



## تأثیر مکمل یاری متوالی کراتین و کافئین بر پاسخ لاکتات و هورمون‌های آدرنالین، کورتیزول و IGF-1 به آزمون بی‌هوازی در زنان جوان هندبالیست

حمید اراضی<sup>۱\*</sup>، نازنین دهلوی نژاد<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۰

### چکیده

**هدف:** به نظر می‌رسد مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین یا کافئین موجب بهبود عملکرد بی‌هوازی می‌شود. اما مصرف متوالی این دو ماده در حاله‌ای از ابهام و تناقض قرار دارد. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر مکمل‌یاری متوالی کراتین و کافئین بر پاسخ لاکتات و هورمون‌های آدرنالین، کورتیزول و فاکتور رشد شبه انسولینی (IGF1) به آزمون بی‌هوازی در دختران جوان هندبالیست است.

**روش‌شناسی:** ۳۰ نفر از بازیکنان باشگاهی هندبال به‌عنوان نمونه انتخاب شده و به‌صورت تصادفی در ۴ گروه دارونما، کراتین (مصرف ۲۰ گرم کراتین در ۴ وعده ۵g در روز به مدت ۷ روز)، کافئین (مصرف حاد کپسول حاوی ۶mg/kg کافئین) و کراتین-کافئین (مصرف ۲۰ گرم کراتین در ۴ وعده ۵g در روز به مدت ۷ روز و مصرف حاد کپسول حاوی ۶mg/kg کافئین) قرار گرفتند. ۵۰ دقیقه پس از دریافت کپسول (کافئین/دارونما)، نمونه خونی به میزان ۵ml از ورید بازویی آزمودنی‌ها برای ارزیابی سطوح خونی هورمون‌های مذکور گرفته شد و مقادیر به‌عنوان پیش‌آزمون ثبت گردید. سپس، آزمودنی‌ها پروتکل آزمون بی‌هوازی رست را اجرا کردند. بلافاصله پس از اتمام پروتکل مجدداً خون‌گیری انجام شد و مقادیر پس‌آزمون ثبت شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که غلظت پلاسمایی لاکتات خون گروه کراتین در پس‌آزمون نسبت به گروه دارونما بیشتر بوده است ( $P < 0.05$ )، اما تفاوتی در غلظت سرمی کورتیزول بین گروه‌های پژوهش وجود نداشت و غلظت سرمی آدرنالین گروه کافئین در پس‌آزمون نسبت به گروه دارونما بیشتر و غلظت سرمی IGF-1 در پس‌آزمون نسبت به گروه دارونما کمتر بود. همچنین، مقادیر شاخص خستگی و حداکثر توان گروه کافئین نسبت به گروه دارونما و سایر گروه‌ها بیشتر بود ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد مصرف متوالی کراتین و کافئین بر پاسخ لاکتات و هورمون‌های منتخب آنابولیک-کاتابولیک اثر ارگوژنیک ندارد و صرفاً پاسخ لاکتات گروه کراتین و تغییرات هورمونی و عملکرد بی‌هوازی در گروه کافئین قابل‌ملاحظه است.

**واژگان کلیدی:** مواد ارگوژنیک، ورزشکاران، هورمون‌های استرسی، آزمون بی‌هوازی.

۱. دانشیار دانشگاه گیلان، ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه گیلان

\*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: hamidarazi@yahoo.com

## مقدمه

کراتین، پروتئینی غیرضروری است که از در داخل بدن سنتز می‌شود (در کبد، کلیه و پانکراس از طریق برخی اسیدهای آمینه از قبیل آرژنین، گلیسین و متیونین)، این ماده از طریق مواد غذایی از قبیل گوشت قرمز و ماهی نیز وارد بدن می‌شود. بخش بزرگ کراتین بدن انسان درون عضلات اسکلتی ذخیره می‌شود (۹۵ درصد)، که از این مقدار فقط حدود ۳۰ درصد آن به شکل کراتین آزاد (Cr) و مابقی به صورت فسفوکراتین (PCr) است. فسفوکراتین منبع اصلی انرژی در ۱۰ ثانیه اول یک فعالیت شدید است (۲۱). افزایش کراتین ذخیره شده منجر به افزایش توانایی بازسازی فسفوکراتین (PCr) شده و امکان سنتز ATP در طول فعالیت شدید بی‌هوازی را فراهم می‌کند و از این طریق منافع زیادی را در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید فراهم می‌سازد (۳۵). مطالعاتی در مورد مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین بر عملکرد ورزشی انجام شده است که بیشتر مطالعات اثرات مثبتی به دنبال مصرف مکمل کراتین بر عملکرد ورزشی را گزارش کرده‌اند، از جمله تحقیق هافمن و همکارانش (۲۰۰۵) که نشان داد مصرف مکمل کراتین تأثیر معنی‌داری بر اوج توان، متوسط توان و کل کار انجام شده دارد (۲۰). به دلیل اهمیت هورمون‌های آنابولیکی در ورزشکاران، مطالعات فراوانی به بررسی اثر متقابل ورزش و دستگاه درون‌ریز پرداخته‌اند و نشان داده‌اند که احتمالاً مصرف مکمل غذایی قبل و بعد از فعالیت ورزشی واکنش‌های هورمونی را تغییر می‌دهد (۲۴). عملکرد هماهنگ متابولیکی میان مکمل‌های غذایی نظیر کراتین و عوامل فیزیولوژیکی می‌تواند نقش

مهمی در تقویت واکنش‌های هورمونی و بهبود اجرای ورزشی داشته باشد و از سوی دیگر چون مکمل کراتین موجب افزایش سریع توده بدن و توده بدون چربی می‌شود (۲۸)، به نظر می‌رسد که بتواند از طریق مکانیسم‌های اندوکرینی سبب هایپرتروفی شده و در افزایش توده بدون چربی نقش داشته باشد. عامل رشد شبه انسولینی IGF-1 مهم‌ترین عضو خانواده‌ی سوماتومدین‌ها است که نقش مهمی در رشد بدنی، تکثیر، تمایز سلولی، سوخت‌وساز و حیات دارد (۲۶). منبع اصلی IGF-1 موجود در گردش خون کبد، است. یکی از سازوکارهای اصلی تولید IGF-1 تأثیر GH بر کبد و تولید IGF-1 از کبد است. دیگر بافت‌ها مانند عضله، مغز و استخوان ما نیز IGF-1 را سنتز می‌کنند. با توجه به نقش محوری آن در فرایندهای سوخت‌وسازی، پژوهش در رابطه با این عامل رشدی، همچنان ادامه دارد (۳۱). علاوه بر این، این محور بر رشد و سلامت استخوان‌ها، سوخت‌وساز فعالیت‌های ورزشی کوتاه‌مدت و بلندمدت و سازگاری ارگانیسم به فعالیت ورزشی تأثیرات قابل ملاحظه‌ای دارد (۲۳). فعالیت ورزشی حاد و کوتاه‌مدت محرک فیزیولوژیکی بالقوه‌ای برای هیپوتالاموس و ترشح‌کننده هورمون رشد و در نتیجه آن تولید GH و IGF-1 است (۲۹). برخی پژوهش‌ها نیز افزایش IGF-1 بعد از فعالیت ورزشی را به تأثیرات شبه انسولینی آن نسبت داده‌اند، نه تأثیرات هایپرتروفیکی که البته این موضوع نیز به پیچیدگی کار در مورد این هورمون می‌افزاید (۳۴). نتایج پژوهش‌های گذشته حاکی از اهمیت هورمون‌های آنابولیکی (GH, IGF-1) و محور GH, IGF1 در رشد و

