

## تأثیر مصرف کوتاهمدت عصاره زنجبیل بر کوفتگی عضلانی تأخیری پس از یک جلسه تمرین در دختران

فرهاد دریانوش<sup>۱</sup>، خدیجه حسینزاده<sup>۲</sup>، مسعود حقیقی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۳/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۸/۷

### چکیده

کوفتگی عضلانی تأخیری، اغلب پس از تمرینات ناآشنا رخ می‌دهد و موجب دور شدن ورزشکار یا فرد مبتدی از ورزش می‌شود. دستیابی به روشی آسان و بی‌ضرر برای پیشگیری از این عارضه یا درمان آن، از دغدغه‌های مربیان و ورزشکاران است. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر مصرف کوتاهمدت عصاره زنجبیل بر کوفتگی عضلانی تأخیری پس از تمرینات برون‌گرا در دختران دانشجوی غیرورزشکار بود. به این منظور، ۴۵ دانشجوی دختر غیرورزشکار با میانگین سن ۲۰/۴۸ ± ۲۲/۰۲ سال، میانگین قد ۱۵۹/۳ ± ۵/۶۷ سانتی‌متر، میانگین وزن ۵۷/۱۴ ± ۸ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدن (BMI) ۲۲/۵۵ ± ۲/۹۹ کیلوگرم بر مترمربع از میان داوطلبان به‌عنوان نمونه انتخاب و به‌طور تصادفی به سه گروه، شامل گروه تجربی اول (مصرف زنجبیل، یک ساعت پیش از آغاز تمرین)، گروه تجربی دوم (مصرف زنجبیل بی‌درنگ پس از پایان تمرین) و گروه کنترل (دارونما) تقسیم شدند. پروتکل تمرین به شکل ۲۰ دقیقه پله زدن با شدت ۱۵ گام در دقیقه در چهار مرحله پنج دقیقه‌ای و یک دقیقه استراحت بعد از هر مرحله در نظر گرفته شد. نمونه‌های خونی، به‌منظور سنجش مقادیر اینترلوکین-۶ (IL-6) و کراتین کیناز (CK) در زمان‌های پیش از آغاز آزمون و ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از پایان آزمون اندازه‌گیری شد. علاوه بر نمونه خونی، شدت احساس درد عضلانی نیز در زمان‌های یادشده اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد در تغییرات IL-6 بین سه گروه دارونما، گروه تجربی اول و دوم تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۴). همچنین مشخص شد تفاوت معنی‌داری در تغییرات CK در بین سه گروه وجود دارد (P=۰/۰۱) و این تفاوت تنها بین گروه کنترل با گروه‌های دیگر معنی‌دار بود (P=۰/۰۳۲). از طرف دیگر مصرف زنجبیل، قبل و بعد از تمرین، هیچ تأثیر معنی‌داری بر احساس درد در عضلات نداشت (P=۰/۱۲). با توجه به یافته‌های این پژوهش شاید بتوان گفت به‌منظور جلوگیری از افزایش سطوح IL-6 و CK، مصرف زنجبیل قبل از اجرای فعالیت ورزشی (پیشگیری) نسبت به مصرف آن پس از فعالیت ورزشی (درمان) سودمند است.

**کلیدواژه‌های فارسی:** کوفتگی عضلانی تأخیری، تمرین برون‌گرا، زنجبیل، اینترلوکین شش، کراتین کیناز، درد عضلانی.

Email: daryanoosh@shirazu.ac.ir

۱. استادیار دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول)

Email: hoseinzadehk@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد دانشگاه شیراز

Email: masoud126@yahoo.com

۳. استادیار فارمکولوژی مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی

## مقدمه

کوفتگی عضلانی تأخیری<sup>۱</sup> (DOMS) اختلالی است که در هر فردی با توجه به سطح آمادگی وی و اغلب در نتیجه تمرینات برون‌گرا مانند دویدن در سراسیمی، گام برداشتن روی پله، تمرینات وزنه‌برداری و دیگر موارد مشابه اتفاق می‌افتد (۱). این تمرینات به آسیب‌دیدگی غشای سلولی منجر می‌شود و پاسخ‌های التهابی در پی دارد. DOMS در افراد معمولی و ورزشکاران مبتدی ممکن است ناشی از اجرای یک جلسه فعالیت بدنی باشد، حال آنکه در ورزشکاران نخبه یا حرفه‌ای، اغلب به دلیل افزایش ناگهانی حجم یا شدت تمرین ایجاد می‌شود (۲). راه‌های متفاوتی برای از بین بردن یا کاهش عوارض این ضایعه پیشنهاد شده است، از جمله گرما، سرما، ماساژ، تحریکات الکتریکی، دارودرمانی، اکسیژن‌درمانی و فشاردرمانی که اساس تجویز آنها بر دلایل مختلفی شامل ممانعت از شروع علائم ضایعه از جمله آنزیم‌ها، حذف زودهنگام مواد زاید پس از ورزش، کاهش درد فرد و افزایش تحمل فرد به درد است و محققان از این راه سعی در کاهش علائم ناشی از این عارضه دارند (۳). کراتین کیناز (CK) به‌عنوان یک شاخص اطمینان‌بخش از نفوذپذیری غشای عضله مطرح است، چرا که این آنزیم فقط در عضله اسکلتی و قلبی یافت می‌شود. بنابراین تخریب خطوط Z و صدمه سارکولما، انتشار آنزیم‌های محلول در عضله نظیر CK را به درون آب میان‌بافتی امکان‌پذیر می‌کند. در شرایط طبیعی، CK پلاسما حدود ۱۰۰ IU/L است. افزایش این ماده در خون ممکن است نشانه آسیب عضلانی و التهاب باشد. از طرف دیگر IL-6، پروتئین چندعملکردی است که نقش مهمی در دفاع از میزبان، فاز سریع واکنش و پاسخ‌های ایمنی ایفا می‌کند. IL-6 از سیتوکین‌هایی است که هم خاصیت ضدالتهابی و هم خاصیت التهابی دارد و نسبت به سایر سیتوکین‌ها در عضلات در پاسخ به فعالیت، بیشتر افزایش می‌یابد (۲).

پس از فعالیت‌های جسمانی شدید، احساسی از ناراحتی خاص در عضلات ورزشکاران حرفه‌ای یا مبتدی مشاهده می‌شود. شدت اختلالات در ۲۴ ساعت اول پس از تمرین افزایش پیدا می‌کند و در ۲۴-۷۲ ساعت به اوج خود می‌رسد و پس از ۷-۵ روز کاهش می‌یابد (۳). حساسیت تجربه‌شده از این صدمه ممکن است از خشکی ملایم عضله که در طول فعالیت‌های منظم به‌صورت مداوم ظاهر می‌شود تا دردهای شدید که حرکت را محدود می‌کند، متفاوت باشد. این درد طبیعی که در طول ورزش اتفاق می‌افتد، احتمالاً از طریق فشار مکانیکی روی گیرنده‌های حساس به فشار اعمال شده و سبب تولید مواد شیمیایی مختلف مانند برادی‌کینین، سروتونین، پتاسیم، هیستامین، ماده P، یون

