm 3/88$  سال، میانگین قد  $178/15 \pm 4/94$  سانتی‌متر، میانگین وزن  $75/2 \pm 9/4$  کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی  $24/4 \pm 3/17$  کیلوگرم بر مترمربع بودند که به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و به‌طور تصادفی به دو گروه مکمل ( $n=10$ ) و کنترل ( $n=10$ ) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها ۶ ماه قبل از اجرای پژوهش، هیچ‌گونه آسیب عضلانی و بیماری التهابی یا عفونی نداشتند و از بین بازیکنان حرفه‌ای فوتسال شهرستان که حداقل دو بار در هفته ورزش فوتسال داشتند، انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق، شامل انجام حداقل ۴ سال تمرینات حرفه‌ای فوتسال، عدم مصرف الکل و غیرسیگاری بودن، نداشتن هیچ‌گونه سابقه بیماری عضلانی، التهابی و انعقادی، بیماری قلبی - عروقی، فشارخون، آسیب اندام تحتانی، اختلالات خواب و عدم مصرف دارو، مکمل و کافئین بود و در صورت بروز این عوامل در طی آزمون‌ها، آزمودنی‌ها از تحقیق خارج شدند. ابتدا آزمودنی‌ها در یک جلسه هماهنگ‌شده با اهداف تحقیق آشنا شدند و پرسشنامه‌های مربوط به تندرستی و سلامت، آمادگی و نیز رضایت‌نامه را تکمیل کردند. سپس به‌منظور آشنایی با حرکات، دستگاه‌های مورد استفاده، شیوه مناسب جابه‌جا کردن وزنه‌ها، تکنیک صحیح نفس‌گیری و جمع‌آوری ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها، مانند: قد، وزن، شاخص توده بدنی (Body Mass Index (BMI) و برآورد یک تکرار بیشینه از طریق فرمول برزیسکی Berzicky (تعداد تکرار  $\times 0/278$  -  $1/0278$  /وزنه جابه‌جاشده (کیلوگرم))

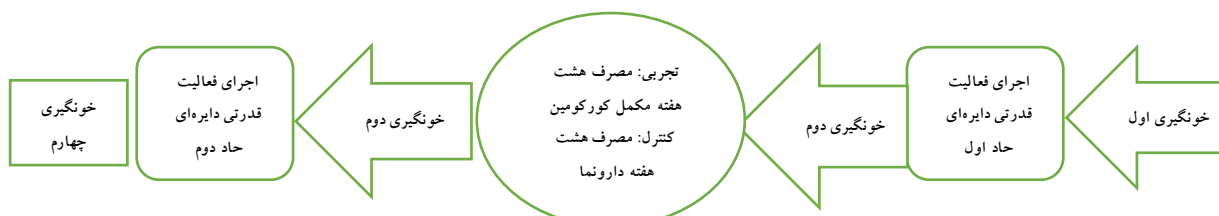
فعالیت شدید، سبب تضعیف سیستم ایمنی می‌شود. بنابراین به حداقل رساندن آسیب عضلانی، می‌تواند در کاهش التهاب، تقویت سیستم ایمنی و بهبود فعالیت‌های بعدی مؤثر باشد [۷]. کورکومین، فعال‌ترین قسمت زردچوبه [۸] می‌باشد و یک ضد التهاب، آنتی‌اکسیدان و التیام‌بخش قوی زخم است و فعالیت آنتیمیکروبی دارد [۹]. کورکومین ماده مؤثره ریزوم گیاه زردچوبه (با نام علمی *Curcuma longa*) است و دارای نام شیمیایی diferuloylmethane و فرمول شیمیایی  $C_{21}H_{20}O_6$  می‌باشد [۱۰]. مهم‌ترین خاصیت کورکومین، خاصیت ضدالتهابی و ضداکسایشی آن می‌باشد [۱۱]. کورکومین حدود ۲ تا ۵ درصد از زردچوبه را تشکیل می‌دهد و قدمتی حدود بیش از ۵ هزار سال دارد [۸]. این ماده از خانواده کورکومینوئیدها می‌باشد و قرن‌ها است که در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و اثر سمی ندارد [۱۲]. زردچوبه در کشورهای آسیایی از گذشته‌های دور کاربرد غذایی و دارویی دارد و در طب سنتی این کشورها برای رفع اختلالات گوارشی و کبدی، دفع سنگ کلیه، درد مفاصل، خشک شدن زخم، برطرف شدن درد و ورم، روماتیسم، کاهش التهاب‌ها و بیماری‌های پوستی [۱۳] و همچنین، به عنوان داروی خوراکی برای درمان التهاب و آسیب به کار می‌رود [۱۴]. مصرف مکمل کورکومین پس از فعالیت مقاومتی حاد می‌تواند با خواص ضد درد، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی خود، باعث کاهش استرس اکسایشی، فاکتورهای آسیب عضلانی، درد، التهاب، [۱۵-۱۷] کاهش خستگی [۱۸] و کاهش کوفتگی عضلانی و فعالیت‌کننازی شود [۱۹]. مکمل کورکومین در بعضی از پژوهش‌ها باعث کاهش التهاب و آسیب عضلانی بعد از فعالیت ورزشی آسیب‌زا شده و از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی را کاهش داده است [۲۰]؛ درحالی‌که در برخی از تحقیقات، باعث تشدید آسیب از طریق افزایش کراتین‌کیناز شده و تأثیری بر کوفتگی عضلانی تأخیری پس از فعالیت نداشته است [۲۱]. Drobnic و همکاران نشان دادند که مصرف کورکومین بعد از فعالیت مقاومتی، باعث کاهش آسیب و التهاب عضلانی، کوفتگی عضلانی تأخیری و درد می‌شود [۱۶]. در مقابل، نورانی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که مصرف مکمل کورکومین پس از فعالیت مقاومتی شدید، بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی تأثیر قابل‌توجهی نداشت، ولی با این‌وجود موجب افزایش فعالیت این آنزیم‌ها و مانع از دست رفتن سریع آن‌ها شد [۱۵]. از طرفی، برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که

