

## اثر مکمل کافئین بر پاسخ برخی شاخص‌های ایمنی و استرسی مردان غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت هوازی و امانده‌ساز

اصغر توفیقی: گروه فیزیولوژی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، نویسنده رابط:

E-mail: a.tofighi@urmia.ac.ir

بهرام جمالی قراخانلو: دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

اکرم آمانی: تربیت بدنی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

محمدرضا نوالفقاری: گروه فیزیولوژی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

دریافت: ۸۹/۷/۱۸، پذیرش: ۸۹/۵/۱۲

### چکیده

**زمینه و اهداف:** استرس ناشی از فعالیت ورزشی سنگین ممکن است موجب اختلالات دستگاه دفاعی بدن و بروز التهاب حاد و مزمن شود. مصرف کافئین قبل از فعالیت ورزشی روی پاسخ ایمنی بدن اثرگذار است. هدف از پژوهش حاضر بررسی مصرف کوتاه مدت مکمل کافئین بر پاسخ ایمنی و استرسی مردان غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت هوازی و امانده‌ساز است.

**مواد و روش‌ها:** ۲۰ دانشجوی غیرفعال پسر به شکل تصادفی به دو گروه شاهد و مکمل تقسیم شدند. آزمون ورزشی شامل دویدن فزاینده روی نوارگردان واحد و اماندگی بود (تست بروس). یک ساعت قبل از اجرای آزمون اصلی در یک طرح دو سویه کورآزمودنی‌های گروه مکمل ۶ میلی‌گرم به ازای هرکیلوگرم وزن بدن مکمل کافئین و گروه شاهد نیز همزمان به همان میزان محلول پلاسبو دریافت کردند. عمل خون‌گیری در قبل و بلافاصله پس از اجرای آزمون از ورید آنتی‌کوبیتال گرفته شد. پس از سانتیفرژ و تهیه سرم مقادیر پروتئین استرس ۷۲، کورتیزول و لکوسیت سرمی به روش الیزا مورد سنجش قرار گرفت. جهت تعیین اختلافات درون‌گروهی و بین‌گروهی به ترتیب از آزمون تی همبسته و تی مستقل استفاده شد. سطح معناداری در سطح آلفای ۵ درصد در نظر گرفته شد و از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج تحلیل آماری نشان داد که به دنبال اجرای فعالیت هوازی و امانده‌ساز افزایش معنی دار لکوسیت، کورتیزول و پروتئین استرسی ۷۲ در گروه شاهد بیشتر از گروه مکمل بود ( $P > 0/05$ ). همچنین میانگین تغییرات این شاخص‌ها در گروه شاهد به شکل معناداری بیشتر از گروه مکمل بود ( $P > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** بر طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر احتمالاً مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت هوازی و امانده‌ساز بر دستگاه دفاعی و ایمنی ذاتی بدن تاثیر مثبت دارد.

**کلیدواژه‌ها:** کافئین، پروتئین استرس ۷۲، کورتیزول، لکوسیت، فعالیت هوازی و امانده‌ساز

### مقدمه

امروزه آثار مثبت یا منفی فعالیت بدنی بر دستگاه دفاعی بدن مورد توجه بسیاری از پژوهشگران علوم پزشکی و ورزشی قرار گرفته است (۱). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد فعالیت بدنی ملایم و سبک باعث افزایش کارکرد دستگاه دفاعی بدن می‌شود اما تمرین‌های طاقت‌فرسا و فعالیت‌های ورزشی سنگین و طولانی-مدت نظیر دوی ماراتون، فوق‌ماراتون، ورزش سه‌گانه و... ممکن است زمینه‌ی ایجاد اختلال در کارایی اجزای دستگاه دفاعی نظیر آنتی‌بادی‌ها و لئوسیت‌ها شود (۲). به علاوه رهايش پروتئين‌هاى استرس ناشی از فشار فعالیت ورزشی سنگین ممکن است در بروز اختلال دستگاه دفاعی بدن و بروز التهاب حاد و مزمن ورزشکار دخالت اساسی داشته باشد (۱،۲). توجه اصلی پژوهش‌هایی که