هیدروژن، پروستاگلاندین‌ها و آدنوزین که نشانه درد هستند (۴). با اینکه DOMS بسیار فراگیر است، روش ثابت و دقیقی برای درمان آن پیشنهاد نشده است (۵). صدمات عضلات اسکلتی که در اثر انقباض پدید می‌آید و به التهاب، کوفتگی و اختلال در عملکرد منجر می‌شود، اغلب با داروهای ضدالتهاب (مانند ایبوپروفن) یا ضد درد (مانند استامینوفن) درمان می‌شود. بر پایه تحقیقات در مورد مصرف داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی در درمان DOMS، استفاده مکرر از این داروها به تخریب دیواره موکوسی معده، روده و همچنین افزایش خطر بیماری‌های قلبی و عروقی منجر می‌شود. به همین دلیل در بین محققان استفاده از واسطه‌های ضدالتهابی طبیعی، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. مکمل‌های غذایی با این اعتقاد که استفاده از آنها پیش یا پس از تمرین ممکن است آثار پیشگیری یا درمانی داشته باشد، بسیار رواج یافته‌اند (۶). یکی از این مکمل‌ها را می‌توان زنجبیل دانست. زنجبیل ریشه گیاه تازه یا خشک‌شده *Zingiber officinale* است (۷، ۳). گرد یا پودر زنجبیل در درمان آنفلوآنزا و تحریک اشتها، یا به‌عنوان ماده ضدالتهابی در درمان سردرد میگرنی به کار می‌رود (۱۰-۸، ۳). ترکیبات زنجبیل مثل هر گیاه دیگر بسیار پیچیده و شامل مواد مختلفی نظیر کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب آزاد، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، فیتواسترول‌ها، ویتامین‌ها مانند نیاسین (۸)، اجزای ویتامین C (اسید فولیک، اینوسیتول، کولین و پنتونیک اسید)، ویتامین‌های B<sub>3</sub> و B<sub>6</sub> و مواد ضروری مانند کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم است (۱۱). این ادویه به‌عنوان آنتی‌اکسیدان و هم برای کاهش دردهای ناشی از آرتروز استفاده می‌شود. ۶-شوگالول (۱) -۴-هیدروکسی-۳-متوکسی-۴-دسن-۱) یکی دیگر از ترکیبات مهم، در زنجبیل است. گزارش شده است این ماده تأثیرات تبر و ضد درد و نیز تأثیرات مهارکننده فعالیت لیپوکسیژناز دارد که خاصیت ضدالتهابی به پودر زنجبیل می‌دهد (۱۲). عصاره زنجبیل دارای خواص آنتی‌اکسیدانی است و سبب برداشته شدن آنیون سوپراکسید و رادیکال‌های هیدروکسیل می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌های اصلی زنجبیل شامل جینجرول، شوگالول، زینجرون<sup>۱</sup> و تعدادی مشتقات کتونی فنولیکی است که در آزمایشگاه معلوم شده فعالیت‌های فارماکولوژیکی و فیزیولوژیکی زیادی مانند ضدالتهابی، ضد دردی، آنتی‌کارسینوژنیک<sup>۲</sup> و تأثیرات کاردینوتونیک<sup>۳</sup> دارد. همچنین زنجبیل موجب کاهش سطوح گلوتامات اگزالواستات ترانس آمیناز (GOT) سرم و گلوتامات پیرووات ترانس آمیناز (GPT) می‌شود (۱۳). زنجبیل با کاهش مالون‌دی‌آلدهید<sup>۴</sup> (MDA) و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پلاسما، سبب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و رادیکال‌های آزاد می‌شود. مالون‌دی‌آلدهید مهم‌ترین نشانه

1. Zingeron
2. Anticarcinogenic
3. Cardinotonic
4. Malondialdehyde

پراکسیداسیون لیپید است. خاصیت آنتی‌اکسیدانی زنجبیل و حذف کردن آنیون سوپر اکسید و رادیکال‌های هیدروکسیل را محققان مختلف تأیید کرده‌اند. بنابراین تأثیر ضدالتهابی زنجبیل ممکن است ناشی از کاهش شکل‌گیری پروستاگلاندین‌ها و لکوترین‌ها باشد (۱۴). همچنین معلوم شده که زنجبیل می‌تواند متابولیسم اسید آراشیدونیک را مهار کند و از این طریق خاصیت ضدالتهابی دارد. یکی از سازوکارهای التهاب، اکسیژن‌دار شدن زیاد اسید آراشیدونیک است که به‌وسیلهٔ سیکلواکسیژناز و ۵-لیپواکسیژناز متابولیزه شده و به پروستاگلاندین  $E_2$  و لکوترین  $B_4$  منجر می‌شود که دو واسطهٔ التهاب هستند. زنجبیل حاوی مواد شیمیایی است که پتانسیل ضدالتهابی دارند و این آثار ممکن است ناشی از تأثیر جینجرول‌ها، شوگاول‌ها، دی‌آریل‌هپتانوئیدها و دی‌آلدهیددی‌ترپن‌ها باشد که پروستاگلاندین‌های التهابی را مهار می‌کنند (۱۵).

دربارهٔ فعالیت‌های ورزشی، مصرف مکمل‌های طبیعی و التهاب، تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. بلک<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) تأثیرات کوتاه‌مدت مصرف ۲ گرم زنجبیل خوراکی بر درد عضلانی، التهاب و ناتوانی ناشی از تمرینات برون‌گرا را بررسی کردند. در این تحقیق ۲۸ فرد بزرگسال (۱۵ زن، ۱۳ مرد)، ۲۴ حرکت برون‌گرا را در عضلات خم‌کنندهٔ آرنج (در دست غیربرتر) انجام دادند. در یک طرح مقطعی دوسوکور، افراد زنجبیل یا پلاسبو را ۲۴ (۱۵ پلاسبو، ۱۳ زنجبیل) و ۴۸ ساعت (۱۳ پلاسبو، ۱۵ زنجبیل) پس از تمرین مصرف کردند. شدت درد (با مقیاس VAS)، حجم بازو (با مقدار جابه‌جایی آب) و دامنهٔ حرکتی (با استفاده از گونیامتر) قبل و ۴۵ دقیقه پس از خوردن زنجبیل یا پلاسبو، ارزیابی شد. نتایج نشان داد همهٔ افراد تحت تأثیر منفی تمرینات برون‌گرا قرار گرفتند و به‌طور متوسط دچار درد بازو، ناتوانی حرکتی (۱۴ درصد کاهش در دامنهٔ حرکتی مفصل) و نیز افزایش حجم عضله شدند. همچنین مشخص شد خوردن زنجبیل سبب هیچ تفاوت معنی‌داری در شدت درد، حجم بازو و دامنهٔ حرکتی نمی‌شود (۱۶). همچنین ادیت<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) استفاده از تردمیل را به‌مدت یک هفته در دوندگان فوق‌ماراتن بررسی کردند و متوجه شدند این داروها نمی‌تواند مانع افزایش IL-6 شود (۱۷). در تحقیقی دیگر نیز استاندلی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۰) مصرف دوز زیادی از روغن ماهی را به‌مدت ۶۵ روز در آزمودنی‌ها بررسی کردند و دریافتند که پس از انقباضات فلکسورهای زانو، مصرف روغن ماهی سبب تغییرات معنی‌داری در سطوح IL-6 نمی‌شود (۱۸).