می‌باشد، زیرا کافئین به راحتی از سد خونی- مغزی عبور می‌کند و می‌تواند به سرعت بر CNS اثر بگذارد. بنابراین، به نظر می‌رسد بتواند خستگی را به تأخیر اندازد (۱۸). در بعضی از مطالعات انجام شده کافئین موجب بهبود عملکردهای کوتاه‌مدت شده است. برای مثال در پژوهش‌های گلدستین و همکاران (۲۰۱۰) و اراضی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شد که مصرف حاد کافئین باعث افزایش قدرت و توان بی‌هوازی در زنان تمرین‌کرده می‌شود و همچنین در پژوهش مک‌دونالد و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که کافئین موجب بهبود عملکرد بی‌هوازی کوتاه‌مدت و افزایش هورمون تستوسترون بعد از ورزش می‌شود (۱۷، ۱۳، ۱). اما نتایج همه تحقیقات موافق بهبود عملکرد در مورد اثر کافئین نیست. به عنوان مثال در پژوهش جردن و همکاران (۲۰۱۲) هیچ تفاوت معناداری بین کافئین و دارونما در کل زمان انجام دوی سرعت گزارش نشد (۲۱). در سال‌های اخیر نیز الگویی از مصرف این دو ماده ارگوژنیک در رابطه با اثرگذاری بر عملکرد ورزشی مطرح شده است و این فرضیه را ایجاد کرده است که احتمالاً مصرف این دو ماده به‌صورت متوالی بتواند اثر ارگوژنیک بیشتری نسبت به مصرف هر یک از آن‌ها به‌صورت جداگانه داشته باشد (۹، ۱۵، ۱۲، ۳۶). واناکاسکی و همکاران (۱۹۹۸) تأثیر ۳ روز مصرف کراتین (۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) و کافئین (۳ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) را مورد بررسی قرار داده و اثر معنی‌داری از مصرف این دو مکمل به‌طور هم‌زمان را گزارش نکردند (۳۶). این نتایج نشان داد احتمالاً مصرف هم‌زمان آن‌ها باعث تداخل اثر می‌شود، به همین دلیل دوهرتی

هایپرتروفی بافت‌های بدن است. استوکز و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی تأثیر فعالیت ورزشی شدید بر سطوح هورمون رشد و IGF-1 پرداختند (۲۲). نتایج این پژوهش نشان داد یک جلسه فعالیت ورزشی شدید رهاسازی GH را تحریک می‌کند و تأثیر معنی‌داری بر غلظت IGF-1 ندارد. حسنی رنجبر و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که یک جلسه تمرین مقاومتی شدید غلظت IGF-1 و هورمون‌های وابسته به آن را افزایش می‌دهد (۱۹). بر اساس این مطالعات تمرین مقاومتی و فعالیت شدید احتمالاً می‌تواند محرک هورمون‌های آنابولیکی همچون IGF-1 باشد، اما اینکه دوره بازیگری کوتاه‌مدت کراتین و آزمون بی‌هوازی چقدر بر پاسخ حاصله تأثیر دارد، به‌طور کامل روشن نشده است به‌ویژه در زنان ورزشکار که کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و در رشته‌های نیازمند قدرت و توان و نیازمند هایپرتروفی همچون هندبال این کمبود اطلاعات کاملاً احساس می‌شود.

کافئین به‌عنوان یک عامل نیروافزا با تأثیر بر آزادسازی کاتکولامین‌ها (آدرنالین و نورآدرنالین) و افزایش رهاسازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی باعث افزایش تولید نیرو هنگام انقباض عضلات اسکلتی در فعالیت‌های ورزشی به منظور بهبود اجرای ورزشکاران توصیه می‌شود (۳۰). فعالیت عضلانی شدید و کوتاه‌مدت موجب افزایش برخی هورمون‌های استرسی موجود درخون مانند کورتیزول، آدرنالین و نورآدرنالین می‌شود (۳۷). تحقیقات مرتبط با آثار نیروافزایی کافئین، اغلب بر فعالیت‌های استقامتی تمرکز کرده‌اند. اصلی‌ترین مکانیزم مسئول برای اثرات فیزیولوژیکی کافئین، مهار گیرنده‌های آدنوزین سیستم عصبی مرکزی

و همکاران (۲۰۰۲) پیشنهاد کردند که برای از بین بردن این تداخل بهتر است که در دوره مکمل‌گیری کراتین از مصرف کافئین خودداری شود و تأثیر کافئین بعد از مصرف کراتین، به‌صورت حاد بررسی شود. به همین جهت او و همکارانش در پژوهشی، تأثیر معنی‌دار این روش را گزارش کردند (۱۲). همچنین، بر اساس مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۹ در نشریه متابولیسم منتشر شده است، اعتقاد بر این است که کافئین می‌تواند آنزیمی را فعال نماید که سطوح فسفوکراتین در عضلات را کاهش می‌دهد (۱۵). در پژوهشی کیسادا و گیلوم (۲۰۱۳) تأثیر مصرف حاد کافئین پس از مکمل‌یاری کراتین را بر آستانه بی‌هوازی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد مکمل‌یاری حاد کافئین پس از مصرف مکمل کراتین اثر معناداری بر آستانه بی‌هوازی نداشته و آن را بهبود نبخشید (۲۷). در پژوهشی دیگر نصیری فارسانی و همکاران (۱۳۸۷) اثر مصرف مکمل کراتین و کافئین بر زمان و عملکرد و درصد خستگی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مصرف کراتین، کافئین و کراتین-کافئین باعث بهبود زمان اجرا و درصد خستگی می‌شود و برای اجرای تناوبی شدید مفید می‌باشد (۹). نگاهی اجمالی به مجموعه پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که مطالعه اثر مصرف متوالی دو ماده ارگوژنیک کراتین و کافئین در رابطه با عملکرد ورزشی محدود بوده است؛ به گونه‌ای که اکثر آن‌ها صرفاً با تعداد گروه‌های اندک و بدون کنترل لازم اجرای ورزشی را بدون اندازه‌گیری تغییرات هورمونی بررسی کرده‌اند و امکان مقایسه و تعمیم آن‌ها نیز به جامعه هدف اندک بوده است. اما در پژوهش حاضر اختصاصاً از

آزمودنی‌هایی استفاده شد که تقریباً هم‌سطح بوده و در یک‌رشته ورزشی مشخص فعالیت منظم داشته‌اند. مضافاً اینکه ملاک سنجش عملکرد آن‌ها آزمونی بوده است که برای این ورزشکاران ویژگی دارد و لذا در کنار عملکرد آن‌ها تغییرات لاکتات و هورمون‌های مرتبط نیز مورد بررسی قرار گرفته است. بر این اساس، اکنون پرسش این است که آیا اجرای آزمون بی‌هوازی RAST به‌عنوان روشی برای تحریک فرایند بی‌هوازی و القا تغییرات هورمونی مرتبط با فرایند آنابولیسی و کاتابولیسی پس از مکمل‌یاری کراتین و کافئین در دختران جوان هندبالیست باعث پاسخ معنی‌دار لاکتات و هورمون‌های آدرنالین، کورتیزول، IGF-1 و اثر ارگوژنیک بر عملکرد بی‌هوازی می‌شود؟

### روش پژوهش

**آزمودنی‌ها:** پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری این پژوهش را دختران (۲۰-۳۰ سال) تمرین کرده (داشتن تمرین منظم هندبال، حداقل ۲ تا ۳ جلسه تمرین در هفته در یک سال گذشته) تشکیل داده‌اند. از افراد فعال در باشگاه‌های ورزشی هندبال دعوت شد در این پژوهش شرکت کنند. پرسشنامه تندرستی و آمادگی برای فعالیت بدنی (PAR-Q) و همچنین پرسشنامه مصرف کافئین در اختیار آن‌ها قرار داده شد. سپس، ۳۲ نفر واجد شرایط (نداشتن بیماری قلبی-تنفسی، عدم استفاده از دخانیات و دارو، عدم آسیب‌های جدی عضلانی-اسکلتی، نداشتن ممنوعیت برای انجام فعالیت ورزشی و عدم حساسیت به مصرف کافئین و نداشتن سابقه مصرف کراتین به‌صورت عادت روزانه) به‌عنوان نمونه هدفمند و در دسترس

مصرف کراتین و دارونما با اجتناب از مصرف کافئین (در دوره مکمل‌یاری کراتین)، در روز هشتم از آزمودنی‌ها خواسته شد به محل آزمون مراجعه کنند و سپس، یک ساعت قبل از آزمون به (گروه دارونما و کراتین)، (گروه‌های کافئین و کراتین-کافئین) به ترتیب کپسول دارونما و کافئین داده شد.