روی پروتئین استرسی انجام می‌شود؛ بر روی کارکردها و تجمع درون سلولی این پروتئین‌ها در پاسخ به یک استرس فیزیولوژیک متمرکز شده است؛ با این وجود شواهد آشکاری وجود دارد که پروتئین‌های مذکور به عنوان سیگنال‌های تنظیمی پاسخ‌های التهابی و ایمنی نیز عمل می‌کنند (۳). جالب‌ترین شکل از زیرمجموعه این پروتئین‌ها، پروتئین استرس ۷۲ می‌باشد که به مقدار زیادی در برابر استرس‌هایی نظیر فعالیت بدنی تولید شده و وجود آن در جریان خون افراد سالم نیز گزارش شده است (۴،۵،۶). فعالیت بدنی به‌عنوان یک عامل استرس‌زا می‌تواند دستگاه دفاعی را فعال سازد و روی پروتئین استرس ۷۲ تاثیر مثبت بگذارد (۷). به هر حال القای پروتئین استرس ۷۲ فقط یک پاسخ ساده به استرس سلولی

## مواد و روش‌ها

طرح حاضر به شکل نیمه‌تجربی پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه‌ی آماری مطالعه‌ی حاضر شامل مردان دانشجوی غیرفعال دانشگاه علوم پزشکی تبریز بودند. ۲۰ آزمودنی از بین جامعه فوق که طی دو سال قبل در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نکرده بودند به شکل آماده‌ی دسترس و غیر احتمالی انتخاب و سپس به شکل تصادفی در دو گروه شاهد (۱۰ نفر) و گروه مکمل (۱۰ نفر) تقسیم شدند (جدول ۱). برای اندازه‌گیری متغیرهای زمینه‌ای قد و وزن، از دستگاه ترازو و قدسنج دیجیتال (سکا، ساخت آلمان) استفاده شد. همچنین درصد توده‌ی چربی بدن با استفاده از سیستم ضخامت‌سنج (کالیپر میکوشا، ساخت ژاپن) و فرمول سه نقطه‌ای (چین‌های پوستی پشت بازو، شکم و فوق‌خاصره سمت راست) دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM)، جهت هم‌تاسازی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. فشارخون آزمودنی‌ها با فشارسنج دیجیتالی (اومرون، ساخت فنلاند) و ضربان قلب به وسیله ضربان‌سنج دیجیتالی (پولار) مورد سنجش قرار گرفتند. از آزمودنی‌ها خواسته شد دو هفته قبل از اجرای پروتکل تمرینی از هیچ نوع مکمل و مواد دارویی استفاده نکنند و با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و تکمیل یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته و وعده‌ی غذایی مشابه قبل از آزمون از روند کلی طرح و نحوه‌ی انجام تست آگاهی یافتند. یک ساعت قبل از اجرای آزمون اصلی در یک طرح یک‌سویه کور آزمودنی‌های گروه مکمل ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن از مکمل کافئین و گروه شاهد بصورت هم‌زمان محلول پلاسبو (آب) دریافت کردند (۸). سپس آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در وضعیت درازکش به پشت قرار گرفته و در اتمام ۳۰ دقیقه ضربان پایه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. پنج دقیقه قبل از شروع آزمون اصلی نمونه‌گیری خونی جهت اندازه‌گیری شاخص‌های مورد نظر انجام گرفت. پس از نمونه‌گیری خونی آزمودنی‌ها متعاقب پنج دقیقه حرکات کششی و گرم‌کردنی جهت اجرای آزمون هوازی و اماانده ساز (تست بروس) روی نوارگردان قرار گرفتند و تا زمان اماانده‌گی به فعالیت ادامه دادند. مصرف هر نوع مواد خوراکی و آشامیدنی‌ها بدلیل پیشگیری از اثر مداخله‌گری آنها برای آزمودنی‌ها در حین اجرای پروتکل ممنوع بود. بلافاصله پس از اتمام آزمون نمونه‌گیری خونی جهت بررسی تغییرات انجام گرفت. همه‌ی اندازه‌گیری‌ها طی ساعات ۱۲-۸ صبح در دمای ۲۸-۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت ۵۵-۶۰ درصد، تهویه و نور محیطی یکسان انجام شد. نمونه‌های خونی بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت. پس از سانتی‌فیوژ (بکنا، ساخت آمریکا) مقادیر پروتئین استرس ۷۲ و کورتیزول به ترتیب با استفاده از کیت‌های استرس ژن (ساخت کانادا) و آی بی ال (ساخت آلمان) و با استفاده از روش الیزا در سرم مورد سنجش قرار گرفت. تغییرات لکوسیت‌های سرم نیز با استفاده از دستگاه شمارش گرسولولی میندرا (ساخت آمریکا) و به شیوه اچ - وان تعیین شد. پس از آزمون فرض طبیعی بودن توزیع متغیرها و