از آنجا که احساس درد و ناراحتی ممکن است به اجرای تمرینات آسیب برساند، جلوگیری و

- 
1. Black
  2. Edith
  3. Standley

درمان DOMS یکی از دغدغه‌های مربیان، ورزشکاران و درمانگران است. با توجه به این موضوع هدف محققان این است که مشخص کنند آیا مصرف زنجبیل قبل (پیشگیری) یا بلافاصله بعد از اجرای آزمون (درمانی) می‌تواند موجب پیشگیری یا کاهش علائم DOMS شود یا خیر؟

### روش‌شناسی پژوهش

در ابتدا برای آزمودنی‌ها (دانشجویان دختر غیرورزشکار) روند اجرای پژوهش (نوع برنامه‌تمرینی، زمان‌های نمونه‌گیری خون و نتایج احتمالی) به‌طور کامل توضیح داده شد که برخی افراد بعد از آن انصراف دادند، اما در نهایت ۴۸ نفر رضایت خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند که ۳ نفر از این عده که دارو استفاده می‌کردند، کنار گذاشته شدند. مشخصات فیزیولوژیکی افراد در جدول ۱ آمده است. افراد به‌صورت تصادفی به سه گروه شامل دو گروه تجربی (گروه تجربی اول: مصرف زنجبیل یک ساعت پیش از آزمون ( $n=15$ ), گروه تجربی دوم: مصرف زنجبیل بلافاصله پس از آزمون ( $n=15$ )) و یک گروه کنترل (دارونما،  $n=15$ ) تقسیم شدند. مقدار مصرف زنجبیل آزمودنی‌ها برابر با ۲ گرم پودر خشک (معادل ۶۰ میلی‌گرم عصاره) بود. آزمودنی‌ها کپسول زنجبیل یا دارونما را با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب می‌خوردند (۱۹). به‌منظور کنترل برنامه غذایی سعی شد آزمودنی‌ها از خوابگاه دانشجویی انتخاب شوند و از آنان خواسته شد در ۴۸ ساعت قبل و بعد از آزمون، برنامه تمرینی خاصی نداشته باشند و غیر از برنامه غذایی دانشگاه، غذای دیگری را مصرف نکنند؛ هرچند ممکن است برخی افراد این توصیه را رعایت نکرده باشند. کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی برنامه تمرینی همراه با نمونه‌گیری خونی را تأیید کرد. نمونه‌های خونی در حالت ناشتا فقط از ساعت ۹ تا ۱۱ صبح گرفته شد. روش تحقیق در این پژوهش به‌صورت نیمه‌تجربی و دوسوکور بود و چگونگی توزیع کپسول بین آزمودنی‌ها تا پایان پردازش داده‌های آماری نزد پزشک ناظر بر آزمون محفوظ ماند و سپس رمزگشایی شد. از آنجا که تمامی آزمودنی‌ها (در هر سه گروه) قبل و بعد از اجرای آزمون ورزشی برون‌گرا، دارو یا شبه‌دارو مصرف کردند، در جدول ۲ زمان مصرف زنجبیل و شبه‌دارو در هر سه گروه آمده است. برای اجرای برنامه تمرینی، هر آزمودنی در مقابل پله‌ای به ارتفاع ۴۶ سانتی‌متر قرار گرفت. ضرباهنگ مترونوم روی ۶۰ و ۴/۴ تنظیم شد. برنامه به شکل ۲۰ دقیقه پله زدن با شدت ۱۵ گام در دقیقه و با فواصل ۵ دقیقه‌ای به اجرا درآمد و بین هر مرحله پنج دقیقه‌ای، یک دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد با شنیدن صدای هر بوق مترونوم، ابتدا پای راست و سپس پای چپ را روی سکو بگذارند و بعد از آن پای راست و سپس پای چپ را پایین بیاورند (۲۰). در این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر

مصرف زنجبیل و فعالیت ورزشی بر مقادیر IL-6 و CK، نمونه‌گیری در چهار مرحله (قبل از آزمون، ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون) به عمل آمد و هر بار ۵ سی‌سی خون از سیاهرگ بازویی گرفته شد. برای جلوگیری از تغییر ترکیبات خون، سرم‌گیری با دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه در محل اجرای آزمون، صورت گرفت. برای اندازه‌گیری شدت درد و کوفتگی عضلانی ناشی از تمرین، از آزمودنی‌ها خواسته شد که با استفاده از مقیاس دیداری VAS<sup>۱</sup> شدت درد خود را بیان کنند. این مقیاس به صورت خط‌کشی ۱۰۰ میلی‌متری است که از عدد صفر به معنی بدون درد تا عدد ۱۰۰ به معنی حداکثر درد مدرج شده است (۲۲، ۲۱). مقیاس اندازه‌گیری دیداری VAS مقیاس ساده‌ای است که آزمودنی آن را اعلام می‌کند و مفید بودن آن در رشته‌های مختلف ورزشی ثابت شده است (۲۱). ساختار ساده، مختصر و نیز تکرارپذیری این مقیاس موجب شده که برای هر گروه آزمودنی مناسب و کاربردی باشد (۲۲). در واقع VAS عددی است که فرد شدت درد خود را با آن ابراز می‌کند و در مطالعات بالینی و تجربی کاربرد دارد. در این مقیاس یک خط افقی مدرج ۱۰۰ میلی‌متری رسم می‌شود که در ابتدای آن عبارت «بدون درد» و در انتهای آن عبارت «درد بسیار شدید» نوشته شده است. بیمار شدت دردی را که احساس می‌کند روی خط رسم می‌کند (۲۱). از آزمودنی‌ها خواسته شد با حرکت دادن و کشش عضله مورد نظر، مقداری را که درد و کوفتگی آنها را به بهترین شکل نشان می‌دهد، گزارش کنند (۱۹). همچنین از آنان خواسته شد با کمک محقق، عضله مورد نظر را به آرامی تحت کشش قرار دهند و عددی را که بهترین توصیف را از احساس درد و کوفتگی آنها نشان می‌دهد، گزارش کنند (۲۳). این ارزیابی نیز قبل از اجرای آزمون و ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت ورزشی انجام گرفت. IL-6 به روش آزمایشگاهی الیزا اندازه‌گیری و در دستگاه الیزا ریدر ساخت شرکت داینکس<sup>۲</sup> آمریکا مدل Opsy MR خوانده شد. مقدار کراتین کیناز سرم به روش اتو آنالایزر با دستگاه اتوآنالایزر شیمی، هیتاچی (Hitachi 717)، ساخت شرکت روشه<sup>۳</sup> آلمان و به صورت تمام اتوماتیک اندازه‌گیری و تفسیر شد. در این پژوهش به منظور تعیین میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و برای مقایسه درون‌گروه‌ها و بین‌گروه‌ها در زمان‌های مختلف از آزمون تحلیل واریانس تعاملی استفاده شد. سطح معنی‌داری مورد قبول آزمون  $p < 0/05$  در نظر گرفته شد.

- 
1. Visual Analog Scale
  2. Dynex
  3. Roche

### یافته‌های پژوهش

در ابتدا مشخص شد که تفاوت معنی‌داری در پیش‌آزمون گروه‌ها در تغییرات اینترلوکین-۶ و کراتین کیناز وجود ندارد. نتایج نشان داد تغییرات اینترلوکین-۶ در بین سه گروه دارونما، گروه مصرف زنجبیل یک ساعت قبل از تمرین و گروه مصرف زنجبیل بلافاصله پس از تمرین، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P=0/04$ ). آزمون تعقیبی نشان داد گروه تجربی دوم با گروه‌های تجربی اول ( $P=0/02$ ) و شبه‌دارو ( $P=0/041$ ) تفاوت معنی‌داری دارد. در تغییرات درون‌گروهی مشخص شد که در گروه تجربی اول تنها ۲۴ ساعت پس از اجرای آزمون تغییرات IL-6 معنی‌دار بود ( $P=0/03$ ). همچنین در گروه تجربی دوم یک‌ساعت ( $P=0/02$ )، ۲۴ ( $P=0/04$ ) و ۴۸ ساعت پس از تمرین تغییرات معنی‌دار روی می‌دهد (نمودار ۱). نمودار ۲ نشان می‌دهد تغییرات کراتین فسفوکیناز در سه گروه معنی‌دار است ( $P=0/01$ ) و آزمون تعقیبی نشان داد تنها بین گروه کنترل با گروه‌های دیگر تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P=0/032$ ). در گروه تجربی اول پس از ۲۴ ساعت افزایش معنی‌دار ( $P=0/02$ ) و پس از ۴۸ ساعت کاهش معنی‌دار ( $P=0/03$ )، در گروه تجربی دوم فقط پس از ۲۴ ساعت افزایش معنی‌دار ( $P=0/02$ ) و در گروه شبه‌دارو، یک‌ساعت پس از تمرین افزایش معنی‌دار ( $P=0/03$ ) صورت گرفت (نمودار ۲) (افزایش CK در گروه کنترل ممکن است از نشانه‌های ایجاد کوفتگی در افراد باشد). همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، مصرف زنجبیل قبل و بعد از تمرین سبب تغییرات معنی‌دار در احساس درد در عضلات مختلف نشد ( $P=0/12$ ) (جدول ۳).

### بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان داد تفاوت معنی‌داری در تغییرات اینترلوکین-۶ بین سه گروه دارونما، گروه مصرف زنجبیل یک ساعت قبل از تمرین (تجربی اول) و گروه مصرف زنجبیل بلافاصله پس از تمرین (تجربی دوم) وجود دارد. همچنین بیان شد بین گروه تجربی دوم و گروه‌های تجربی اول و شبه‌دارو تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود. IL-6 از اولین سایتوکین‌هایی است که در پاسخ به ورزش و التهاب در خون ظاهر می‌شود که به‌طور واضحی در پلاسما افزایش می‌یابد و به شدت، مدت، توده عضلانی درگیر در ورزش و سطح آمادگی افراد بستگی دارد و مقدار طبیعی آن ۵-۰ پیکوگرم در میلی‌لیتر است (۲۴، ۱۸). احتمالاً سازوکار درگیر مربوط به این موضوع است که ورزش شدید سبب رهاسازی سایتوکین‌های پیش‌التهابی می‌شود و این سایتوکین‌ها خود سبب تولید سایتوکین‌های ضد التهابی مانند IL-2، IL-6 و IL-10 می‌شود (۲۵). به‌نظر می‌رسد تمرینات کوتاه‌مدت یا تمرینات متوسط، سطوح IL-6 را چندان تغییر

نمی‌دهد (۲۵)، درحالی‌که بر پایه برخی تحقیقات، تمرینات مقاومتی شدید برون‌گرا که بر توده‌های بزرگ عضلانی تمرکز دارند (حتی در یک جلسه تمرینی)، افزایش معنی‌داری در مقادیر IL-6 نشان داده‌اند (۲). بنابراین در تحقیق حاضر علت انتخاب پروتکل تمرینی، درگیر ساختن عضلات بزرگ بدن (چهارسر ران) بود. در ضمن نشان داده شده است که این پروتکل و پروتکل‌های مشابه، موجب تغییر مقدار آنزیم‌های خون و کوفتگی عضلانی تأخیری می‌شود (۲۸-۲۶). تاکنون تحقیقات مختلفی تأثیر عواملی مانند داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی، روغن ماهی، زردچوبه، و مکمل‌های مختلف را به کوفتگی عضلانی تأخیری و تأثیر آن را بر IL-6 بررسی کرده‌اند، اما بیشتر آنها تغییری را در مقادیر اینترلوکین-۶ بر اثر مصرف مکمل گزارش نکرده‌اند. در تحقیقی آرت<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۰) عصاره چای سبز را به مدت ۹ روز به آزمودنی‌ها تجویز و مشاهده کردند. پس از آزمون وینگیت، مقدار IL-6 افزایش یافت، اما چای سبز تأثیری بر آن نداشت. آنها این‌گونه نتیجه گرفتند که شدت پروتکل مورد استفاده ممکن است مانع بروز خاصیت ضدالتهابی عصاره چای سبز شده باشد یا شاید این اثر در زمان طولانی‌تری پس از ریکاوری که محقق اندازه‌گیری نکرده، نمایان شود (۲۹). تحقیقات محدودی در زمینه مصرف زنجبیل همراه با فعالیت ورزشی بر التهاب صورت گرفته است. یکی از نکات مهم در چنین پژوهش‌هایی مقدار مصرف زنجبیل است. با توجه به تحقیقات مختلف (۳۱، ۳۰، ۱۶، ۳)، در تحقیق حاضر، مقدار ۲ گرم پودر خشک معادل ۶۰ میلی‌گرم عصاره در نظر گرفته شد، چرا که محققان بیان می‌کنند که مصرف ۱ تا ۲ گرم پودر زنجبیل تأثیر کافی بر دستگاه عصبی مرکزی دارد (۱۶). از طرف دیگر، به دلیل تفاوت در زمان پاک شدن IL-6 و CK از محیط، تصمیم گرفته شد که غلظت‌های این شاخص‌ها در زمان‌های ذکر شده اندازه‌گیری شود، زیرا محققان نسبت به ۱ ساعت (زمان اوج IL-6) و ۲۴ ساعت (زمان اوج CK) اتفاق نظر دارند (۳۳، ۳۲، ۲۵). در تحقیق حاضر با مقایسه تغییرات میانگین IL-6 بین گروه‌های تحقیقی از زمان پیش‌آزمون به زمان‌های ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون، تقریباً روند مشابهی در گروه کنترل و تجربی اول مشاهده می‌شود، اما در گروه تجربی دوم تغییرات متفاوت است. در گروه کنترل مقدار IL-6 از پیش‌آزمون تا ۲۴ ساعت پس از آزمون کاهش می‌یابد (۱۱/۹۱- درصد)، اما پس از آن نسبت به مقادیر پایه ۴/۵۲ درصد افزایش می‌یابد. در گروه تجربی اول نیز تقریباً روند مشابهی طی می‌شود، اما با وجود شباهت بین این دو گروه (کنترل و تجربی اول) آزمون‌های تعقیبی نشان داد بین این دو گروه تفاوت معنی‌داری در زمان‌های ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین مشاهده می‌شود و با توجه به عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار در پیش‌آزمون دو گروه، مشخص می‌شود که



پایین‌تر بودن سطح IL-6 در گروه تجربی اول ممکن است به دلیل مصرف زنجبیل قبل از تمرین باشد. همچنین در گروه تجربی دوم، یک ساعت پس از آزمون افزایش (۸۰ درصد) در مقدار میانگین IL-6 صورت می‌گیرد (در اینجا باید به این نکته توجه داشت که شاید دلیل افزایش اولیه، طعم زنجبیل باشد که سبب ایجاد چنین واکنشی می‌شود)، هر چند این روند تا پایان ۴۸ ساعت پس از تمرین رو به کاهش می‌گذارد (۸۲- درصد). با توجه به معنی‌دار شدن تغییرات IL-6 بین گروه‌های تجربی اول و دوم، شاید بتوان زمان مصرف زنجبیل را عامل مهمی در بروز اثر مهاری آن بر التهاب دانست. در همین زمینه، بلک و اوکانر<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) تحقیقی با عنوان تأثیر مصرف زنجبیل در دوچرخه‌سواران روی درد عضلانی چهارسر ران آنان انجام دادند. ۲۵ آزمودنی زن و مرد به دو گروه مصرف زنجبیل (۲ گرم) و پلاسبو تقسیم شدند. آزمودنی‌ها مکمل را ۳۰ دقیقه قبل از دوچرخه‌سواری مصرف کردند و سپس با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی تا ۳۰ دقیقه رکاب زدند. ۳۰ دقیقه پس از تمرین IL-6، ضربان قلب و اکسیژن مصرفی اندازه‌گیری شد. گروه مکمل زنجبیل در مقایسه با گروهی که دارونما مصرف کرده بودند، در متغیرهای وابسته تحقیق از لحاظ بالینی و آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. این محققان بیان داشتند که شاید دلیل عدم تفاوت این باشد که هیچ‌گونه کوفتگی در اثر این تمرین اتفاق نیفتاده است (۱۹). بلک و اوکانر (۲۰۰۹) در تحقیق دیگر با عنوان «زنجبیل موجب کاهش درد ناشی از تمرینات برون‌گرا می‌شود»، تأثیر مصرف ۲ گرم زنجبیل خام یا گرمادیده به مدت ۱۱ روز را در دو گروه ۳۴ و ۴۰ نفری (افراد مسن) بررسی کردند. طی ۳ روز پس از تمرینات برون‌گرای آرنج، شدت درد، IL-6، پروستاگلاندین E<sub>2</sub> پلاسما، حجم بازو، دامنه حرکتی و قدرت ایزومتریک شرکت‌کنندگان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد ۲۴ ساعت پس از تمرین برون‌گرا کاهش معنی‌داری تنها در شدت درد و اینترلوکین-۶ در مقایسه با گروه پلاسبو مشاهده می‌شود. نتایج تحقیق اخیر و تحقیق حاضر نشان می‌دهد شاید در زمانی که کوفتگی اتفاق می‌افتد، مصرف زنجبیل قبل از فعالیت، یا مصرف مداوم آن در چند روز مؤثر واقع شده و مانع افزایش اینترلوکین-۶ می‌شود. از این‌رو محقق نتیجه‌گیری کرد که شاید دوز پیش‌گیرنده (مصرف زنجبیل قبل از فعالیت)، نسبت به دوز درمانی (مصرف زنجبیل پس از فعالیت) مانع افزایش IL-6 می‌شود (۳۴).