**خون‌گیری:** ۵۰ دقیقه پس از دریافت کپسول (به‌منظور به حداکثر رسیدن غلظت کافئین در خون (۱۰))، نمونه خونی به میزان ۵ میلی‌لیتر از ورید بازویی آزمودنی‌ها برای ارزیابی سطوح خونی آدرنالین، کورتیزول، IGF-1 و لاکتات گرفته شد و مقادیر به‌دست آمده به عنوان پیش‌آزمون ثبت شد. سپس، آزمودنی‌ها بعد از ۱۰ دقیقه انجام حرکات کششی و گرم کردن پروتکل آزمون بی‌هوازی RAST را اجرا کردند. بلافاصله پس از اتمام پروتکل آزمون RAST جهت بررسی تغییرات، مجدداً خون‌گیری انجام شد و مقادیر به‌دست‌آمده به‌عنوان پس‌آزمون ثبت شدند. نمونه‌های خونی جهت سانتیفریوژ شدن برای اخذ سرم (آدرنالین، کورتیزول و IGF-1) و پلاسما (لاکتات) بلافاصله در لوله‌های آزمایش ریخته شده و پس از کدگذاری، به سرعت به آزمایشگاه انتقال یافتند و تا انجام آنالیز خونی در دمای °C ۷۰- در یخچال‌های مخصوص آزمایشگاه نگهداری شدند. در نهایت نمونه‌های خونی به‌دست آمده با استفاده از کیت‌های ویژه جهت سنجش مقادیر لاکتات (روش کالری متری آنزیمی، کیت LACTATE MONOLIQUID، شرکت BIOREX UK و با حساسیت ۲ mg/dl) و هورمون‌های آدرنالین (روش الایزا، کیت LDN ساخت کشور آلمان، با ضریب تغییرات ۱۱ درصد)، کورتیزول (روش

انتخاب شدند. پیش از شروع پژوهش جلساتی برای آشنایی با مراحل تحقیق، روش آزمون‌ها و مدت پژوهش در نظر گرفته شد و پس از موافقت افراد و تکمیل فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش، ویژگی‌های آنتروپومتریک و پیکری آن‌ها شامل سن، وزن، قد، شاخص توده بدن اندازه‌گیری شد و از آزمودنی‌ها خواسته شد که در طی پژوهش از انجام تمرینات شدید و مصرف رژیم غذایی خاص و کافئین و کراتین خودداری کنند. همچنین، برای جلوگیری از آثار احتمالی دوره ماهیانه، هماهنگی لازم با آن‌ها برای شروع دوره مکمل‌یاری و اجرای پروتکل به عمل آمد (آزمون‌ها در فاز فولیکولی چرخه‌ی قاعدگی (روز ۱-۱۴) اجرا شد).

**مکمل‌یاری:** با توجه به ارائه مکمل در این پژوهش، طرح دو سوی کور به جهت حذف سوگیری احتمالی محقق در ثبت نتایج به‌ویژه اجرای آزمودنی‌ها استفاده شد. افراد به‌صورت تصادفی در ۴ گروه دارونما (مالتودکسترین) و کراتین (مصرف ۲۰ گرم پودر کراتین در ۴ وعده ۵ گرمی به‌صورت محلول در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب در روز، به مدت ۷ روز و در روز هشتم مصرف کپسول (دارونما) ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن)، کافئین (مصرف ۲۰ گرم دارونما در ۴ وعده ۵ گرمی به‌صورت محلول در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب در روز، به مدت ۷ روز و در روز هشتم مصرف کپسول (کافئین) ۶ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) و کراتین-کافئین (مصرف ۲۰ گرم پودر کراتین در ۴ وعده ۵ گرمی به‌صورت محلول در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب در روز، به مدت ۷ روز و به دنبال آن در روز هشتم مصرف کپسول (کافئین) ۶ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) قرار گرفتند. بعد از یک هفته

شد. فرمول‌های محاسبه شاخص‌های چهارگانه

آزمون RAST به شرح زیر است:

$^3$  [ زمان (ثانیه) ] ÷ [ مسافت × وزن آزمودنی

(کیلوگرم) ] = توان

کل زمان ۶ تکرار / حداقل توان - اوج توان

= شاخص خستگی

حداکثر توان: بالاترین برون‌ده توانی که از ۶

مرحله دوی سرعت به دست می‌آید، حداکثر توان

است.

۶ ÷ مجموع ۶ توان به دست آمده = میانگین

توان

حداقل توان: پایین‌ترین برون‌ده توانی که از ۶

مرحله دوی سرعت به دست می‌آید، حداقل توان

است (۱۴).

ایمونواسی، کیت GMBH ساخت کشور آلمان،

با ضریب تغییرات کمتر از ۹ درصد) و IGF-1

(روش الایزا، کیت GMBH ساخت کشور آلمان،

با ضریب تغییرات ۶ درصد) تجزیه و تحلیل

شدند.

پروتکل آزمون: آزمون RAST شامل ۶ تکرار

دوی سریع در مسافت ۳۵ متر و با حداکثر

شدت بود، که با فاصله استراحت ۱۰ ثانیه در

بین هر تکرار انجام شد. شاخص خستگی،

حداکثر توان، میانگین توان و حداقل توان از

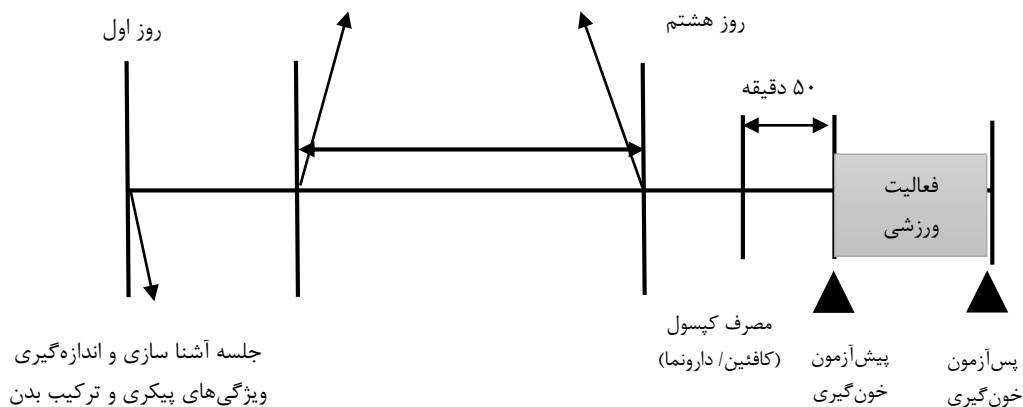
آزمون RAST به دست آمد، شایان ذکر است

همه اندازه‌گیری‌ها برای تمام گروه‌ها جهت

جلوگیری از آثار احتمال آهنگ شبانه‌روزی در

ساعات معینی از روز (ساعت ۹-۱۰ صبح) انجام

### ۷ روز مکمل یاری کراتین / دارونما



شکل ۱. طرح پژوهش

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

انحراف استاندارد	میانگین	
۲/۹۸	۲۴	سن (سال)
۵/۳۷	۱۶۶/۴۶	قد (سانتی‌متر)
۶/۷۷	۶۱/۳۵	وزن (کیلوگرم)
۲/۳۱	۲۲/۱۵	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)

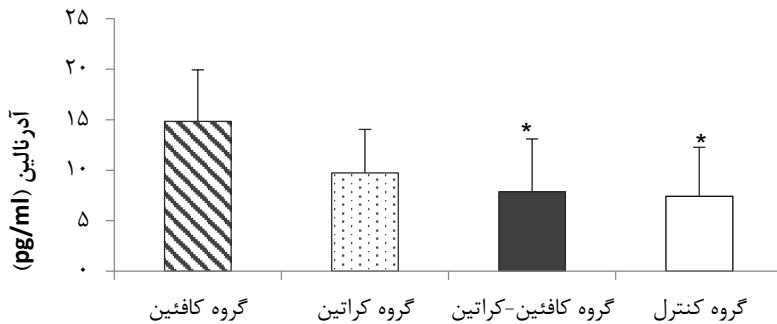
## روش آماری

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. با محرز شدن نرمالیت داده‌ها در بخش آمار استنباطی از روش‌های تحلیل واریانس یک‌طرفه چند متغیره (ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی برای متغیرهای وابسته بین ۴ گروه و همچنین آزمون

t همبسته برای بررسی تفاوت مقادیر متغیرها بین پیش و پس‌آزمون استفاده شد. سطح معناداری در این پژوهش ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفت.