سپس به صورت نشسته بر روی صندلی مخصوص نمونه‌گیری، با رعایت تمامی موازین بهداشتی، مورد خونگیری قرار گرفتند. در آزمایشگاه نمونه‌های خونی به مقدار ۴ میلی‌لیتر طی چهار مرحله از ناحیه ورید آرنجی گرفته شد. به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی شامل آنزیم کراتین کیناز (CK)، گلبول‌های سفید خون (WBC)، نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها؛ نمونه‌ها در لوله‌های حاوی ماده ضدانعقاد EDTA ریخته شد تا از انعقاد خون جلوگیری شود. سپس نمونه‌های خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید و سرم جدا و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری شد. CK سرم با دستگاه اتوآنالایزر آلفا کلاسیک (Auto analyzer alpha classic) ساخت کشور ایران و کیت بیونیک (Bionic) ساخت کشور ایران (دقت ۱/۴ درصد و حساسیت یک واحد بر لیتر) اندازه‌گیری شد. شمارش WBC و زبرده‌های آن، یعنی نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها با دستگاه اتوآنالایزر هماتولوژیک (Auto analyzer hematology) - BC- 3000 و کیت میندری (Mind Ray) ساخت کشور چین (دقت ۰/۰۵ درصد و حساسیت دو واحد بر لیتر) اندازه‌گیری شد.

آنالیز داده‌ها

تحلیل‌های آماری نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلیک انجام شد که با توجه به طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها، آزمون تحلیل واریانس چندعاملی آمیخته (۲×۴) بین گروهی - درون‌گروهی به کار گرفته شد و آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی تفاوت جفت میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و پیرایش ۲۵ صورت گرفت. گفتنی است که نحوه تفسیر نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته بر مبنای وجود یا عدم معناداری اثر متقابل (گروه×زمان) انجام می‌شود. به این صورت که اگر اثر متقابل معنادار بود، تنها نتایج اختلاف میانگین بین دو گروه در زمان‌های مختلف گزارش می‌گردد و در صورت عدم معناداری اثر متقابل، نتایج اثرات اصلی گروه و زمان گزارش می‌شود.

[۲۲] برای حرکات موردنظر، در سالن آمادگی جسمانی و بدنسازی حضور یافتند و توضیحات کاملی در مورد نحوه مصرف مکمل کورکومین، فعالیت قدرتی و نحوه اندازه‌گیری شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی به آن‌ها ارائه شد. خونگیری طی چهار مرحله صورت گرفت. خونگیری مرحله اول برای بررسی طبیعی‌بودن میزان کراتین‌کیناز، تعداد گلبول‌های سفید خون و زیررده‌های آن، نبود هیچ‌گونه آسیب عضلانی و التهاب قبلی و نیز عدم تفاوت معنی‌دار این شاخص‌ها بین دو گروه در شروع تحقیق، بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه انجام شد. سپس آزمودنی‌ها جلسه فعالیت قدرتی حاد دایره‌ای اول را در ۱۵ ایستگاه (مشمول بر حرکات اسکات (ایستاده)، پرس سینه (نشسته)، پرس پا (نشسته)، جلو بازو (نشسته) و سر شانه با هالتر (ایستاده))، هر ایستگاه ۳ نوبت، ۸ تا ۱۰ تکرار، ۹۰ ثانیه استراحت بین نوبت‌ها و ۵ دقیقه استراحت بین ایستگاه‌ها و در کل با شدت ۷۵ درصد IRM اجرا کردند. خونگیری مرحله دوم به فاصله یک ساعت بعد از فعالیت قدرتی حاد دایره‌ای اول صورت گرفت و پس از آن با فاصله ۴۸ ساعته از این مرحله، آزمودنی‌های گروه مکمل به مدت هشت هفته مکمل کورکومین را به صورت کپسول ژلاتینی نرم ۱۵۰ میلی‌گرمی ساخته‌شده توسط شرکت دارویی اکسیر نانو سینای ایران که از داروخانه تهیه شده بود، سه روز در هفته، هر روز دو عدد بعد از صبحانه و ناهار مصرف نمودند. گروه کنترل در این مدت دارونما مصرف می‌کردند و از مصرف مکمل کورکومین یا هرگونه مکمل یا ماده غذایی با اثر مشابه خودداری کردند. بعد از اتمام هشت هفته، ۴۸ ساعت بعد از مصرف آخرین کپسول مکمل کورکومین و دارونما، خونگیری مرحله سوم از هر دو گروه بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه و قبل از جلسه فعالیت قدرتی حاد دایره‌ای دوم انجام شد. سپس آزمودنی‌ها فعالیت قدرتی حاد دوم را انجام دادند و خونگیری مرحله چهارم بعد از تمرین انجام شد [۲۱، ۱۷] (شکل شماره ۱ و جدول شماره ۱). در طی چهار مرحله خونگیری، آزمودنی‌ها قبل از خونگیری حدود ۱۵-۱۰ دقیقه در اتاق انتظار آزمایشگاه استراحت نمودند و