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در تغییرات کراتین فسفوکیناز در بین سه گروه مشاهده می‌شود و این تفاوت بین گروه کنترل با گروه‌های دیگر است. در شرایط طبیعی، کراتین فسفوکیناز وارد فضای خارج سلولی نمی‌شود، مگر آنکه آسیبی به

سارکولما رسیده باشد. تغییرات در CK با توجه به توده عضلانی، شدت، مدت و حجم تمرین و حد آشنایی آزمودنی با تمرینات برون‌گرا، متفاوت است. دامنه طبیعی این آنزیم برای مردان ۳۸ تا U/L۱۷۴ و برای زنان ۹۶ تا U/L۱۴۰ است (۱۴). محققان معمولاً CPK را شاخصی قوی در تعیین آسیب‌دیدگی عضله می‌دانند (۱۰). در تحقیقی، تأثیر دو نوع فعالیت درون‌گرا و برون‌گرا را بر برخی عوامل ضدالتهابی بررسی کردند و دریافتند ارتباط معنی‌داری بین افزایش IL-6 و آسیب‌دیدگی عضله (افزایش سطح آنزیم کراتین‌کیناز) وجود دارد و پس از ورزش برون‌گرا سطوح CPK و IL-6 بیشتر افزایش می‌یابد. ارتباط معنی‌داری نیز بین اوج IL-6 و اوج کراتین‌کیناز در روزهای بعد از ورزش مشاهده شد (۳۳). در پژوهشی دیگر مشخص شد اجرای سه نوبت برنامه تمرینی ۹۰ دقیقه‌ای همراه با مصرف مکمل کربوهیدرات سبب کاهش معنی‌دار در نوبت‌های دوم و سوم می‌شود. اما در نوبت اول تغییری مشاهده نمی‌شود. تحقیق اخیر بیان می‌کند مدت و مسافت تمرین، عامل اصلی در این تغییرات است (۲۴). همچنین مشخص شد مقدار CPK تحت تأثیر مسافت دویدن است، چرا که مقدار این آنزیم در خون پس از پایان ۲۰۰ کیلومتر ۳۵ برابر شد و تا ۵ روز به همین حالت باقی ماند. اما پس از دو ماراتن (۴۲/۱۹۵ کیلومتر) مقدار آن فقط چهار برابر شد (۱۴). وسعت و دامنه آسیب‌دیدگی در فعالیت‌های ورزشی به عوامل مختلفی از جمله مدت، شدت، نوع ورزش، جنس و سطح آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد. در تحقیق حاضر نیز مشاهده می‌شود که تا ۲۴ ساعت پس از آزمون در آزمودنی‌هایی که توانسته بودند آزمون را تا مدت زمان بیشتری ادامه دهند، مقدار کراتین‌کیناز افزایش بیشتری یافت. در اکثر تحقیقاتی که با مدل‌های تمرینات برون‌گرا از جمله پروتکل فلکشن زانو، پروتکل پله زدن و پروتکل دویدن روی سطح تردمیل با شیب منفی انجام گرفته، افزایش CK مشاهده شده است (۳۶، ۳۵، ۲۹، ۵). توکماکیدیس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر مصرف ایبوپروفن را پس از انقباضات عضلات همسترینگ بر CK و شدت کوفتگی عضلانی تأخیری بررسی کردند و دریافتند در گروه مصرف‌کننده ایبوپروفن کاهش معنی‌داری در مقدار CK رخ می‌دهد. آنان نتیجه گرفتند مصرف ۴۰۰ میلی‌گرم ایبوپروفن دوز مناسبی است که می‌تواند موجب کاهش آسیب‌دیدگی عضلانی شود (۳۷). یکی از محدود تحقیقاتی که در زمینه تأثیر مصرف زنجبیل بر کراتین‌کیناز صورت گرفته، پژوهش لیبرت<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) است که تأثیر عصاره زنجبیل روی پاسخ‌های فیزیولوژیکی به ورزش و شاخص‌های التهابی در اسب‌ها

---

1. Tokmakidis

2. Liburt

را بررسی کردند. در این تحقیق ۹ مادیان، ۳۰ گرم عصاره زنجبیل را یک ساعت پیش از یک تمرین سه‌مرحله‌ای مصرف کردند. نمونه خون بعد از هر مرحله تمرین و در زمان‌های ۲، ۵ و ۳۰ دقیقه و ۱، ۲، ۴ و ۲۴ ساعت پس از تمرین برای سنجش غلظت پروتئین توتال پلاسما، هماتوکریت، CK، IL-6، و آسپارات آمینوترانسفراز گرفته شد. مقادیر CK، ۴ ساعت پس از تمرین افزایش یافت و پس از ۲۴ ساعت به سطوح اولیه بازگشت. همچنین مشخص شد در گروه تجربی، مصرف زنجبیل تأثیری بر این روند ندارد (۳۸). در تحقیق حاضر مشخص شد تغییرات میانگین CK در گروه‌های تحقیقی از زمان پیش از آزمون به زمان‌های ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون با وجود شیب‌های متفاوت روند مشابهی را طی می‌کند، چنانچه یک ساعت پس از آزمون افزایش ۹۸ درصدی در گروه کنترل، افزایش ۳۱ درصدی در گروه تجربی اول و افزایش ۳۲ درصدی در گروه تجربی دوم، مشاهده شد. بنابراین با توجه به افزایش کمتر در گروه‌های تجربی می‌توان گفت مصرف زنجبیل مانع افزایش بیش از حد CK می‌شود. همچنین مشخص شد پس از ۲۴ ساعت مقدار CK در هر سه گروه به اوج خود می‌رسد، اما در این زمان (۲۴ ساعت پس از تمرین) کمترین افزایش CK (همانند IL-6) در گروه تجربی اول نسبت به دو گروه دیگر صورت گرفت. همچنین مهم‌ترین تفاوت دو گروه تجربی، در زمان‌های ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از تمرین است، چرا که کاهش معنی‌داری در گروه تجربی اول اتفاق افتاد. از این رو محقق مجدداً اظهار می‌کند که احتمالاً مصرف زنجبیل، سبب کاهش مقدار CK می‌شود و شاید بتوان به‌منظور برگشت سریع‌تر به حالت اولیه (پس از ۴۸ ساعت) مصرف زنجبیل را قبل از تمرین توصیه کرد.