## یافته‌های پژوهش

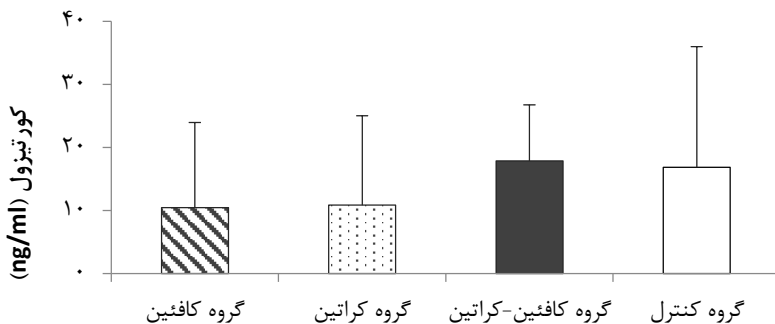
ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج آنالیز آماری نشان داد که تغییرات مشاهده‌شده در غلظت سرمی هورمون آدرنالین گروه کافئین نسبت به گروه‌های کافئین-کراتین ( $P=۰/۰۴۸$ ) و دارونما ( $P=۰/۰۴۰$ ) بیشتر است، اما تفاوت معنی‌داری بین سایر گروه‌ها مشاهده نشد.



نمودار ۱. مقایسه اختلاف مشاهده‌شده در مقادیر سرمی آدرنالین بین گروه‌های پژوهش در پاسخ به آزمون بی‌هوازی.

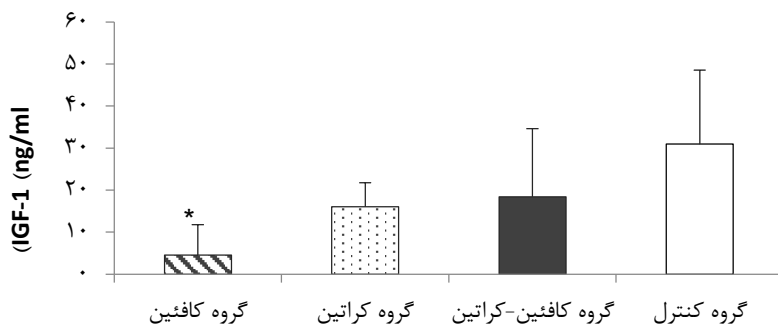
\* تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کافئین

با توجه به نتایج ارائه شده در نمودار ۲، مقادیر سرمی هورمون کورتیزول دختران هندبالیست بین گروه‌های پژوهش در پاسخ به آزمون بی‌هوازی تفاوت معنی‌داری نداشت.



نمودار ۲. مقایسه مقادیر سرمی کورتیزول بین گروه‌های پژوهش در پاسخ به آزمون بی‌هوایی.

نتایج نمودار ۳ نشان می‌دهد که تغییرات مشاهده شده در غلظت سرمی IGF-1 گروه کافئین نسبت به گروه دارونما کمتر است ( $P=0/003$ )، اما تفاوت معنی‌داری بین سایر گروه‌ها مشاهده نشد.

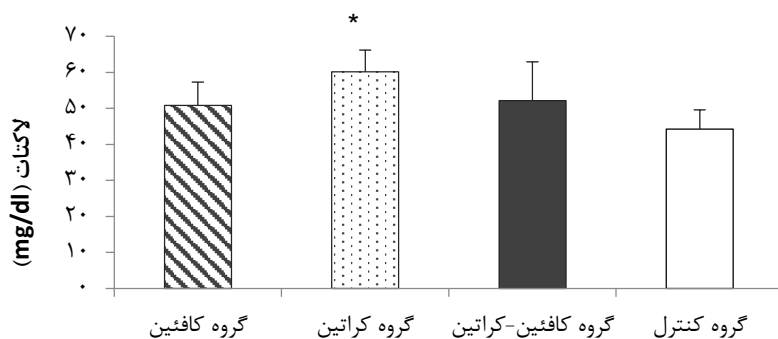


نمودار ۳. مقایسه اختلاف مشاهده شده در مقادیر سرمی IGF-1 بین گروه‌های پژوهش در پاسخ به آزمون بی‌هوایی.

\* تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه دارونما

نتایج ارائه شده در نمودار ۴ نشان می‌دهد که تغییرات مشاهده شده در غلظت پلاسمایی لاکتات گروه کراتین نسبت به گروه دارونما بیشتر است ( $P=0/002$ )، اما تفاوت معنی‌داری بین سایر گروه‌ها مشاهده نشد.





نمودار ۴. مقایسه اختلاف مشاهده شده در مقادیر پلاسمایی لاکتات بین گروه‌های پژوهش در پاسخ به آزمون بی‌هوایی. (\* تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه دارونما)

مقایسه شاخص‌های چهارگانه آزمون بی‌هوایی RAST بین گروه‌های پژوهش: نتایج گزارش شده در جدول ۳ نشان می‌دهد که تغییرات مشاهده شده در مقادیر شاخص خستگی در گروه کافئین نسبت به گروه دارونما ( $P=0/033$ )، مقادیر حداکثر توان گروه کافئین نسبت به گروه‌های کراتین ( $P=0/035$ )، کافئین-کراتین ( $P=0/006$ ) و دارونما ( $P=0/002$ )، مقادیر میانگین توان گروه کافئین نسبت به گروه‌های کراتین ( $P=0/015$ )، کافئین-کراتین ( $P=0/008$ ) و دارونما ( $P=0/001$ ) و مقادیر حداقل توان گروه کافئین نسبت به سایر گروه‌های پژوهش ( $P<0/01$ ) افزایش یافته و معنی‌دار بوده، اما تفاوت معنی‌داری بین این شاخص‌ها در سایر گروه‌ها مشاهده نشد.

مقایسه شاخص‌های چهارگانه آزمون بی‌هوایی RAST بین گروه‌های پژوهش: نتایج گزارش شده در جدول ۳ نشان می‌دهد که تغییرات مشاهده شده در مقادیر شاخص خستگی در گروه کافئین نسبت به گروه دارونما ( $P=0/033$ )، مقادیر حداکثر توان گروه کافئین نسبت به گروه‌های کراتین ( $P=0/035$ )، کافئین-کراتین ( $P=0/006$ ) و دارونما ( $P=0/002$ )، مقادیر میانگین توان گروه کافئین نسبت به گروه‌های کراتین ( $P=0/015$ )، کافئین-کراتین ( $P=0/008$ ) و دارونما ( $P=0/001$ ) و مقادیر حداقل توان گروه کافئین نسبت به سایر گروه‌های پژوهش ( $P<0/01$ ) افزایش یافته و معنی‌دار بوده، اما تفاوت معنی‌داری بین این شاخص‌ها در سایر گروه‌ها مشاهده نشد.