شکل شماره ۱- مراحل کلی تحقیق در دو گروه تجربی و کنترل

جدول شماره ۱- پروتکل جلسه حاد قدرتی دایره‌ای در گروه‌های کنترل و تجربی و نحوه مصرف مکمل کورکومین و دارونما

فعالیت قدرتی حاد									
تمرین	هفته	جلسه در هفته	تعداد ایستگاهها (جلسه)	تعداد حرکات	نوبت‌های هر ایستگاه	شدت	تکرار	استراحت بین نوبت‌ها	استراحت بین ایستگاه‌ها
دایره‌ای	۸	۳	۵	۵	۳	۷۵٪ 1RM	۸ تا ۱۰	۹۰ ثانیه	۵ دقیقه
مصرف مکمل کورکومین و دارونما									
مقدار					نوع				
۱۵۰ میلی‌گرم کورکومین و کپسول دارونما					کپسول ژلاتینی نرم				
سه روز در هفته، هر روز دو عدد بعد از صرف صبحانه و ناهار					نحوه				

### نتایج

در این پژوهش، ۲۰ نفر (۱۰ نفر در گروه دریافت‌کننده مکمل (میانگین سنی ۲۵/۳۰±۳/۶۵ سال و شاخص توده بدنی ۲۳/۳±۹/۴۵ کیلوگرم بر مترمربع) و ۱۰ نفر در گروه کنترل (میانگین سنی ۲۶/۸۲±۴/۱۱ سال و شاخص توده بدنی ۲۴/۸۵±۲/۸۹ کیلوگرم بر مترمربع)) شرکت داشتند. نتایج آزمون شاپیروویلک نشان داد که توزیع تمام متغیرهای در نظر گرفته شده به تفکیک گروه‌ها و زمان‌های مختلف تقریباً نرمال بوده است.

جدول شماره ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته (بین‌گروهی - درون‌گروهی) جهت بررسی اثر مصرف مکمل کورکومین

متغیر	زمان گروه	قبل از شروع پروتکل تمرینی	بعد از فعالیت قدرتی حاد اول	پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین	بعد از فعالیت قدرتی حاد دوم	آزمون اثرات	
						گروه	زمان
CPK	مکمل	۱۵۱/۱۱±۵۰/۶۹	۲۱۳/۲۶±۲۰/۷۵	۱۴۶/۲۹±۹۰/۴۰	۱۶۷/۶۸±۶۰/۹۱	۰/۱۵۷	۰
	کنترل	۱۵۹/۲۲±۸۰/۶۸	۲۱۷/۳۳±۱۰/۸۰	۱۶۱/۲۱±۱۰/۴۵	۲۱۵/۲۹±۱۰/۷۵	۰/۰۵۰	۰
WBC	مکمل	۷۷۰۰/۵۵۱±۱۰۰/۴۴	۸۷۶۰/۵۶۳±۱۰۰/۰۱	۴۹۴۰/۳۹۵±۱۰۰/۶۴	۶۲۰۰/۸۳۹±۱۰۰/۱۰	۰	۰
	کنترل	۷۸۳۰/۷۸۴±۱۰۰/۴۲	۸۹۲۰/۴۹۸±۱۰۰/۵۳	۸۰۸۰/۱۰۶۲±۱۰۰/۹۶	۹۰۶۰/۵۷۲±۱۰۰/۴۰	۰	۰
Neutrophils	مکمل	۶۱/۱±۵۰/۹۰	۶۷/۲±۹۰/۰۸	۵۵/۲±۷۰/۰۶	۶۲/۱±۳۰/۷۰	۰/۱۱۷۹	۰
	کنترل	۶۱/۴±۱۰۰/۶۹	۶۷/۵±۸۰/۹۲	۶۰/۴±۳۰/۲۴	۶۶/۶±۹۰/۰۴	۰	۰
Lymphocytes	مکمل	۳۰/۷±۱۰۰/۱۵	۳۰/۲±۳۰/۴۵	۳۲/۲±۱۰۰/۳۱	۲۸/۴±۲۰/۱۸	۰/۷۲۱	۰/۰۴۷
	کنترل	۳۱/۳±۱۰۰/۳۸	۲۸/۵±۸۰/۵۹	۳۱/۱±۱۰۰/۲۵	۲۸/۱±۱۰۰/۲۵	۰	۰
Monocyte	مکمل	۳/۰±۹۰/۵۷	۴/۰±۱۰۰/۹۴	۲/۰±۷۰/۴۸	۲/۰±۸۰/۷۹	۰/۰۳۷	۰
	کنترل	۴/۰±۱۰۰/۸۱	۴/۰±۳۰/۶۷	۳/۰±۳۰/۴۸	۳/۰±۵۰/۵۳	۰	۰

اصلی گروه (بدون در نظر گرفتن اثر زمان) نشان می‌دهد که میانگین Monocyte در گروه مکمل (۳/۳۵) به‌طور معناداری کمتر از گروه کنترل (۳/۷۷) بوده است ( $P=۰/۰۳۷$ ) و همچنین معناداری اثر اصلی زمان نشان می‌دهد که میانگین Monocyte در مراحل پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین (۳/۰۰) و بعد از فعالیت قدرتی حاد دوم (۳/۱۵) به‌طور معناداری کمتر از دو مرحله قبل از شروع پروتکل تمرینی (۳/۹۵) و بعد از فعالیت قدرتی حاد اول (۴/۱۵) بوده است ( $P<۰/۰۱$ ).