از طرف دیگر یافته‌ها نشان داد مصرف زنجبیل یک ساعت پیش و بلافاصله پس از تمرین نمی‌تواند تأثیر معنی‌داری بر تغییرات شدت احساس درد داشته باشد. همچنین در بین گروه‌ها، در مقدار این تغییرات تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اگرچه سازوکارهای اصلی درگیر در DOMS هنوز به‌طور دقیق مشخص نیست، بیان شده است که کوفتگی عضلانی با توالی رخدادهایی که پس از آسیب مکانیکی اولیه رخ می‌دهد، مرتبط است (۳۹). به‌دنبال آسیب مکانیکی اولیه، افزایش کلسیم درون سلولی موجب مهار تنفس سلولی و فعال شدن مسیرهای تخریب خطوط Z، تروپونین و تروپومیوزین می‌شود و این خود به تحریک پاسخ التهابی (افزایش نوتروفی‌ها) می‌انجامد. جمع شدن مواد ناشی از تخریب ساختارهای سلولی در طول ۱۲-۶ ساعت بعد از فعالیت، موجب هجوم منوسیت‌ها به موضع می‌شود، که خود به ماکروفاژها تبدیل می‌شوند و با ادم و تورم بعدی مشخص می‌شود (۴۰). وجود ماکروفاژها در محل آسیب‌دیدگی که در آسیب‌های حاد و اغلب پس از تمرینات برون‌گرا دیده می‌شود، موجب بیوسنتز پروستاگلاندین‌ها

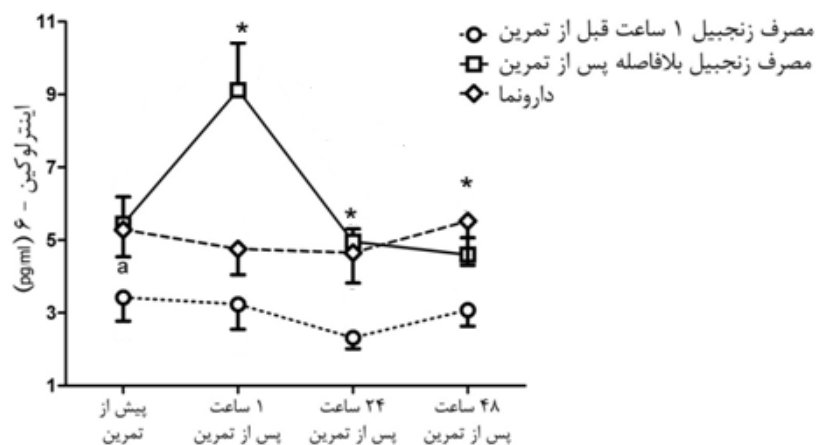
و تحریک اعصاب مربوط به درد می‌شود (۴۰). در پژوهش بلک و اوکانر (۲۰۰۸) شدت احساس درد با استفاده از تک دوز مصرفی ۲ گرم زنجبیل، ۳۰ دقیقه قبل از رکاب زدن روی دوچرخه ارگومتر بین دو گروه تجربی و دارونما تغییر معنی‌داری نداشت. به گفته این محققان ممکن است این مقدار زنجبیل برای اثرگذاری روی گیرنده‌های درد کم باشد یا اینکه ۳۰ دقیقه زمان برای تأثیر زنجبیل بر دستگاه عصبی کافی نباشد (۱۹). نتیجه حاصل در این تحقیق با یافته تحقیق حاضر در این زمینه همسوست، اما با توجه به اینکه در تحقیق حاضر زمان متفاوت مصرف زنجبیل (قبل و بعد از اجرای آزمون) و زمان متفاوت اندازه‌گیری درد (۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت) مورد نظر قرار گرفته است، احتمال دخیل بودن سازوکارهای متفاوت در پاسخ آزمودنی‌ها به درد بسیار زیاد است. مدت زمان مصرف زنجبیل نکته‌ای بسیار مهم است، چرا که در نتایج تحقیقی مشخص شد احساس درد در گروه مصرف زنجبیل نسبت به گروه دارونما کمتر بوده است (۳۴). همسو نبودن این نتیجه با یافته تحقیق حاضر ممکن است به دلیل دوره زمانی مصرف زنجبیل باشد که در تحقیق حاضر به صورت تک دوزی و در تحقیق اخیر به مدت چند روز مصرف شد. بنابراین شاید بتوان گفت در زمینه کاهش احساس درد، افزایش مقدار (۱۹) یا تکرار مصرف زنجبیل (۳۴) سبب رسیدن به نتایج مطلوب‌تری می‌شود.

جدول ۱. مشخصات فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

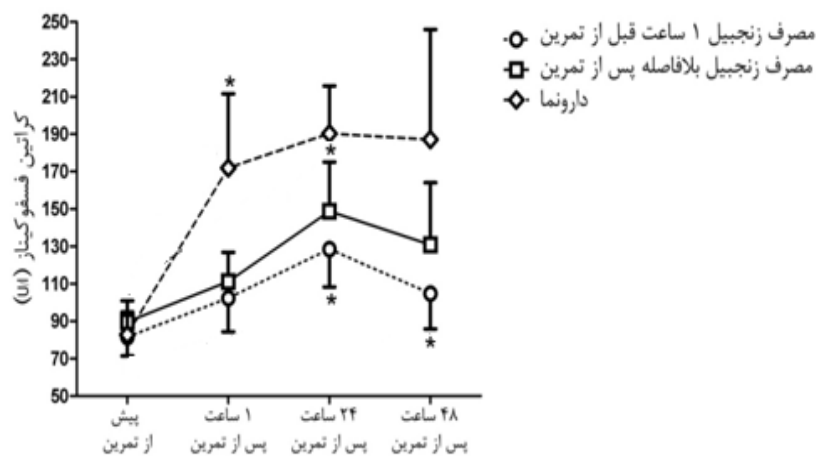
شاخص	میانگین انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
سن (سال)	$22/02 \pm 2/48$	۱۸	۲۹
قد (cm)	$159/3 \pm 5/67$	۱۴۷	۱۷۱
وزن (Kg)	$57/14 \pm 8$	۴۱/۶	۷۴/۶
شاخص توده بدنی ( $Kg/m^2$ )	$22/55 \pm 2/99$	۱۷/۹۵	۳۱/۵۳

جدول ۲. زمان مصرف دارو یا شبه‌دارو در بین گروه‌ها

گروه‌ها	یک ساعت قبل از تمرین	بلافاصله بعد از تمرین
تجربی اول	مصرف زنجبیل	شبه‌دارو
تجربی دوم	شبه‌دارو	مصرف زنجبیل
کنترل	شبه‌دارو	شبه‌دارو



نمودار ۱. مقایسه غلظت اینترلوکین-۶ (pg/ml) در قبل و بعد از تمرین در هر سه گروه. تغییرات معنادار در گروه تجربی دوم در ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون \*ستاره‌ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار نسبت به مرحله قبل است ( $P < 0.05$ ).