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های چهارگانه آزمون بی‌هوای RAST بین گروه‌های پژوهش

شاخص خستگی	اختلاف میانگین‌ها	خطای استاندارد	P
گروه کراتین	۰/۵۸	۰/۴۷	۰/۶۱
گروه کافئین	۰/۹۷	۰/۴۷	۰/۲۴
گروه دارونما	۱/۴۳	۰/۴۹	۰/۰۳۳*
گروه کافئین-کراتین	۰/۳۲	۰/۴۵	۰/۸۹
گروه دارونما	۰/۸۵	۰/۴۷	۰/۳۰
گروه کافئین-کراتین	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۶۸
حداکثر توان			
گروه کراتین	۹۵/۴۸	۳۲/۹۱	۰/۰۳۵*
گروه کافئین	۱۲۰/۴۰	۳۲/۹۱	۰/۰۰۶**
گروه دارونما	۱۳۹/۸۵	۳۳/۹۹	۰/۰۰۲**
گروه کافئین-کراتین	۲۴/۹۲	۳۱/۷۹	۰/۸۶
گروه دارونما	۴۴/۳۷	۳۲/۹۱	۰/۵۴
گروه کافئین-کراتین	۱۹/۴۴	۳۲/۹۱	۰/۹۳
میانگین توان			
گروه کراتین	۸۵/۵۰	۲۶/۱۸	۰/۰۱۵*
گروه کافئین	۹۲/۹۲	۲۶/۱۸	۰/۰۰۸**
گروه دارونما	۱۱۹/۲۹	۲۷/۰۴	۰/۰۰۱**
گروه کافئین-کراتین	۷/۴۲	۲۵/۳۰	۰/۹۹
گروه دارونما	۳۳/۷۸	۲۶/۱۸	۰/۵۷
گروه کافئین-کراتین	۲۶/۳۶	۲۶/۱۸	۰/۷۴
حداقل توان			
گروه کراتین	۹۴/۸۸	۲۰/۱۶	<۰/۰۰۱**
گروه کافئین	۱۰۸/۲۴	۲۰/۱۶	<۰/۰۰۱**
گروه دارونما	۱۱۳/۰۹	۲۰/۸۲	<۰/۰۰۱**
گروه کافئین-کراتین	۱۳/۳۵	۱۹/۴۷	۰/۹۰
گروه دارونما	۱۸/۲۰	۲۰/۱۶	۰/۹۹
گروه کافئین-کراتین	۴/۸۴	۲۰/۱۶	۰/۹۹

\*\* معنی‌داری در سطح  $P < 0/01$ . (\* معنی‌داری در سطح  $P < 0/05$ ).

مکمل‌یاری متوالی کراتین-کافئین با آثار کراتین، (ب) مقایسه آثار مکمل‌یاری متوالی کراتین-کافئین با آثار کافئین و (ج) مقایسه آثار مکمل‌یاری کافئین پس از کراتین با شرایط دارونما بر پاسخ‌های لاکتات، هورمونی و عملکردی دختران هندبالیست. تحلیل یافته‌ها نشان داد:

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف اساسی از این پژوهش، بررسی تأثیر مکمل‌یاری متوالی کراتین-کافئین بر پاسخ لاکتات و هورمون‌های آدرنالین، کورتیزول و IGF-1 به آزمون بی‌هوای در دختران جوان هندبالیست بود. بر این اساس، مجموع یافته‌ها در سه مقوله بررسی می‌شود: الف) مقایسه آثار

تولید ATP داشته و یکی از سازوکارهای کراتین است که سبب بهبود غیرمعنی‌دار عملکرد بی‌هوازی در بعد شاخص‌های چهارگانه آزمون بی‌هوازی RAST شده است، بدین معنی که با افزایش میزان لاکتات ذخایر افزایش یافته کراتین احتمالاً بتواند خستگی را در فرد به تعویق انداخته و در نتیجه ورزشکار ممکن است مدت‌زمان بیشتری فعالیت خود را ادامه دهد (۲۵). این نتایج با پژوهش خالدان و همکارانش (۸۷) که اثر مصرف مکمل کراتین بر برخی شاخص‌های عملکردی و ساختاری ۱۹ کشتی‌گیر را در یک طرح دو سوی کور بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که مکمل‌باری کوتاه‌مدت کراتین اثر معنی‌داری بر شاخص‌های عملکردی و ساختاری کشتی‌گیران هنگام فعالیت ورزشی شدید تناوبی ندارد (۳) و همچنین با پژوهش شیخ‌الاسلامی وطنی و همکاران (۱۳۸۸) که به بررسی تأثیر مکمل‌باری کوتاه‌مدت کراتین مونوهیدرات بر میزان ترشح هورمون‌های رشد، تستوسترون و کورتیزول پرداختند و تأثیر معنی‌دار مکمل‌باری کراتین بر ترشح هورمون‌های مذکور را مشاهده نکردند، همخوانی دارد (۵). اما بر اساس نتایج پژوهش هافمن و همکاران (۲۰۰۵) مصرف مکمل کراتین تأثیر معنی‌داری بر اوج توان، متوسط توان و کل کار انجام شده داشت (۲۰) که با یافته پژوهش حاضر همخوانی ندارد. همان‌گونه که از نتایج پژوهش‌های فوق‌الذکر برمی‌آید، به نظر می‌رسد عوامل متعددی از جمله شرایط اجرای پژوهش، نوع پروتکل ورزشی، شدت، مدت، حجم، سطح آزمودنی‌ها و زمان فعالیت سبب تنوع در حصول نتایج گوناگون شده است. به عبارت روشن‌تر، اثر تعاملی پروتکل فعالیت و

الف) مصرف کراتین باعث افزایش در شاخص‌های عملکردی شد، اما این افزایش معنی‌دار نبود. همچنین، در غلظت لاکتات در مقایسه با گروه دارونما افزایش معناداری مشاهده شد. هدف از مصرف مکمل‌های کراتینی، بیشینه‌سازی ذخایر کراتین و فسفوکراتین می‌باشد. به دلیل ذخیره انرژی در عضلات، فسفوکراتین موجود به سرعت و سهولت برای تولید مجدد ATP به کراتین و فسفات آزاد تجزیه می‌شود و سوپسترای بیشتری تولید می‌کند و این امر، باعث تولید سریع‌تر ATP در حین ۱۰ الی ۲۰ ثانیه نخست فعالیت‌های شدید و بی‌هوازی خواهد شد (۰.۱۱، ۱.۱۴). در ورزش‌های سخت و شدید بخش قابل‌توجهی از خستگی عضلانی ناشی از ورزش به لاکتات و یون هیدروژن باقی‌مانده در عضلات مربوط می‌باشد و میزان خستگی با مقدار اسید لاکتیک موجود در عضله رابطه مستقیم دارد. کراتین و فسفوکراتین به عنوان یک بافر زودگذر، در فرایند شاتل ATP از میتوکندری به داخل سیتوزول درگیر هستند. کراتین و ATP در یک واکنش برگشت‌پذیر توسط آنزیم کراتین کیناز با هم ترکیب شده و ADP و فسفوکراتین (PCr) را تشکیل می‌دهند. این واکنشی با ایفای نقشی دوسویه می‌تواند به‌عنوان بافر زودگذر و موقتی انرژی PH عمل کند. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف مکمل کراتین با افزایش احتمالی میزان ذخایر کراتین عضله و ایجاد وضعیت بافری برای  $H^+$  و طبیعتاً امکان تجمع کمتر لاکتات و یون هیدروژن حین و پس از ورزش شرایط عملکردی و فیزیولوژیک بهتری برای فرد فراهم می‌کند (در مواقعی که PH پایین باشد، واکنش تجزیه فسفوکراتین تمایل به