### بحث

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که انجام فعالیت قدرتی حاد، موجب افزایش معنی‌دار کراتین‌کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون و زیررده‌های آن (به جز لنفوسیت) می‌شود که نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار جلسه فعالیت قدرتی

نتایج جدول شماره ۲ نشان داد که اثر متقابل گروه × زمان برای متغیرهای WBC و Neutrophils معنادار شده است ( $P<۰/۰۱$ )؛ به‌عبارتی در زمان‌های پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و بعد از فعالیت قدرتی حاد دوم، میانگین WBC و Neutrophils در گروه مکمل به‌طور معناداری کمتر از گروه کنترل بوده است ( $P<۰/۰۵$ ). در ارتباط با متغیر CPK، معناداری اثر اصلی زمان (بدون در نظر گرفتن اثر گروه) نشان می‌دهد که میانگین CPK در مرحله بعد از فعالیت قدرتی حاد دوم (۱۹۱/۳۵) به‌طور معناداری کمتر از مرحله بعد از فعالیت قدرتی حاد اول (۲۱۵/۱۵) بوده است ( $P=۰/۰۲۴$ ). در ارتباط با متغیر Lymphocytes، معناداری اثر اصلی زمان نشان می‌دهد که میانگین Lymphocytes در مرحله بعد از فعالیت قدرتی حاد دوم (۲۸/۱۰) به‌طور معناداری کمتر از مرحله پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین (۳۱/۵۰) می‌باشد ( $P=۰/۰۰۱$ ). در ارتباط با متغیر Monocyte، معناداری اثر

Lazaro و همکاران (۲۰۲۰) [۳۲]، Nicol و همکاران (۲۰۱۵) [۳۳]، Drobnic و همکاران (۲۰۱۵) [۱۹]، Huang و همکاران (۲۰۱۵) [۳۳]، و همکاران (۲۰۱۴) [۱۶]، صمدی و همکاران (۱۳۹۸) [۳۴]، محمودی و همکاران (۱۳۹۶) [۱۷] و اسلامی‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) [۳۵] همخوانی دارد. در مطالعات اندکی، عدم تأثیر مکمل کورکومین گزارش شده است؛ ولی با این وجود یافته‌های تحقیق حاضر با یافته‌های Ralf و همکاران (۲۰۱۹) [۳۶]، Basham و همکاران (۲۰۱۹) [۳۷] و نوری و همکاران (۱۳۹۵) [۱۵] همخوانی ندارد. دلایل احتمالی ناهمخوانی تحقیق حاضر با تحقیقات دیگر، دوزهای مختلف مکمل، سن و جنسیت آزمودنی‌ها، پروتکل‌های تمرینی با نوع، شدت و مدت مختلف، عدم ایجاد آسیب و التهاب عضلانی ناشی از پروتکل تمرینی، مصرف مکمل به همراه سایر مواد غذایی و مقدار ناکافی مکمل مصرفی می‌باشد. در مورد تأثیر کورکومین در فعالیت‌های طولانی‌مدت، Hewlings و همکاران (۲۰۱۷) آثار آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضدخستگی، ضدبیماری‌های قلبی - عروقی و آرتروز آن را به اثبات رسانده‌اند [۳۸]. بنانی‌فر و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که ۸ هفته تمرینات استقامتی به همراه مصرف ۸ هفته مکمل کورکومین به مقدار ۳۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به صورت ۳ روز در هفته در موش‌های صحرایی، در حفظ و افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی مؤثر می‌باشد [۳۹]. Anand و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی نشان دادند که مصرف ۹۰ میلی‌گرم کورکومین بعد از ۶۰ دقیقه راه رفتن بر روی تردمیل، از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی خون می‌تواند استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزش را کاهش دهد [۴۰]. دلیل تأثیر کورکومین در فعالیت‌های طولانی‌مدت این است که کورکومین می‌تواند هر دو نقش پیش‌اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی را ایفا کند. کورکومین بیان گونه‌های اکسیژن فعال را در سلول تحریک می‌کند که نقش مهمی در القای اثرات ضد تکثیر سلولی این ترکیب دارد. کورکومین به تیوردوکسین ردوکتاز متصل شده، این آنزیم را به NADPH oxidase تبدیل می‌کند که این ترکیب با خنثی نمودن گونه‌های اکسیژن فعال می‌تواند سلول‌های طبیعی را از آسیب‌های اکسیداتیو محافظت نماید [۴۲، ۴۱] و همچنین رادیکال‌های آزاد با دریافت پروتون از کورکومین و یا با گرفتن الکترون از این ترکیب، خنثی و غیرفعال می‌شوند و کورکومین از این طریق فعالیت آنتی‌اکسیدانی خود را اعمال می‌کند [۴۳]. دلیل