نمودار ۲. مقایسه غلظت کراتین فسفو کیناز (U/L)، قبل و بعد از تمرین در هر سه گروه. تغییرات معنی دار در ۱ ساعت پس از آزمون در گروه، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون در گروه تجربی اول و ۲۴ ساعت پس از آزمون در گروه تجربی دوم \*ستاره‌ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار نسبت به مرحله قبل است ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳. تأثیر مصرف زنجبیل در زمان‌های متفاوت بر تغییرات درد در عضلات مختلف

آزمون درد در عضلات	گروه‌ها	زمان اندازه‌گیری بعد از اجرای آزمون		
		۱ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت
درد عضلانی چهارسر ران راست	تجربی اول	۶/۱۷±۱۱/۲۴	۱/۶۷±۳/۷۳	۱۰/۱±۲۵/۶
	تجربی دوم	۱/۲۵±۳/۱۱	۸/۶۷±۱۷/۲۶	۵/۰±۱۰/۰
	کنترل	۰/۰±۰/۲۹	۱۰/۴۲±۱۶/۹۸	۵/۵۰±۳۷/۱۱
درد عضلانی چهارسر ران چپ	تجربی اول	۳/۵۰±۱۱/۲۰	۲۶/۴۲±۳۰/۵۹	۲۲/۰۸±۲۰/۲۶
	تجربی دوم	۳/۳۳±۸/۸۸	۲۵/۵۹±۲۱/۹۳	۲۶/۹۲±۱۳/۴۳
	کنترل	۰/۶۷±۱/۵۰	۲۵/۲۵±۱۶/۷۴	۱۹/۲۵±۱۹/۷۶
درد عضلانی همسترینگ راست	تجربی اول	۶/۸۳±۸/۴۱	۸/۸۳±۱۷/۲۶	۱۱/۳۳±۱۹/۹۷
	تجربی دوم	۴/۸۳±۷/۰۸	۱۱/۹۲±۱۹/۸۲	۱۰/۰۸±۱۴/۲۴
	کنترل	۱/۳۳±۲/۵۷	۸/۹۲±۱۲/۲۲	۵/۰۸±۶/۷۷
درد عضلانی همسترینگ چپ	تجربی اول	۳/۰۰±۳/۷۷	۱۴/۴۲±۱۵/۵۲	۱۱/۳۳±۲۱/۹۲
	تجربی دوم	۵/۶۷±۹/۳۱	۱۶/۳۳±۱۶/۸۰	۱۸/۳۳±۲۰/۴۹
	کنترل	۴/۸۰±۶/۸۰	۹/۷۵±۱۱/۸۴	۷/۶۷±۹/۲۷
درد عضلانی سرینی راست	تجربی اول	۱۲/۸۳±۲۴/۰۹	۱۲/۴۲±۲۲/۴۰	۴/۳۳±۸/۶۷
	تجربی دوم	۰/۸۳±۲/۵۹	۱۲/۹۲±۱۷/۴۸	۹/۷۵±۱۹/۵۱
	کنترل	۵/۹۲±۵/۸۲	۱۰/۳۳±۱۹/۲۸	۹/۰۰±۱۴/۱۰
درد عضلانی سرینی چپ	تجربی اول	۶/۵۸±۱۴/۸۱	۲۲/۶۷±۳۰/۰۵	۱۰/۰۸±۱۹/۳۸
	تجربی دوم	۳/۹۲±۱۱/۴۶	۱۹/۱۷±۲۲/۲۰	۱۹/۳۳±۲۱/۱۲
	کنترل	۳/۸۳±۷/۹۸	۱۵/۳۳±۲۱/۶۴	۱۲/۱۷±۱۵/۳۶
درد عضلانی ساق راست	تجربی اول	۳/۰۸±۸/۷۱	۱۶/۱۷±۱۸/۴۹	۱۳/۷۵±۱۷/۴۴
	تجربی دوم	۰/۸۳±۱/۹۵	۱۳/۵۸±۱۴/۲۷	۱۷/۰۸±۱۹/۰۱
	کنترل	۰/۴۲±۱/۴۴	۲۴/۵۸±۲۲/۲۴	۱۹/۵۸±۲۱/۳۱
درد عضلانی ساق چپ	تجربی اول	۱/۰۸±۲/۹۴	۹/۰۰±۱۳/۰۸	۹/۵۸±۱۴/۸۴
	تجربی دوم	۱/۶۷±۴/۴۴	۸/۳۳±۱۲/۰۲	۱۰/۵۰±۱۵/۰۶
	کنترل	۱/۷۵±۵/۷۵	۱۰/۸۳±۱۶/۴۵	۳/۵۰±۶/۴۲

گروه تجربی اول: مصرف زنجبیل یک ساعت پیش از آغاز آزمون

گروه تجربی دوم: مصرف زنجبیل بلافاصله پس از پایان آزمون

گروه کنترل: مصرف دارونما

**منابع:**

۱. رحمانی‌نیا، فرهاد، بابایی، پروین، نخستین روحی، بابک (۱۳۸۲). پیشگیری و درمان کوفتگی عضلانی. انتشارات دانشگاه شمال، چاپ اول.
۲. طالبی گرگانی، الهه (۱۳۷۹). "بررسی اثر مصرف دو نوع رژیم مختلف ویتامین C بر کوفتگی عضلانی تأخیری پس از انقباض‌های شدید برون‌گرا". پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه گیلان.
۳. کاولی حقیقی، مسعود؛ تولیت، طیبه (۱۳۸۰). "زنجبیل و درمان‌های غیرمتعارف". فصلنامه گیاهان دارویی، شماره ۱، صص ۲۸-۱۹.
۴. مصلحی نجف‌آبادی، ابراهیم؛ دبیدی‌روشن، ولی‌الله؛ فلاح‌محمدی، ضیاء؛ پورامیر، مهدی (۱۳۸۷). "تأثیر مکمل‌گیری کوتاه‌مدت ویتامین E بر پاسخ مالون‌دی‌آلدهید مردان سالم به دنبال یک جلسه تمرین درمانده‌ساز در سطح دریا و ارتفاع متوسط". فصلنامه المپیک، سال شانزدهم، شماره ۱ (پیاپی ۴۱)، صص ۵۷-۴۷.
5. Bakhtiary, AH., Safavi-Farokhi, Z. and Aminian-Far A. (2007). Influence of Vibration on Delayed Onset of Muscle Soreness Following Eccentric Exercise. *Br J Sports Med*; 41: 145-148.
6. Davis, J.M., Murphy, E.A., Carmichael, M.D., Zielinski, M.R., Groschwitz, C.M., Brown, A.S., Ghaffar, A. and Mayer, E.P. (March 2007). "Curcumin Effects On Inflammation And Performance Recovery Following Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage". *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. Doi:10.1152/ajpregu.
۷. ماردروسیان، آراد (۱۳۸۶). راهنمای فرآورده‌های طبیعی گیاهان رایج دارویی. ترجمه: پدرام رفیعی - عبدالعلی محقق‌زاده، نشر راه کمال.
8. Ozgoli, G., Goli M., Moattar F. (February 2009). Comparison of Effects of Ginger, Mefenamic Acid, and Ibuprofen on Pain in Women with Primary Dysmenorrhea. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*; 15(2): 129-132.
۹. شیخ، نسرین؛ صفری، محمدرضا؛ مانی‌کاشانی، خسرو؛ عراقچیان، ملیحه؛ زراعتی، فاطمه؛ ملکوتی، سیدمنصور (۱۳۸۲). "اثر زردچوبه، هل و زنجبیل بر روی واکنش گلکیکه شدن