نیست بلکه باعث پیشرفت مقاومت به مرگ پس از التهاب یا آسیب سلولی نیز می‌گردد (۷). نتایج پژوهشی اخیر نشان می‌دهد سلول‌توموری از این القای مثبت جهت اندوتوکسین و یا ایسکمی منجر شده به آپوپتوز و مرگ سلولی بهره می‌گیرد (۴). بخش عمده‌ای از عملکرد پروتئین‌های استرسی تحت تنظیم ساختار عصبی سمپاتیک می‌باشد (۹). این ساختار تحت تاثیر محرک‌های متنوعی نظیر مکمل کافئین می‌باشد (۸). کافئین به عنوان یک عامل نیروزا از طریق سازوکار عمل روی رهائش کاتکولامین‌ها در فعالیت‌های ورزشی به منظور بهبود اجرای ورزشکاران توصیه می‌شود (۸). پژوهشگران بر این باورند که مصرف کافئین موجب افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش گلیکولیز و لاکتات خون شده و با به تاخیر انداختن آستانه‌ی خستگی موجب ماندگاری ورزشکار در فعالیت‌های بدنی سنگین و مفرد می‌شود (۹). همچنین گزارش شده است کافئین به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی روی محافظت سلول از آسیب‌های سلولی نیز موثر است (۸). احتمال اینکه کافئین بتواند عملکرد را در رویدادهای ورزشی بدون آسیب اکسایشی سلول ارتقا بخشد همیشه موضوع مورد علاقه برای مطالعه بوده است (۹، ۱۰). در این راستا *Olkina* و همکاران (۲۰۰۶) طی مطالعه‌ای روی مردان غیرورزشکار نشان دادند که با مصرف کافئین در یک فعالیت پیش‌رونده روی چرخ کارسنج، آسیب اکسایشی کمتری دیده شد (۱۱). فعالیت عضلانی شدید و کوتاه مدت موجب افزایش شماری از هورمون‌های استرسی موجود در خون نظیر کورتیزول می‌شود (۱۲). تغییر در مقادیر هورمون‌های استرسی موجب تغییر در پاسخ سیستم دفاعی بدن نیز می‌شود (۱۲). هورمون کورتیزول به طور ویژه‌ای در پاسخ به استرس رها می‌شود و تغییرات آن با تغییر پاسخ پروتئین استرس ۷۲ به‌عنوان پاسخ ایمنی ذاتی بدن همراه است (۸). *Peker* و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای روی ۲۰ دهنده استقامتی در دو گروه مکمل و کنترل نشان دادند که کافئین باعث افزایش هورمون کورتیزول سرمی در بعد از تمرین می‌شود، اما درصد افزایش این هورمون در گروه کافئین نسبت به گروه کنترل پایین‌تر بود (۹). باین حال *Natalia* و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهش خود نشان دادند که مصرف کافئین در فعالیت هوازی با افزایش یا بدون تغییر در تعداد لکوسیت‌ها همراه است (۱۳). با توجه به نتایج پژوهش‌های اخیر مبنی بر ارتباط بالقوه‌ی موجود بین فشار بدنی سنگین و تغییر در مقادیر هورمون‌ها و پروتئین‌های استرسی و میزان ابتلا به عفونت متعاقب فعالیت‌های ورزشی سنگین و عدم توافق بین نتایج گزارشات، هنوز حیطه‌های گسترده و قابل بحث و جستجویی در این زمینه موجود است. تحقیق حاضر سعی در روشن ساختن این موضوع دارد که آیا مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت هوازی و اماانده‌ساز بر دستگاه دفاعی بدن تاثیر مثبت دارد یا خیر؟ و تغییراتی که ممکن است این مکمل در ترشح هورمون کورتیزول و پروتئین استرسی ۷۲ اعمال کند را روشن نموده و مورد مطالعه قرار دهد.