حاد در افزایش آسیب و التهاب عضلانی می‌باشد. این یافته با نتایج Hotfiel و همکاران (۲۰۱۹) [۲۳]، Walton و همکاران (۲۰۱۹) [۲۴]، Vasconcelos (۲۰۱۸) [۲۵] و پردنجانی و همکاران (۲۰۱۳) [۲۶] همخوانی دارد؛ در حالی که با یافته‌های کاخک و همکارانش (۲۰۱۶) [۲۷] همخوانی ندارد. علت احتمالی این عدم همخوانی ناشی از تفاوت جنسیت آزمودنی‌ها یا آسیب‌زانی بودن پروتکل تمرینی می‌باشد. مکانیزم‌های افزایش آنزیم کراتین‌کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون، بعد از یک جلسه فعالیت قدرتی حاد در تحقیق حاضر به این دلیل است که فعالیت قدرتی باعث آسیب بافت عضلانی و متعاقب آن شروع فرآیندهای التهابی می‌شود که در آن پاسخ‌های التهابی با انتقال مایع و هجوم برخی سلول‌های خونی (نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها) به بافت آسیب‌دیده همراه است [۲۸]. چندین نظریه برای توجیه سازوکارهای بروز آسیب عضلانی پس از تمرین پیشنهاد شده است که شامل نظریه‌های اسید لاکتیک، اسپاسم عضلانی، تخریب بافت همبند، التهاب، نشت آنزیم‌های درون عضلانی و تخریب عضلانی می‌باشد [۳]. فعالیت‌های قدرتی و شدید، منجر به پارگی تارچه‌ها، سیال شدن صفحات Z، پارگی سارکولما، جابه‌جایی اندامک‌های درون سلولی، ناپایداری غشای پلاسمایی و افزایش ترشح پروتئین‌های درون سلولی پس از تمرین می‌شود که در ساختار و عملکرد عضله اختلال ایجاد می‌کند [۲۹]. به نظر می‌رسد، در تحقیق حاضر نیز، علت افزایش آسیب و التهاب عضلانی در فوتسالیست‌ها، آسیب‌زا بودن فعالیت قدرتی حاد بوده است که منجر به ایجاد آسیب عضلانی و افزایش تعداد لکوسیت‌ها شده است؛ زیرا افزایش کراتین‌کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون با مقدار آسیب عضله اسکلتی و التهاب متناسب است که نمایانگر نسبت مستقیم میزان کراتین‌کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون با شدت و مقدار فعالیت و نسبت معکوس آن با میزان آمادگی فرد می‌باشد که در تحقیقات قبلی نیز تأیید شده است [۳۰، ۲۴، ۲۳، ۲۱]. براساس یافته‌ی اصلی تحقیق حاضر، مصرف هشت هفته مکمل کورکومین سبب کاهش کراتین‌کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها متعاقب فعالیت قدرتی حاد در فوتسالیست‌ها شد. به عبارت دیگر، مصرف هشت هفته مکمل کورکومین، سبب کاهش آسیب و التهاب عضلانی در فوتسالیست‌ها شد. این نتایج با یافته‌های Tsail و همکاران (۲۰۲۰) [۳۱]، Fernandez-



کموکاین‌ها می‌شود [۴۹]. علاوه بر این، کورکومین، تکثیر و مهاجرت لنفوسیت‌های T را مهار می‌نماید [۵۰]. در تحقیق حاضر نیز همین خواص ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی کورکومین سبب تأثیر مثبت آن در کاهش آسیب و التهاب عضلانی، متعاقب فعالیت قدرتی در فوتسالیست‌ها بوده است. همچنین، آسیب عضلانی متعاقب فعالیت قدرتی حاد دایره‌ای پس از مصرف هشت هفته مکمل کورکومین در فوتسالیست‌ها کاهش یافت؛ ولی این کاهش معنی‌دار نبود که علت احتمالی آن را می‌توان کوتاه‌بودن طول دوره مصرف مکمل و یا دوز کم مکمل کورکومین دانست. بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات دیگر، اثر مصرف طولانی‌تر مکمل و یا دوز بالاتر آن بررسی شود.

#### نتیجه‌گیری

انجام فعالیت حاد قدرتی، باعث افزایش آسیب عضلانی و واکنش التهابی می‌گردد و مصرف هشت هفته مکمل کورکومین و سازگاری طولانی‌مدت نسبت به این مکمل موجب کاهش آسیب و التهاب عضلانی می‌شود. بنابراین، با توجه به تأثیر مثبت هشت هفته مصرف مکمل کورکومین متعاقب فعالیت قدرتی حاد در کاهش شاخص‌های التهابی ناشی از فعالیت قدرتی حاد دایره‌ای به مربیان و ورزشکاران توصیه می‌شود، از این مکمل، جهت کاهش آسیب عضلانی و واکنش التهابی و همچنین داشتن بازیافت بهتر بهره‌گیرند. اما برای تأثیرگذاری آن بایستی به افزایش دوره مصرف، دوز مصرفی، فاصله مصرف آن با تمرینات و نوع تمرینات توجه کرد.