- آلبومین به صورت *In vitro*. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، سال دهم، شماره (۴) ۳۰، صص ۴۷-۵۰.
۱۰. ناظمیه، حسین؛ دل آذر، عباس؛ افشار، جلیل؛ اسکندری، بابک (۱۳۸۰). "جداسازی و شناسایی و تعیین مقدار Gingerol از ریزوم زنجبیل". علوم دارویی، شماره ۲، صص ۶۸-۶۱.
11. Egwurugwu, J.N., Ufearo, C.S., Abanobi, O.C., Nwokocha, C.R., Duruibe, J.o., Adeleye, G.S., Ebunlomo, A.O. and Onwufuji, O. (2007). Effect of Ginger (*Zingiber Officinale*) on Cadmium Toxicity. *African Journal of Biotechnology*: 6(18): 2078-2082.
12. Levy, A.S.A., Simon, O., Shelly, J. and Gardener, M. (2006). 6-Shogaol Reduced Chronic Inflammatory Response in the Knees of Rats Treated with Complete Freund's Adjuvant. *BioMed Central. Pharmacology*. 6: pp12-20
13. Manju, V., Nalini, N. (2005). Chemopreventive Efficacy of Ginger, a Naturally Occurring Anticarcinogen During the Initiation, Post-initiation Stages of 1,2 Dimethylhydrazine-induced Colon Cancer. *Clinica Chimica Acta*. 358: 60-67.
14. Grzanna, R., Lindmark, L., Frondoza, C.G. (2005). Ginger--an Herbal Medicinal Product with Broad Anti-inflammatory Actions. *J Med Food*. 8(2): 125-132.
15. Haghighi, M., KHalvat, A., Tolit, T., Jallaei, S. (2005). Comparing The Effects of Ginger (*ZingiberOfficinale*) Extract and Ibuprofen on Patients With Osteoarthritis. *Archives of Iranian Medicine*. 8(4): 267-271.
16. Black, C.D. and O'Connor, P.J. (April 2008). Short Term Effects of 2-grams of Dietary Ginger on Muscle Pain, Inflammation and Disability Induced by Eccentric Exercise. *The Journal Of Pain*: 9(4): 25.
17. Edith M.P., Megan, S., Aadil, D., Anand, N., Kavin, C., Jo-Ann, P. (2009). The Effects Of A Natural Anti-inflammatory Product On Systemic Markers Of Inflammation Following Downhill Running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: 41(5): 278.
18. Standley, R.A., Cheatham, C.C., Miller, M.G., Michael, T.J.F., Baker, R.J., Liu, Y. (2010). Effects of High Dose Fish Oil Supplementation on Delayed Onset Muscle Soreness and Inflammatory Markers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: 42(5): 764-765.
19. Black, C.D. and O'connor, P.J. (2008). Acute Effect of Dietary Ginger on Quadriceps Muscle Pain during Moderate-Intensity Cycling Exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*: 18: 653-664.



20. Hindell, P.D., Poole, K.A., Robinson, E., Reynolds, L., Mason, H.J. (2001).
21. Induction of DNA Damage by a Step-test Exercise Protocol. *Biochemical Society Transaction*: 29(5): 115.
22. Wewers M.E. & Lowe N.K. (1990). A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing and Health*: 13, 227-236.
23. Myles, P.S., Troedel, S., Boquest, M. and Reeves, M. (1999). The Pain Visual Analog Scale: Is It Linear or Nonlinear?. *Anesth Analg*: 89: 1517-20.
۲۴. صمدی، علی (۱۳۸۸). "مقایسه نسبت‌های مختلف مکمل‌سازی کربوهیدرات - پروتئین بر شاخص‌های تخریب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی". پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران.
25. Petersen, A.M.W. and Pedersen, B.K. (2006). The role of IL-6 mediating the anti-inflammatory effects of exercise. *Journal of Physiology and Pharmacology*: 57(10): 43.51.
۲۶. رستمی‌دیدار، هادی (۱۳۸۷). "تأثیر مصرف مکمل اسید آمینه شاخه‌دار (BCAA) بر شاخص‌های غیرمستقیم تخریب عضلانی در دانشجویان پسر ورزشکار". پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران.
27. Berry, C.B., Moritani, T., Tolson, H. (April 1990). Electrical Activity and Soreness in Muscles after Exercise. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*: 69(2): 60-66.
۲۸. ترتیبیان، بختیار؛ عزیزبگی، کمال (۱۳۸۷). "تأثیر مصرف ناپروکسن بر شدت درد ادراک‌شده و تغییرات سطح آنزیم کراتین کیناز متعاقب تمرینات اکسنتریک"، حرکت (پیاپی ۳۷)، صص ۹۲-۷۷.
۲۹. ریاستی، سحر (۱۳۸۲). "بررسی تأثیر مصرف داروی آسپرین بر نشانه‌های بیوشیمیایی، ظاهری و عملکردی کوفتگی تأخیری عضلانی". پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه.
30. Arent, S.M., Senso, M., Golem, D.L., McKeever, K.H. (2010). The Effects of Theaflavin-enriched Black Tea Extract on Muscle Soreness, Oxidative Stress, Inflammation, and Endocrine Responses to Acute Anaerobic Interval Training: a

- randomized, double-blind, crossover study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*; 7: 11.
31. Zic, S.M, Djuric, Z., Ruffin, M.T., Litzinger, A.J., Normolle, D.P., Rose Feng, M., and Brenner, D.E. (2008). "Pharmacokinetics of 6-, 8-, 10-Gingerols and 6-Shogaol and Conjugate Metabolites in Healthy Human Subjects". *Cancer Epidemiol Biomarkers*; 17(8): 1930-1936.
  32. Lumb, A.B. (1994). Effect of Dried Ginger on Human Platelet Function. *Thromb Haemost*; 71(1): 110-114.
  33. Akira, S., Taga, T. and Kishimoto, T. (1993). Interleukin-6 Biology and Medicine. *Adv immune*; 54: 1-78.
  34. Peterson, E., Ostrowski, K., Ibfelt, T., Richelle, M., Offord, E., Halkjaer-Kristensen, J. and Pedersen, B.K. (2001). Effect of vitamin supplementation on cytokine response and on muscle damage after strenuous exercise. *Am.J.Physiol*; 280: 1570-1575.
  35. Black, C.D., Herring, M.P., Hurley, D.J. And O'connor P.J. (2009). Ginger (*Zingiber officinale*) Reduces Muscle Pain Caused by Eccentric Exercise. *The Journal of Pain*.
  36. Nieman, D.C., Dumke, C.L., Henson, D.A., McAnulty, S.R., Gross, S.J. and Lind, R.H. (2005). Muscle damage is linked to cytokine changes following a 160-km race. *Brain, Behavior, and Immunity*; 19(5): 398-403.
  37. Tartibian, B. and Azizbeigi, K. (2009). The effect of taking naproxen drug on the level of perceived pain and changes of CPK serum after eccentric exercise. *World Journal of Sport Sciences*; 2(3): 165-170.
  38. Tokmakidis, S. P., Kokkinidis, E.A., Smilios, I., Douda, H. (2003). The Effects of Ibuprofen on Delayed Muscle Soreness and Muscular Performance After Eccentric Exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*; 17(1).
  39. Liburt, NR., McKeever, K.H., Streltsova, J.M., Franke, W.C., Gordon, M.E., Manso Filho, H.C., Horohov, D.W., Rosen, R.T., Ho, C.T., Singh, A.P. and Vorsa, N. (2009). "Effects of Ginger and Cranberry Extracts on the Physiological Response to Exercise and Markers of Inflammation in Horses". *Comparative Exercise Physiology*; 6: 157-169.
  40. Barlas, P., Craig, J.A., Robinson, J., Deirdre, M., Walsh, D.M., Baxter, D.G. and Allen, J.M. (July 2000). Managing Delayed Onset Muscle Soreness: Lack of

effect of selected oral systemic analgesics. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation: 81(7): 966-972.

41. Lenn, J., Uhl, T., Matacola, C., Boissonneault, G., Yates, J., Ibrahim, W. and Bruckner, G. (August 2005). The Effects of Fish Oil and Isoflavones on Delayed Onset Muscle Soreness. Medicine & Science in Sports & Exercise: 1889-1897.