گروه شاهد دارای توزیع نرمال می‌باشند ( $p < 0.05$ ) (جدول ۲). نتایج آزمون آماری نشان داد که مقادیر پس‌آزمون پروتئین استرسی ۷۲، کورتیزول و لکوسیت سرم در گروه شاهد ( $P > 0.01$ ) و در گروه مکمل ( $P > 0.05$ ) نسبت به مقادیر پیش‌آزمون افزایش معناداری داشت (جدول ۳). همچنین بر طبق نتایج آزمون تی مستقل میانگین این افزایش در گروه شاهد به شکل معناداری بیشتر از گروه مکمل بود ( $P > 0.05$ ) (جدول ۴).

آزمون برابری واریانس‌ها به منظور تعیین میانگین قبل و بعد تغییرات هر شاخص با آزمون تی همبسته و میانگین و دامنه اختلاف بین دو گروه بعد از تمرین با استفاده از آزمون تی مستقل استفاده شد. سطح معناداری در سطح خطای آلفای ۵ درصد در نظر گرفته شد و از بسته‌ی نرم افزار آماری SPSS، نسخه‌ی ۱۶ جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

### یافته‌ها

تمامی متغیرهای تحت آزمون هم در گروه مکمل و هم در

جدول ۱: ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های پژوهش

شاخص‌ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم/مترمربع)	اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
گروه مکمل	۲۰/۱±۱/۲	۷۱/۳±۵/۱	۱۷۵/۴±۵/۴۵	۲۳/۲±۱/۳۶	۴۱/۰±۲/۴۵
گروه شاهد	۲۰/۳±۱/۱۶*	۶۹/۴±۵/۷	۱۷۳/۷±۶/۳	۲۳/۰۱±۱/۲۷	۳۸/۷±۲/۵۴

\* مقادیر به شکل انحراف معیار ± میانگین بیان شده است.

جدول ۲: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها در پیش‌آزمون

متغیر	گروه	تعداد	آماره Z	مقدار P
پروتئین استرس ۷۲	شاهد	۱۰	۱/۲۰۳	۰/۱۱۰
(نانوگرم در میلی لیتر خون)	مکمل	۱۰	۱/۲۰۴	۰/۱۱۰
کورتیزول	شاهد	۱۰	۰/۵۰۳	۰/۹۶۲
(پیکوگرم در میلی لیتر خون)	مکمل	۱۰	۰/۶۵۴	۰/۸۸۶
لکوسیت	شاهد	۱۰	۰/۵۷۷	۰/۸۹۳
(میکرومول در میلی لیتر خون)	مکمل	۱۰	۰/۵۷۷	۰/۹۱۶

( $P < 0.05$ )

جدول ۳: میانگین تغییرات پروتئین استرس ۷۲، کورتیزول و لکوسیت سرم طی یک وهله فعالیت هوازی وامانده ساز

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P
پروتئین استرس ۷۲	مکمل	۰/۲۸±۰/۰۹*	۰/۳۶±۰/۰۶#	۰/۰۱۴
(نانوگرم در میلی لیتر خون)	شاهد	۰/۲۷±۰/۱۲	۰/۶۲±۰/۴۴‡	۰/۰۰۳
کورتیزول	مکمل	۶۹/۴۷±۲۳	۱۰۴/۱۵±۲۷/۲#	۰/۰۲۶
(پیکوگرم در میلی لیتر خون)	شاهد	۳۴/۱۸±۱۱/۱	۷۸/۷±۱۵/۲‡	۰/۰۰۲
لکوسیت	مکمل	۷/۲۳±۱/۲۴	۱۰/۶۲±۱/۴۳#	۰/۰۴۶
(میکرومول در میلی لیتر خون)	شاهد	۷/۱۱±۲/۰۴	۱۲/۸±۳/۱۳‡	۰/۰۰۵

# معناداری نسبت به مقادیر پیش‌آزمون ( $P < 0.05$ );

‡ معناداری نسبت به مقادیر پیش‌آزمون ( $P < 0.01$ );

\* مقادیر به شکل انحراف معیار ± میانگین بیان شده است.