#### تشکر و قدردانی

متن مقاله نیز همچون بخش‌های این پژوهش، توسط دانشگاه علوم پزشکی اردبیل به شماره IR.ARUMS.REC.1398.147 تأیید شده است. بدین وسیله از کلیه فوتسالیست‌های شهرستان اهر که در مراحل اجرایی تحقیق حاضر شرکت کردند، تشکر و قدردانی می‌شود. هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

#### References:

- [1] Harty PS, Cottet ML, Malloy JK, Kerksick CM. Nutritional and supplementation strategies to prevent and attenuate exercise-induced muscle damage: a brief review. *J Sports Med* 2019; 5(1): 1-17.
- [2] Laoruengthana A, Poosamsai P, Fangsanau T, Supanpaiboon P, Tungkasamesanran K. The

epidemiology of sports injury during the 37<sup>th</sup> Thailand National Games 2008 in Phitsanulok. *J Med Assoc Thai* 2009; 92(Suppl 6): S204-10.- [3] Timmons BW, Tarnopolsky MA, Snider DP, Bar-Or O. Immunological changes in response to exercise: کاهش التهاب عضلانی، به دنبال مصرف مکمل کورکومین در تحقیق حاضر، احتمالاً ناشی از خواص ضد التهابی، آنتی‌اکسیدانی، تیام‌بخش زخم، فعالیت آنتی‌میکروبی و توانایی مؤثر مهارکنندگی رشته‌ای شدن پروتئین‌های مختلف می‌باشد [۹]. کورکومین با واکنش مستقیم و یا غیرمستقیم با بیش از ۳۰ پروتئین، عملکرد آن‌ها را تنظیم می‌کند [۱۲]. کورکومین، با تعداد زیادی از مولکول‌های پیام‌دهنده، مولکول‌های التهاب‌آور و پروتئین‌ها، مانند: کیناز، رداکتاز، هیستون استیل ترانسفراز، هیستون رداکتاز، گلیوکسالاژ، پروتئوزوم، زانتیون اکسیداز، اچ‌آی‌وی ایتنگراز، ساکرواندوپلاسمیک رتیکولوم، اچ‌آی‌وی پروتئاز، متیل ترانسفرازها، اسیدهای نوکلئیک و همچنین یون‌های فلزی پیوند می‌یابد [۴۴]. اثرات ضد التهابی کورکومین به خاطر خواص مهاری کورکومین روی فعالیت آنزیم هیالورونیداز می‌باشد. چسبیدن لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها به اندوتلیوم و در پی آن مهاجرت لکوسیت‌ها از طریق اندوتلیوم به داخل دیواره‌ی عروق، مراحل مشخص فرآیند التهاب هستند که کورکومین با دست‌کاری فعالیت فاکتورهای حامل مختلف، بیان آنزیم‌های التهابی، سیتوکین‌ها، مولکول‌های چسبنده و پروتئین‌های بقای سلولی را تنظیم می‌کند [۴۵]. کورکومین به‌عنوان یک عامل ضد التهابی قوی، اثرات خود را از طریق مکانیسم‌های متعددی بروز می‌دهد. کورکومین، فعال‌شدن فاکتور NF- $\kappa$ B را که القاکننده بیان محصولات ضد التهابی است، مهار می‌نماید [۴۶]. کورکومین، باعث تعدیل کاهشی بیان آنزیم‌های التهابی از قبیل سیکلو‌اکسیژناز ۲ (COX-2) و نیتریک اکساید سنتاز قابل القا (iNOS) می‌شود که در بسیاری از التهابات، ایفای نقش می‌نمایند. کورکومین، باعث مهار بیان آنزیم پیش‌التهابی دیگری به نام ۵-لیپوکسیژناز می‌گردد و نیز به جایگاه فعال این آنزیم، متصل و مانع فعالیت آن می‌شود [۴۷]. کورکومین، باعث کاهش بیان مولکول‌های متعدد چسبنده به سطح سلول می‌گردد که به واسطه‌های التهابی متصل می‌شوند [۴۸]. همچنین کورکومین، باعث کاهش بیان CRP و سایتوکاین‌های التهابی مختلف، شامل TNF- $\alpha$ , IL-8, IL-6, IL-1 و