کافئین با تحریک متابولیسم به سمت و سوی تأمین انرژی بیشتر از کارآمدی فعالیت‌های آنابولیک در سلول‌های فعال از جمله بافت عضله می‌کاهد. چرا که لازمه اثربخشی و کارآمدی این ماده بر اساس قاعده عمومی حاکم بر متابولیسم سلولی جلوگیری از بروز چرخه‌های باطل؛ یعنی جلوگیری از هم‌زمان شدن واکنش‌های آنابولیک و کاتابولیک برای تأمین انرژی می‌باشد. بر اساس بخش دیگری از یافته‌ها مصرف کافئین بر میانگین توان، حداقل توان و شاخص خستگی تأثیر مثبت داشته، و همچنین شاخص خستگی و حداکثر توان، میانگین و حداقل توان نسبت به گروه کنترل بهبود یافته است، به عبارت دیگر، مکمل کافئین باعث بهبود اجرا شده است، در حالی که بر اوج توان و مقدار لاکتات خون تأثیر معنادار نداشت. به نظر می‌رسد کافئین بر سیستم عصبی مرکزی اثر تحریک‌کننده دارد (۱۸). زیرا، مدت زمان اندک این‌گونه فعالیت‌ها، کوچک‌تر و محدودتر از آن است که بتواند تأثیر معنی‌داری بر مقدار گلیکوژن عضله بگذارد. بنابراین، ممکن است کافئین با نفوذ بر فرایندهایی که تحریک سیستم عصبی حرکتی را تعیین می‌کند، عملکرد را افزایش دهد. مکانیسم‌های پیشنهاد شده برای توضیح آثار کافئین در بهبود حداکثر توان از طریق سیستم اعصاب مرکزی، می‌تواند تجمع AMP حلقوی از طریق مهار فسفودی‌استراز و مسدود کردن رسپتورهای رقابتی آدنوزینی باشد (۱۸). این احتمال نیز وجود دارد که کافئین بر پردازش تحریکاتی که از محیط به سیستم عصبی مرکزی وارد می‌شوند، تأثیر بگذارد. بدن طی فعالیت روزانه ترکیبی به نام آدنوزین تولید می‌کند، زمانی که این ترکیبات شیمیایی زیاد شوند

مکمل‌یاری کراتین-کافئین و کراتین در پژوهش حاضر تحریک و شوک لازم برای افزایش هورمون IGF-1 را به همراه نداشته است. مضاف بر این، ممکن است IGF-1 در فواصل زمانی پس از فعالیت مربوطه افزایش پیدا کرده باشد که محققین به سبب محدودیت‌های موجود و عدم امکان اندازه‌گیری وهله‌های زمانی بیشتر پس از فعالیت تغییرات احتمالی را مشاهده نکرده باشند.

ب) در نتایج مشاهده شد، مقدار هورمون آدرنالین پس از مصرف کافئین افزایش پیدا کرده است. در رابطه با پاسخ‌های کاتکولامین‌ها پس از مصرف کافئین گفته شده است که کافئین به دلیل تحریک دستگاه سمپاتیک در بخش مرکزی آدرنال موجب افزایش کاتکولامین‌ها می‌شود، که افزایش آدرنالین ناشی از مصرف کافئین منجر به افزایش متابولیسم بی‌هوازی می‌شود. پس از مصرف کافئین، ترشح آدرنالین افزایش می‌یابد که باعث افزایش اکسایش چربی‌ها می‌شود. به همین دلیل ممکن است در آغاز فعالیت بدنی و یا ورزشی مانند هندبال اسیدهای چرب آزاد بیشتری در اختیار سلول عضلانی قرار گیرد و گلوکز و گلیکوژن ذخیره برای تأمین انرژی در مرحله انتهای فعالیت دست نخورده باقی بماند و فرد بتواند فعالیت بدنی را برای مدت زمان طولانی‌تری ادامه دهد (۲۵). این نتایج با پژوهش‌های گائینی و همکاران (۱۳۸۷) و اراضی و همکاران (۱۳۹۰) همسو می‌باشد (۱۰۷). همچنین، مکمل کافئین سبب کاهش معنی‌دار IGF1 شد که می‌تواند حاکی از این باشد که کافئین باعث کاهش فرایندهای آنابولیک می‌شود؛ به عبارتی دیگر، تداخل اثر کمک افزایی

واحدهای حرکتی بیشتری در انقباضات عضلانی از طریق مهار گیرنده‌های آدنوزین فراخوانده می‌شوند. از این رو، انقباض عضلانی با قدرت بیشتری انجام می‌شود (۱۸). همچنین کافئین، آزادسازی بیشتر کلسیم از شبکه سارکوپلاسم عضلات فعال را تسهیل می‌سازد. در نتیجه، این امکان وجود دارد که مصرف مقدار معین کافئین ظرفیت گلیکولیتیک، توان بافری و سرانجام

محدودیت‌های موجود و عدم امکان اندازه‌گیری وهله‌های زمانی بیشتر پس از فعالیت، تغییرات احتمالی مشاهده نشد. این یافته با پژوهش دلفان و همکاران (۱۳۹۲) که تأثیر تمرینات هوازی و بی‌هوازی بر اضطراب و میزان ترشح هورمون کورتیزول خون کشتی‌گیران جوان را مورد بررسی قرار دادند و میانگین غلظت کورتیزول در این پژوهش افزایش غیر معناداری یافته بود، همخوانی دارد (۴).

در نتایج پژوهش حاضر تأثیر مکمل‌یاری کراتین-کافئین بر ترشح هورمون‌های مذکور و متغیرهای ۴ گانه آزمون RAST نسبت به گروه دارونما افزایش یافته، ولی معنادار نبوده و این امر احتمالاً به این دلیل اثر تداخلی مصرف متوالی کراتین و کافئین می‌باشد که کافئین با اثرگذاری بر رهاسازی کاتکولامین‌ها باعث جلوگیری از فعالیت آنزیم فسفودی استراز می‌شود. تصور می‌شود که با بالا رفتن سطح اسیدچرب در دسترس برای بدن، در گلیکوژن عضله صرفه‌جویی شده (۹، ۳۳) و باعث کاهش یا سرکوب کارایی کراتین شده است. همچنین، می‌تواند به دلیل محدودیت و عدم اندازه‌گیری هورمون‌ها در وهله‌های زمانی بعد از فعالیت بی‌هوازی بوده که ممکن است تغییرات در

به گیرنده‌های خاص خود متصل می‌شوند. در نتیجه این اتصال، پیام‌هایی به مغز ارسال می‌شود که متعاقب آن به فرد احساس خستگی دست می‌دهد. کافئین به دلیل شباهت بسیار زیاد با آدنوزین روی گیرنده‌ها قرار می‌گیرد و از ارسال پیام جلوگیری می‌کند (۱۸). مصرف کافئین باعث کاهش آستانه تحریک نورون‌ها می‌شود. در نتیجه فرد به محرک‌های خارجی سریع‌تر واکنش نشان می‌دهد. علاوه بر این، شرایط پذیرش هایپوکسی شدیدتر را برای عضلات نوع دوم b ورزیده بیشتر کند که به دنبال آن آستانه خستگی بی‌هوازی سلول‌ها را بالا خواهد برد (۱۸). به‌علاوه، رهایش کلسیم حاصل از مصرف کافئین تأثیر مستقیم بر تارچه‌ها و نقش مهار کننده بر آنزیم فسفودی‌استراز دارد و سرانجام به تغییرات روند انتقال عصبی-عضلانی از طریق افزایش تحریک فرایند انقباض میوفیلامنت‌های پروتئینی می‌انجامد (۱۰). این یافته‌ها با نتایج به دست آمده از مطالعه اشنایکر و همکاران (۲۰۰۶) و وولف و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد (۳۸، ۳۰). در تمامی مطالعات مذکور مصرف مکمل کافئین توانسته بود عملکرد را به‌طور معناداری افزایش دهد. ولی در مقابل با نتایج پژوهش جردن و همکاران (۲۰۱۲) اثر ۶mg/kg بر عملکرد دوی سرعت تکرار شونده همخوانی ندارد (۲۱). بر اساس یافته دیگر این پژوهش در هر چهار گروه غلظت پلاسمایی هورمون کورتیزول افزایش یافته، اما معنی‌دار نبود. با توجه به اینکه ممکن است کورتیزول در فواصل زمانی پس از فعالیت افزایش پیدا کرده باشد و اوج غلظت پلاسمایی کورتیزول ۳۰ دقیقه پس از فعالیت به وقوع بپیوندد، به سبب