جدول ۴: مقایسه تفاوت میانگین پروتئین استرس ۷۲، کورتیزول و لکوسیت سرم بین دو گروه

متغیر	گروه	درجه‌ی آزادی	مقدار P
پروتئین استرس ۷۲ (نانوگرم در میلی لیتر خون)	مکمل شاهد	۱۸	۰/۰۳۹*
کورتیزول (پیکوگرم در میلی لیتر خون)	مکمل شاهد	۱۸	۰/۰۲۱*
لکوسیت (میکرومول در میلی لیتر خون)	مکمل شاهد	۱۸	۰/۰۴*

( $P < 0.05$ )\*

## بحث

در پژوهش حاضر افزایش معناداری در غلظت پروتئین استرس ۷۲ سرمی مردان غیرفعال به دنبال فعالیت هوازی و امانده ساز در هر دو گروه دیده شد که این افزایش در گروه شاهد بیشتر از گروه مکمل بود. در هر حال واضح است که ورزش و فعالیت بدنی به عنوان یک عامل استرس زا در تحریک دستگاه دفاعی بدن نقش اساسی دارد (۱۴). بنابراین پروتئین استرس ۷۲ متعاقب ورزش و فعالیت بدنی به عنوان حساس ترین پاسخگوی دستگاه دفاعی ذاتی بدن در جهت افزایش حمایت و محافظت سلولی از آسیب های استرسی شروع به افزایش می کند (۷). پژوهشگران بر این باورند که آستانه ای مشخصی برای پاسخ این پروتئین به استرس وجود دارد. بر این اساس افزایش بهینه ای این پروتئین به عنوان یک سیگنال خطر موجب افزایش فراخوانی عوامل التهابی و عناصر ایمنی به محیط می شود در حالی که تشدید فعالیت این عامل و افزایش بیش از حد آن موجب متاستاز و مرگ سازمان یافته سلولی به خصوص در گونه های توموری می شود (۳،۷). بنابراین تعدیل پاسخ این پروتئین به شرایط استرس رویکرد قابل ملاحظه ای است که مورد توجه اکثر پژوهشگران بالینی است (۷). نتایج پژوهشی اخیر نشان می دهد که مکمل کافئین پاسخ پروتئین استرس ۷۲ سرمی را به استرس تمرین هوازی و امانده ساز تعدیل می کند (۸). در پژوهش حاضر نیز درصد افزایش کمتر این پروتئین در گروه مکمل نسبت به گروه شاهد دیده شد (۲۶/۶۶٪ در برابر ۳۳/۳۳٪). بنابراین احتمال می رود افزایش اندک پروتئین استرس ۷۲ نسبت به گروه شاهد در پاسخگویی به تمرین ناشی از مصرف کافئین باشد. در تناقض با پژوهش حاضر Whitham و همکاران (۲۰۰۷) افزایش پروتئین استرس ۷۲ پلاسما به دنبال فعالیت روی چرخ کارسنج را در هر دو گروه شاهد و مکمل گزارش کردند و نشان دادند که غلظت این پروتئین در گروه کافئین بلافاصله پس از تمرین به شکل معناداری بالاتر است (۸). باین حال می بایست به این نکته توجه داشت که مطالعه فوق روی پاسخ سیستم عصبی در حضور مکمل کافئین در ورزشکاران استقامتی کار و طی دوره های تمرینی طولانی مدت (۹۰ دقیقه ای) و با عادت مصرف کافئین صورت گرفته بود. این در حالی است که آزمودنی های پژوهش حاضر افراد غیرفعال بودند که در یک فعالیت کوتاه مدت و امانده ساز شرکت کرده بودند. همچنین اکثر مطالعات پاسخگویی بیشتر ورزشکاران را نسبت به مصرف کافئین در برابر افراد غیر ورزشکار بیان داشته است (۹،۱۰). Olcina و همکاران (۲۰۰۶) نیز پس از یک وهله فعالیت پیش رونده روی چرخ کارسنج نشان داد که گروه کافئین در معرض آسیب سلولی کمتری است (۱۱). کافئین به دلیل سازوکار عمل روی رهایش کاتکولامین ها موجب بهبود اجرای ورزشی و افزایش زمان فعالیت می شود. بنابراین اثرات آنتی اکسیدانی و در نتیجه محافظت از آسیب سلولی برای کافئین برشمرده اند (۱۵). یافته ای اصلی مطالعه ای حاضر این بود که ترکیب محرک کافئین و تمرین منجر به غلظت های پروتئین استرس ۷۲