- Influence of age, puberty, and gender. *MSSE* 2006; 38(1): 293-304.
- [4] Assumpcao Cdo, Lima Lcr, Oliveira Fbd, Greco Cc, Denadai BS. Exercise-induced muscle damage and running economy in humans. *Sci World J* 2013; 16(1): 78-89.
- [5] Jakeman Jr, Macrae R and Eston R. A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Ergonomics* 2009; 52(4): 256-60.
- [6] Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin Sports Med* 2008; 27(1): 521-18.
- [7] Hammouda O, Chtourou H, Chaouachi A, Chahed H, Ferchichi S, Kallel C, et al. Effect of short-term maximal exercise on biochemical markers of muscle damage, total antioxidant status, and homocysteine levels in football players. *Asian J Sports Med* 2012; 3(4): 239-46.
- [8] Eshghi N, Khodaparast MH, Hosseini F, Boloorian S. Comparing antioxidant efficiency of curcumin with natural and artificial antioxidants in food model system (soybean oil). *Innov Food Sci Technol* 2013; 5(1): 13 - 22.
- [9] Gupta SK, Kumar B, Nag TC, Agrawal SS, Agrawal R, Agrawal P, et al. Curcumin prevents experimental diabetic retinopathy in rats through its hypoglycemic, antioxidant, and anti-inflammatory mechanisms. *J Ocul Pharmacol* 2011; 27(2): 123- 30.
- [10] Khan IA, Abourashed EA. Leung's encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics. A John Wiley & Sons, Inc. *New York* 2010, 10(1): 604-5.
- [11] Jagetia GC, Aggarwal Bb. "Spicing up" of the immune system by curcumin. *Journal of Clinical Immunology. J Clin Immunol* 2007; 27(1): 19 - 35.
- [12] Hatcher H, Planalp R, Cho J, Toti F M, Torti SV. Curcumin: from ancient medicine to current clinical trials *Adv Exp Med Biol* 2008; 65(11): 1631-52.
- [13] Aggarwal BB, Sundaram C, Malani N, Ichikawa H. Curcumin: The Indian solid gold. *Clin Cancer Res* 2007; 595(1): 1-75.
- [14] Sharma RA, Euden SA, Platton SL, Cooke DN, Shafayat A, Hewitt HR, et al. Phase I clinical trial of oral curcumin: Biomarkers of systemic activity and compliance. *Clin Cancer Res* 2004; 10: 6847 - 54.
- [15] Noorani Pilehrood M, Namani F, Ebadi Ghahremani M. The effect of curcumin supplementation on the antioxidant enzymes in the blood of Girls basketball players after helpless activity. *Appl Findings Sports Sci* 2016; 1(1): 25-35. [in Persian]
- [16] Drobnic F, Joan R, Giovanni A, Stefano T, Federico F, Xavier V, et al. Reduction of delayed onset muscle soreness by a novel curcumin delivery system: a randomised, placebo-controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr* 2014; 11(31): 10-1186.
- [17] Mahmoudi HamidAbad S, Nakhosti Rouhie B. The effect of acute curcumin use on total antioxidant capacity and selected indicators of delayed muscle contraction after an intense extracorporeal activity session. *J Appl Exerc Physiol* 2017; 26(1): 12-22. [in Persian]
- [18] Rowsell GJ, Coutts AJ, Reaburn P, Hill-Haas S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players *J Sports Sci* 2009; 27(6): 465-73.
- [19] Nicol LM, David SR, Ruth FA, John KE. Curcumin supplementation likely attenuates delayed onset muscle soreness (DOMS). *Eur J Appl Physiol* 2015; 115(8): 1769-77.
- [20] Mark D, Murphy A, Carmichael M, Zielinski M, Groschwitz C, Brown A, et al. Curcumin effects on inflammation and performance recovery following eccentric exercise-induced muscle damage. *J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2007; 292: 2168-73.
- [21] Pourrahim Ghouroghchi A, Pahlevani M. Effects of maximal and sub-maximal resistance exercise on muscle damage, inflammation, intrinsic antioxidant in non-athlete men. *Koomesh* 2020; 22(2): 351-8. [in Persian]
- [22] Mayhew JL, Johnson BD, Lamonte MJ, Lauber D, Kemmler W. Accuracy of prediction equations for determining one repetition maximum bench press in women before and after resistance training. *J Strength Cond Res* 2008; 22(5): 1570-77.
- [23] Hotfiel T, Mayer I, Huettel M, Hoppe M, Engelhardt M, Christoph L. Accelerating Recovery from Exercise-Induced Muscle Injuries in Triathletes: Considerations for Olympic Distance Races. *J Sports* 2019; 7(1): 143.
- [24] Walton GR, Kate KJ, Mula CS, Fry BD, Jason SE. Human skeletal muscle macrophages increase following cycle training and are associated with adaptations that may facilitate growth. *Sci Rep* 2019; 9(1): 969.
- [25] Vasconcelos ES. Inflammatory response induced by resistance exercise. *MOJ Immunol* 2018; 6(4): 110-3.
- [26] Foroughi Pardanani, A, Ebrahimi M, Changizi M. The effect of a session of resistance exercise on muscle injury and delayed muscle soreness in male athlete students. *Research in Academic Sport* 2013; 8: 37-52. [in Persian]
- [27] Hosseini Kakhak SA, Eldarabadi A, Haghghi, AH, Sharifian Z. Effect of a session of resistance training with vascular obstruction and without vascular obstruction of Lactate dehydrogenase and creatine kinase serum in young girls. *Sport physiology* 2016; 30(1): 51-64. [in Persian]
- [28] Nemati Gh. Rahmani F, Mirzaei B. The effect of eccentric contraction on blood hematological changes in non-athlete young men. *Sport Physiol* 2012; 15: 71-82.
- [29] Barquilha G, Uchida M, Santos V, Moura N, Lambertucci R, Hatanaka E, et al. Characterization of the effects of one maximal repetition test on muscle