باشگاهی را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که مکمل کراتین، مکمل کافئین و مکمل کراتین-کافئین زمان عملکرد و درصد خستگی را به طور معنی داری نسبت به پیش‌آزمون و دارونما بهبود بخشیده و بر اساس این پژوهش مصرف مکمل کراتین، مکمل کافئین و کراتین-کافئین باعث بهبود زمان اجرا و درصد خستگی می‌شود و برای اجرای فعالیت تناوبی شدید مفید می‌باشد نامخوانی دارد (۹) و همچنین با پژوهش گالانت و ویرا (۲۰۱۵) که مصرف مکمل کراتین و کافئین در فوتبالیست‌های برزیل را مورد بررسی قرار دادند و بهبود عملکرد را گزارش کردند نا همسو است (۱۶).

#### نتیجه‌گیری

مصرف صرف کافئین و یا کراتین باعث بهبود اجرای بی‌هوازی و به تعویق افتادن خستگی می‌شود و بر پاسخ لاکتات و برخی هورمون‌های آنابولیک-کاتابولیک اثر معنی داری دارد. اما، به نظر می‌رسد مصرف کافئین بعد از مکمل‌یاری کراتین اثر نیروافزایی بیشتری نسبت به مکمل کافئین و یا کراتین تنها ایجاد نمی‌کند. بنابراین، به دلیل کارایی مؤثرتر هر یک از این مکمل‌ها بر عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران بهتر است به صورت جداگانه مصرف شوند.

#### تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به مسئولان هیأت هندبال استان گیلان و همه ورزشکارانی که صمیمانه در پژوهش حاضر شرکت کردند و موجبات انجام این پژوهش را فراهم کردند، اعلام می‌دارند.

غلظت هورمون‌های مذکور در فواصل زمانی دیرتری رخ داده باشد. عامل دیگر ممکن است جنسیت و تفاوت در میزان توده عضلانی و تستوسترون پایین‌تر زنان نسبت به مردان و امکان پاسخ کمتر در آن‌ها باشد، که این نتایج با پژوهش واناکاسکی و همکاران (۱۹۹۸) که تأثیر ۳ روز مصرف کراتین (۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) و کافئین (۳ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) را بر ۴۵ دقیقه دوچرخه‌سواری با ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی اندازه‌گیری کردند و اثر معنی داری از مصرف این دو مکمل به طور هم‌زمان را گزارش نکردند و با پژوهش‌های کیسادا و گیلوم (۲۰۱۳) که در آن اثر حاد مصرف کافئین بعد از مکمل‌یاری کراتین بر آستانه بی‌هوازی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که در گروه کافئین آستانه بی‌هوازی بهبود یافت ولی در گروه مصرف متوالی کراتین و کافئین آستانه بی‌هوازی بهبود نیافت (۲۷) و محبی و صمیمیان (۱۳۹۵) که اثر مصرف حاد کافئین بعد از مکمل‌یاری کراتین بر قدرت، استقامت عضلانی و توان بی‌هوازی در زنان تمرین کرده را مورد بررسی قرار دادند و عدم بهبود عملکرد و توان بی‌هوازی را گزارش کردند نیز همخوانی دارد (۸). اما نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های دوهرتی و همکارانش (۲۰۰۲) که در آن تأثیر مصرف حاد کافئین را بعد از ۶ روز مصرف کراتین بررسی کرده و در انتها تأثیر معنی‌دار این روش را گزارش کردند (۱۲) و با نتایج پژوهش نصیری فارسانی و همکاران (۱۳۸۸) نیز که تأثیر مصرف مکمل کراتین و کافئین بر زمان عملکرد و درصد خستگی در بسکتبالیست‌های

## منابع

۱. اراضی، حمید، ابراهیم، محسن. اصغرپور، سپیده. (۱۳۹۰). " بررسی اثر مصرف حاد کافئین بر قدرت استقامت عضلانی و توان بی‌هوازی دختران جوان ورزشکار ". مجله پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش، شماره ۱۱، ص: ۳۷-۴۶.
۲. ابراهیمی، محسن. دمیرچی، ارسلان. رحمانی نیا، فرهاد. میرزایی، بهمن. حسن نیا، صادق. (۱۳۸۷)، " بررسی اثر مصرف کافئین بر فشار خون در هنگام فعالیت زیربیشینه و استراحت در افراد دارای اضافه وزن " غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران. ۶؛ ۶۲۸-۶۲۳.
۳. خالدان، اصغر. میردار، شادمهر. گرچی، محمد. (۱۳۸۵). " تأثیر مصرف مکمل کراتین بر برخی از شاخص‌های عملکردی و ساختاری کشتی‌گیران جوان ". پژوهش‌نامه علوم ورزشی، شماره ۴، ص: ۱-۱۵.
۴. دلفان، بهرام. آرمانفر، صادق. آرمانفر، مصطفی. (۱۳۹۲). " تأثیر تمرینات هوازی و بی‌هوازی بر اضطراب و میزان ترشح هورمون کورتیزول خون کشتی‌گیران جوان ". فصلنامه علمی-پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دوره ۱۵، شماره ۳، مسلسل ۵۶.
۵. رحیمی، رحمان. فرجی، حسن. شیخ الاسلامی وطنی، داریوش. (۱۳۸۸). " تأثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین بر واکنش‌های هورمونی در ورزش مقاومتی ". مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال پنجم، شماره ۳، ص: ۳۹-۴۶.
۶. رنجبر، روح‌الله. کردی، محمدرضا. گائینی، عباسعلی. (۱۳۸۸). " تأثیر مصرف کافئین بر توان بی‌هوازی، شاخص خستگی و سطوح لاکتات خون دانشجویان پسر ورزشکار ". علوم زیستی ورزشی، دوره ۱، شماره ۱، ص: ۱۲۳-۱۳۶.
۷. گائینی، عباسعلی. علی‌دوست قهفرخی، ابراهیم. احمدی، علی. ابوالحسنی، ملیحه. (۱۳۸۷). " تأثیر مصرف کوتاه‌مدت کراتین بر عملکردهای سرعتی و قدرت عضلانی کشتی‌گیران ". مجله علوم زیستی ورزشی، شماره ۳، ص: ۷۷-۹۲.
۸. محبی، حمید. صمیمی یان، فاطمه. (۱۳۹۵). " اثر مصرف حاد کافئین بعد از مکمل‌یاری کراتین بر قدرت، استقامت عضلانی و توان بی‌هوازی در زنان تمرین‌کرده ". پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان.
۹. نصیری فارسانی، مختار. نیکبخت، مسعود. حبیبی، عبدالحمید. زادکریمی، محمدرضا. (۱۳۸۷). " تأثیر مصرف مکمل کراتین و کافئین بر زمان عملکرد و درصد خستگی در بسکتبالیست‌های باشگاهی ". مجله پژوهش در علوم ورزشی، شماره ۲۵، ص: ۱۲۱-۱۳۴.
10. Anselme FB, Collomp K, Mercier B, Ahmadi S and prefaut C. (1992). Caffeine increases maximal power and lactate concentration, Eur. Appl. Physiol. (65): 188-91.
11. Baslom, PD. Soderlud, K. Ekblom, B. (1994). Creatine in humans with special reference to creatine supplementation, Sports. Med. 18(4): 268-80.
12. Doherty, M., Smith, P.M., Davison, R.C., Hughes, M.G. (2002). Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. Med. Sci. Sports. Exerc. Nov; 34(11): 1785-92.
13. Donald MC, Moore J, Mcintyre A, Carmody K, Donne B. (2017). " Acute effects of 24-h sleep deprivation on salivary cortisol and testosterone concentration and testosterone to cortisol ratio following supplementation with caffeine or placebo" Int J Exerc Sci. 10(1): 108-120.