کمتری می شود. براین اساس به نظر می رسد مصرف مکمل کافئین در فعالیت های کوتاه مدت هوازی به نفع سلول است این در حالی است که مصرف این مکمل را طی فعالیت های بلندمدت هوازی با آسیب بالای سلولی همراه دانسته اند چرا که مصرف مکمل کافئین با افزایش کمی زمان فعالیت و در نتیجه تحمل شدت های بالای تمرینی و آسیب سلولی بالا همراه می باشد (۱۵).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غلظت کورتیزول سرمی مردان غیرفعال پس از فعالیت هوازی و امانده ساز در هر دو گروه شاهد و مکمل افزایش دارد اما این افزایش در گروه شاهد بیشتر از گروه کافئین بود. گزارش شده است که ورزش و امانده ساز روی سیستم عصبی مرکزی اثرگذار است و باعث افزایش فعالیت محور (هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنوکورتیکال) می شود (۱۶). فعالیت بدنی با افزایش تولید آدرنوکورتیکوتروپین در هیپوفیز منجر به افزایش ترشح کورتیزول می گردد (۱۶). افزایش اندک ترشح کورتیزول در گروه مکمل ممکن است دلیلی برای ایمنی و سلامتی طولانی مدت باشد (۱۷) چرا که کورتیزول می تواند پاسخ های دستگاه دفاعی را تغییر دهد (۱۷). همچنین در پژوهش حاضر افزایش لکوسیت سرم در هر دو گروه مکمل و شاهد مشاهده شد. با این حال میانگین تغییرات این شاخص در گروه مکمل به شکل معناداری کمتر از گروه شاهد بود. پژوهشگران بر این باورند که با افزایش آسیب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی تعداد لکوسیت های جریان خون زیاد می شود؛ بر این اساس فعالیت ورزشی و امانده ساز باعث آسیب سلول عضلانی، تحریک دستگاه ایمنی و در نتیجه تجمع لکوسیت ها به ویژه نوتروفیل ها می شود (۱۰،۱۱). بنابراین یک سازوکار احتمالی در ارتباط با افزایش کمتر تعداد لکوسیت ها در گروه مکمل، آسیب کمتر عضلانی می تواند باشد. نتایج مطالعات نشان می دهد که مصرف مکمل کافئین و متعاقب آن اکسایش بیشتر اسیدهای چرب توسط سلول های عضلانی، ذخایر اسید آمینه ای درون عضلانی را حفظ کرده و میزان کاتابولیسم پروتئینی در این موضع را کاهش می دهد (۹). به دنبال این پدیده میزان آسیب سلول عضلانی کمتر شده و رها سازی شاخص های آسیب عضلانی نظیر کراتین کیناز در جریان خون نیز کمتر می شود و این امر به نوبه ای خود باعث تحریک کمتر دستگاه دفاعی و در نتیجه کمتر شدن لکوسیتوز ناشی از فعالیت می گردد (۱۰). کاهش کمتر شاخص آسیب عضلانی در گروه مکمل همراستا با نتایج گزارش شده توسط Natalia و همکاران (۲۰۰۸) (۱۳) و Bassini و همکاران (۲۰۰۷) (۱۵) بود. Beaven و همکاران (۲۰۰۸) در توجیه این سازوکار بیان می کنند که مصرف مکمل کافئین مانع کاتابولیسم پروتئین می شود. بر این اساس مصرف این مکمل قبل از رویداد استقامتی با مهار ترشح هورمون کورتیزول، غلظت های هورمون رشد را افزایش داده و موجب حفظ غلظت تستوسترون پلاسما می شود در نتیجه فرایندهای آنابولیک ادامه می یابد (۱۸).

## نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که به دنبال فعالیت هوازی وامانده‌ساز شاخص‌های دستگاه دفاعی و ایمنی ذاتی در

گروه کافئین تغییرات کمتری می‌یابد. احتمال می‌رود افراد غیرورزشکار طی تمرین هوازی وامانده‌ساز با مصرف کافئین در معرض چالش ایمنی کمتری قرار گیرند.

## References

- Hamedinia M, Askari R. Influence of physical fitness training on some immune system markers in athletic students. *Journal of Sabzevar School of Medical Sciences* 2005; **123**(37): 22-27 (Persian).
- Smith LL, Anwer A, Fragen M. Cytokines and Cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol* 2000; **82**: 61-67.
- Agha Alinezhad H, Tofighi A, Mohammad Hasan Z, Mahdavi M, Shahrokhi S. Effect of continuous aerobic exercise on the rate of hsp 70 in mice with breast cancer tumor. *Olympic* 2008; **16**(42): 75-86 (Persian).
- Ganter M, Ware L, Howard M, Roux J, Gartland B, Matthay M, et al. Extracellular heat shock protein 72 is a marker of the stress protein response in acute lung injury. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2006; **291**: 354-361?
- Lennon SL, Gammeren D, Clements J. Decline in Myocardial Antioxidant Enzymes and Hsp72 Following Cessation of Exercise Training. *J of Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002; **34**(5): 111.
- Milne k, Nobel E. The Exercise-Induced Elevation of Hsp72 is Intensity Dependent. *J Appl Physiol* 2002; **10**: 1152.
- Febbraio M, Koukoulas I. Hsp72 gen expression progressively increases in human skeletal muscle during prolonged, exhaustive exercise. *J Appl physiol* 2000; **89**: 1055-1060.
- Whitham M, Walker G, Bishop N. Effect of caffeine supplementation on the extracellular heat shock protein72 response to exercise. *J Appl Physio* 2006; **101**: 1222-1227.
- Peker I, Gören Z, Çiloglu F, Karacabey K, Ozmerdivenli R, Saygın Ö. Effects of caffeine on exercise performance, lactate, F.F.A., triglycerides, prolactin, cortisol and amylase in maximal aerobic exercise. *Biotechnol. & Biotechnol* 2005; **8**: 18-28.
- Machado M, Vigo JFF, Breder A, Simoes J, Ximenes M, Hackney A. Effect of short term caffeine supplementation and intermittent exercise on muscle damage markers. *J of Biology of sport* 2009; **26**: 3-11.
- Olkina N, Guillermo J. Effect of caffeine on oxidative stress during maximum incremental exercise. *J of Sport Science and Med* 2006; **5**: 621-628.
- Cinar V, Mogulkoc R, Baltaci AK, Polat Y. Adrenocorticotrophic Hormone and Cortisol Levels in Athletes and Sedentary Subjects at Rest and Exhaustion: Effects of Magnesium Supplementation. *Biological Trace Element Research* 2007; **121**(3): 215-220.
- Natália S, Vimercatti, Paulo V. Two doses of caffeine do not increase the risk of exercise-induced muscle damage or leukocytosis. *Physical Education and Sport* 2008; **52**: 96 – 99.
- Campisi J, Fleshner M. Role of extracellular hsp72 in acute stress-induced potentiation of innate immunity in active rats. *J of appl phy* 2003; **94**: 43-52.
- Bassini C, Sweet E, Bottino A, Bittar C, Veiga C, Cameron L. Effect of caffeine supplementation on hematological and biochemical variables in elite soccer players under physical stress conditions. *Br J Sports Med* 2007; **41**: 523-530.
- Karcz-Kubicha M, Antoniou K, Terasmaa A, Quarta D, Solinas M, Justinova Z. Involvement of adenosine A1 and A2a receptors in the motor effects of caffeine after its acute and chronic administration. *Neuropsychopharmacology* 2003; **28**: 1281–1291.
- Lovallo WR, Al'Absi M, Blick K, Whitsett TL, Wilson MF. Stress-like adrenocorticotropin responses to caffeine in young healthy men. *Pharmacol Biochem Behav* 1996; **55**: 365–369.
- Beaven C, Hopkins W, Hansen K, Wood M, Cronin J, Lowe T. Effect of caffeine on testosterone and cortisol responses in resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008; **18**(2): 131-141.