- injury and inflammation Markers. *Br J Sports Med* 2011; 41(1): 523-30.
- [30] Matos F, Eduardo B, Claudio RV. Effect of cold-water immersion on elbow flexors muscle thickness after resistance training. *J Strength Cond Res* 2017; 32(3): 1756-63.
- [31] Tsai SW, Huang CC, Hsu YJ, Chen CJ, Lee PY, Huang YH, et al. Accelerated muscle recovery after in vivo curcumin supplementation. *Natural Product Communications. J Biol Chem* 2020; 15(1): 1-9.
- [32] Fernandez-Lazaro D, Mielgo-Ayuso J, Seco Calvo J, Cordova Martínez A, Caballero García A, Fernandez-Lazaro C. Modulation of Exercise-Induced Muscle Damage, Inflammation, and Oxidative Markers by Curcumin Supplementation in a Physically Active Population: A Systematic Review. *Nutrients* 2020; 12: 501.
- [33] Huang WC, Chiu WC, Chuang HL, Tang DW, Lee ZM, Fu LW, et al. Effect of curcumin supplementation on physiological fatigue and physical performance in mice. *Nutrients* 2015; 7: 905-21.
- [34] Samadi M, Kordi N, Salehpour S, Mohajer Irvani O, Asjodi F. Effect of one and five-day curcumin consumption on muscle damage indices after an eccentric exercise session in untrained young men. *J Military Med* 2019; 21(2): 123-30. [in Persian]
- [35] Islamizadeh At, Younesian A. Investigating the effect of one week of taking curcumin supplementation after one session of resistance activity on the indicators of muscle damage, oxidative stress and delayed muscle contraction in active men. [Dissertation or Thesis] Shahroud. Faculty of Physical Education, Shahroud University 2016. [in Persian]
- [36] Jager R, Purpura M, Kerksick CM. Eight Weeks of a High Dose of Curcumin Supplementation May Attenuate Performance Decrements Following Muscle-Damaging Exercise. *Nutrients* 2019; 11: 1692.
- [37] Basham SA, Waldman HS, Krings BM, Lamberth J, Smith JW, McAllister MJ. Effect of curcumin supplementation on exercise-induced oxidative stress, inflammation, muscle damage, and muscle soreness. *J Diet Suppl* 2019; 26: 1-14.
- [38] Hewlings SJ, Kalman DS. Curcumin: A Review of Its' effects on human health. *Foods* 2017; 6: 92.
- [39] Banaifar AA, Shahkennedy H, Behbooditabrzi L. The effect of curcumin supplementation and eight weeks of endurance training on antioxidant indices of liver tissue in male rate. *Iran J Nut Sci Food Indurt* 2016; 11(4): 36-46.
- [40] Anand P, Thomas SG, Kunnumakkara AB, Sundaram C, Harikumar KB, Sung B, et al. Biological activities of curcumin and its analogues (Congeners) made by man and mother nature. *Biochem Pharmacol* 2008; 76: 1590-611.
- [41] Epstein J, Sanderson IR, MacDonald TT. Curcumin as a therapeutic agent: the evidence from in vitro, animal and human studies. *Br J Nutr* 2010; 103(11): 1545-57.
- [42] Hanai H, Iida T, Takeuchi K, Watanabe F, Maruyama Y, Andoh A, et al. Curcumin maintenance therapy for ulcerative colitis: randomized, multicenter, double-blind, placebo-controlled trial. *CGH* 2006; 4(12): 1502-6.
- [43] Sokmen M, Akram Khan M. The antioxidant activity of some curcuminoids and chalcones. *Inflammopharmacol. J Biol Chem* 2016; 24: 81-6.
- [44] Mullaicharam A, Maheswaran A, Pharmacological effects of curcumin *J Nutr Pharmacol Neurol Dis* 2012; 2: 92-9.
- [45] Barzegar A, Moosavi-Movahed A. Intracellular ROS protection efficiency and free radical-scavenging activity of curcumin. *PLoS ONE* 2011; 6(10): 26012.
- [46] Tomita M, Kawakami H, Uchihara Jn, Okudaira T, Masuda M, Takasu N, et al. Curcumin (diferuloylmethane) inhibits constitutive active NF- $\kappa$ B, leading to suppression of cell growth of human T-cell leukemia virus type I-infected T-cell lines and primary adult T-cell leukemia cells. *Int J Cancer* 2006; 118(3): 765-72.
- [47] Mirzaei H, Shakeri A, Rashidi B, Jalili A, Banikazemi Z, Sahebkar A. Phytosomal curcumin: A review of pharmacokinetic, experimental and clinical studies. *Biomed Pharmacother* 2017; 85: 102-12.
- [48] Fuller B, Dijk S, Butler P, Hoang V, Davidson B. Pro-inflammatory agents accumulate during donor liver cold preservation: a study on increased adhesion molecule expression and abrogation by curcumin in cultured endothelial cells. *Cryobiology* 2003; 46(3): 284-8.
- [49] Maithilikarpagaselvi N, Sridhar MG, Swaminathan RP, Zachariah B. Curcumin prevents inflammatory response, oxidative stress and insulin resistance in high fructose fed male Wistar rats: Potential role of serine kinases. *Chem Biol Interact* 2016; 244: 187-94.
- [50] Moohebati M, Yazdandoust S, Sahebkar A, Mazidi M, Sharghi-Shahri Z, Ferns G, et al. Investigation of the effect of short-term supplementation with curcuminoids on circulating small dense lowdensity lipoprotein concentrations in obese dyslipidemic subjects: A randomized doubleblind placebo-controlled cross-over trial. *ARYA Atherosclerosis* 2014; 10(5): 280-6.