14. Draper, N. and Whyte, G (1997). Here's a new running based test of anaerobic performance for which you need only a stopwatch and a calculator. *Peak performance*, 97: 3-5.
15. Egawa, T, et al.; (2009). Caffeine Acutely Activates 5'adenosine Monophosphate-Activated Protein kinase and Increases Insulin-Independent Glucose Transport in Rat Skeletal Muscles. *Metabolism*. Nov, 58(11): 1609-17.
16. Galante Inácio, S., Vieira D O, G., Silveira Alvares, T. (2015) "Caffeine and Creatine Content of Dietary Supplements Consumed by Brazilian Soccer Players". *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* 26(4): 323-329.
17. Goldstein E.et al. (2010). Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. *Int Soci Sport Med.* 7(18): 1-6.
18. Graham TE, et al, (1998), Impact of various doses of caffeine on catecholamine and metabolism during exercise, *J Apple Physiol*, 78(4) pp: 867-874.
19. Hasani-Ranjbar S, Soleymani Far E, Heshmat R, Rajabi H, Kosari H. (2012). Time course responses of serum GH, insulin, IGF-1, IGFBP1, and IGFBP3 concentrations after heavy resistance exercise in trained and untrained men. *Endocrine*. Feb. 41(1): 144-51.
20. Hoffman, J.R. Stout, J. Falvo, M. Kang, J. Ratamess, N.A. (2005). Effect of low dose short duration creatine supplementation on anaerobic exercise performance. *J. Strength Cond. Res.* 19(2):260-4.
21. Jordan L.Sh.And Naclerio F.(2014).Ergogenic Aids And Female Athlete.Springer Science -Business Media Network.
22. Keith A.Stokes, Dave Sykes, Kate L.Gilbert, Jian-Wen Chen, Jan Frystyk.Brief. (2010). High intensity exercise alters serum ghrelin and growth hormone concentrations but not IGF-I, IGF-II or IGF-I bioactivity. *Growth Hormone & IGF-1 Res.* 20(4): 289-94.
- 23..Koistine H, Koistinen R.,Selenius L, Ylikorkala O, Seppala M. (1996). Effect of marathon run on serum IGF-I and IGF- binding protein 1 and 3 levels. *J.Appl.Physiol.* 80: 760-764.
24. Kraemer WJ,Spiering BA, Volek JS, Ratamess NA,sharman MJ,Rubin MR,et al. Androgenic responses to resistance exercise :effects of feeding and L-carnitine .*Med Sci Exerc* 2006;38(7):1288-96.
25. Odland. L, Mac Dougall. J, Tarnopolsky. M, Elorriage. A, Borgmann. A, (1997), Effect of oral creatine supplementation on muscle [PCr] and short-term maximum power output, *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 29, 216-219.
26. Psilander N.D, amsgaard R, Pilegaard H. (2003). Resistance exercise alters MRF and IGF-1 mRNA content in human skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.* 95:1038-104.
27. Quesada, T. Gillum T. (2013). Effect of Acute Creatine Supplementation and Subsequent Caffeine Ingestion on Ventilatory Anaerobic Threshold. *J. Exerc Physiol.* 16(4): 112-20.
28. Rawson ES, Volek JS. (2003). Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strength and weightlifting performance. *J Strength Cond Res.* 17(4):822-31.
- 29..Roith D.L, Bondy C, akarS.Y.,Liu J.L.,Butler A, (2001). The somatomedin hypothesis. *Endocrinol. Rev.* 22(1): 63-74.



30. Schneiker, K.T., Bishop, D., Dawson, B. and Hackett, L.p. (2006). Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 38(3): 578-85.
31. Schwarz A.J, Brasel J.A, Hintz R.L, S.Mohan D.M. Cooper. (1996). Acute effect of brief low and high – intensity exercise on circulating insulin-like growth factor (IGF) I,II, and IGF-binding protein-3 and its proteolysis in young healthy men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 81(10): 3492-3497.
32. Smith. JC, Stephens. DP, Hall. El. (1998). Effect of oral creatine ingestion on parameters of the work rate-time relationship and time to exhaustion in high-intensity cycling, *Eur J Appl Physiol.* 77(4): 360-65.
33. Stuart GR, Hopkins WG, Cook C, Cairns SP, (2005), Multiple effects of caffeine on stimulated high-intensity team-sport performance, *Med Sci Sport Exers*, 37: 1998-2005.
34. Takaya K., Ariyasu H., Kanamoto N, et al. (2000). Chrelin strongly stimulates growth hormone (GH) release in humans. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 85(12): 4908-11.
35. Tokish J.M., Kocher M.S. and Hawkins R.J. (2004). Ergogenic Aids A Review of Basic science, Performance, Side effects, and Status in Sports. *Am. J. Sports Med.* 32(6): 1543-53.
36. Vanakoski J.J, Kosunen VV, Maririnne EE, Seppala TT. (1998). Creatine and caffeine in pharmacokinetic considerations. *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.* 36(5): 258-62.
37. Vandenberghe, K., Gillis, N.; Van Leemputte, M.; Van Hecke, P.; Vanstapel, F.; Hespel P. (1996). Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. *J. Appl. Physiol.* Feb; 80(2): 452-7.
38. Woolf, K.; Bidwell, WK.; Carlson, A.G. ( 2008). The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* Aug; 18(4): 412-29.





**Metabolism and Exercise**  
A bioannual journal

**Vol 6, Number 1, 2016**



**The effect of creatine and caffeine consecutive supplementation on lactate and adrenaline, cortisol, IGF-1 hormones response to anaerobic test in young female handball players**

**Arazi H<sup>1</sup>\*, Dehlavinejad N<sup>2</sup>**

Received: 1/10/2016

Accepted: 19/2/2017

**Abstract**

**Aim:** Due to improved Anaerobic performance following creatine or caffeine supplementation and ambiguity and contradiction regarding consecutive effect of creatine and caffeine supplementation, the purpose of this study was to examine the effect of creatine and caffeine consecutive supplementation on lactate and adrenaline, cortisol, insulin like growth factor (IGF-1) hormones response to anaerobic test in young female handball players.

**Method:** 30 club female handball players were randomly assigned to 4 groups: placebo, creatine (Cr group consumed 20 g of creatine, 4 doses 5 g per day for 7 days), caffeine (capsule containing 6 mg/kg Caff) and creatine-caffeine (Cr group consumed 20 g of creatine, 4 doses 5 g per day for 7 days and capsule containing 6 mg/kg Caff). 50 minutes following ingestion of the capsules (Caff/Placebo), 5ml blood sample obtained from brachial vein subjects to measure aforementioned hormones and values recorded as pre-test. Then, subjects performed the RAST protocol. Again, blood samplings were taken immediately following the protocol and as post-test values were recorded.

**Results:** Changes of plasma levels of lactate in creatine group at posttest was higher than the control group ( $P < 0.05$ ), but there was no difference in serum levels of cortisol between intervention groups and serum levels of adrenaline in caffeine group at posttest was higher than the control group. Also, serum levels of IGF-1 in caffeine group was lower than the control group. Moreover, fatigue index and maximum power in caffeine group were higher than the control group and compared to the other groups ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** Consecutive consumption of creatine and caffeine on lactate and anabolic-catabolic hormones response likely had not ergogenic effect and only lactate response in creatine group and hormonal changes and anaerobic performance in caffeine group were significant.

**Keywords:** Ergogenic substances, Athletes, Stress hormones, Anaerobic test.

1. Associate Professor, University of Guilan, 2. MSc Student in Exercise Physiology

\*Email: hamidarazi@yahoo.com