



دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

گروه فیزیولوژی ورزشی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه

مجید گنجی

استاد راهنما:

دکتر علی حسنی

استاد مشاور:

عادل دنیائی

تیر ۱۳۹۴

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

بررسی تاثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی،
بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه

دانشجو:

مجید گنجی

استاد راهنما:

دکتر علی حسنی

استاد مشاور:

عادل دنیائی

پایان‌نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تیر ۱۳۹۴

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: *فیزیک*
گروه:

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای / خانم مجید گنجی به شماره دانشجویی: ۹۲۱۲۲۸۴
تحت عنوان: بررسی تاثیر مصرف مکمل کافئین در زمان های مختلف بر عملکرد هوازی، بی هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان
استقامت نخبه

در تاریخ ۱۳۹۴/۰۴/۲۴ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد *فیزیک ورزشی* مورد ارزیابی و با
درجه *عالی* مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
<i>[Signature]</i>	نام و نام خانوادگی: عادل دنیایی	<i>[Signature]</i>	نام و نام خانوادگی: دکتر علی حسنی
	نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:

امضاء	تمایندة تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
<i>[Signature]</i>	نام و نام خانوادگی: دکتر سید رضا حسینی نیا	<i>[Signature]</i>	نام و نام خانوادگی: دکتر حسن بحرالمکرم
		<i>[Signature]</i>	نام و نام خانوادگی: دکتر علی بونسیان



تقدیم

تقدیم به پدر و مادر عزیزتر از جانم، آن دو فرشته‌ی مهربانی که با صبوری، فداکاری و دعا‌های خیرشان در تمامی مراحل زندگی در کنار من بوده‌اند

و

تقدیم به خواهران مهربانم که همیشه حامی من بوده‌اند.

تشکر و قدردانی

کوته نتوان کرد که این قصه دراز است

شرح شکن زلف خم اندر خم جانان

از استاد گران‌قدم؛ جناب آقای دکتر حسنی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، خالصانه تشکر می‌نمایم.

از استاد بزرگوار؛ جناب آقای دنیائی که همواره از راهنمایی‌ها و نظرات راه‌گشایشان بهره بردم، کمال سپاس و تشکر را دارم.

و در انتها از تمام دوستان ارجمندم که به نحوی مرا در انجام این تحقیق یاری نمودند، قدردانی و تشکر می‌نمایم.

تعهدنامه

اینجانب مجید گنجی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی - گرایش سلامت و تندرستی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه:

بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه، تحت راهنمایی دکتر علی حسنی متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه شاهرود» و یا «Shahrood University» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (با بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه‌ی اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه بود. ۱۳ مرد دونده استقامتی (با میانگین سن: 27.72 ± 19.07 سال و شاخص توده بدنی 21.12 ± 2.04 کیلوگرم بر مترمربع) به‌طور داوطلبانه در دسترس انتخاب شدند. تحقیق از نوع نیمه تجربی و یک‌سو کور متقاطع بود و طرح تحقیق به‌گونه‌ای طراحی شد که آزمودنی‌ها چهار مرتبه بافاصله سه روز در یکی از چهار حالت: ۱. دارونما (پودر نشاسته به‌صورت کپسول)، ۲. مصرف کافئین (6mg/kg) ۳۰ دقیقه قبل فعالیت، ۳. مصرف کافئین (6mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل فعالیت ۴. و مصرف کافئین (6mg/kg) ۱۵۰ دقیقه قبل فعالیت، قرار بگیرند. در هر جلسه آزمودنی‌ها، آزمون بروس را تا حد واماندگی برای عملکرد هوازی، آزمون وینگیت را با تمام توان برای عملکرد بی‌هوازی (اوج توان، میانگین توان و شاخص خستگی) و آزمون تکرار تا خستگی با ۷۰ درصد 1RM را برای استقامت عضلانی در حرکت اسکات پا اجرا کردند. داده‌ها با استفاده از آزمون کلوموگراف - اسمیرنوف و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معناداری $P \leq 0.05$ تحلیل شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد، مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار عملکرد هوازی ($P=0/001$)، ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار اوج توان بی‌هوازی ($P=0/010$)، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار میانگین توان بی‌هوازی ($P=0/001$)، ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار استقامت عضلانی ($P=0/025$) و ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به جلسه دارونما باعث افزایش معنادار حجم آزمون استقامت عضلانی ($P=0/036$) می‌شود، نتایج تحقیق نشان داد که مصرف مکمل کافئین (6mg/kg) در زمان‌های ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی ($\text{VO}_{2\text{max}}$)، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش میانگین توان بی‌هوازی، ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش اوج توان بی‌هوازی و ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش استقامت عضلانی و حجم آزمون استقامت عضلانی می‌شود.

واژه‌های کلیدی : کافئین، زمان، هوازی، بی‌هوازی، استقامت عضلانی، دوندگان استقامت، نخبه

۱	فصل اول: کلیات تحقیق
۲	۱-۱ مقدمه
۳	۱-۲ بیان مسئله
۶	۱-۳ اهمیت و ضرورت پژوهش
۶	۱-۴ اهداف تحقیق
۶	۱-۴-۱ هدف کلی
۷	۱-۴-۲ اهداف اختصاصی
۷	۱-۵ فرضیه‌های تحقیق
۸	۱-۶ پیش فرض‌ها تحقیق
۹	۱-۷ محدودیت‌های تحقیق
۹	۱-۷-۱ محدودیت های خارج از کنترل محقق
۹	۱-۷-۲ محدودیت های تحت کنترل محقق
۱۰	۱-۸ تعریف مفهومی و عملیاتی اصطلاحات و واژه‌ها
۱۰	۱-۸-۱ کافئین
۱۰	۱-۸-۲ اجرای هوازی
۱۱	۱-۸-۳ توان بی‌هوازی
۱۱	۱-۸-۳-۱ توان اوج
۱۱	۱-۸-۳-۲ میانگین توان
۱۲	۱-۸-۳-۳ شاخص خستگی
۱۲	۱-۸-۴ اجرای استقامت عضلانی

۱۲	۵-۸-۱. زمان‌های مصرف کافئین
۱۳	۶-۸-۱. دوندگان استقامت نخبه
۱۵	فصل دوم : مبانی نظری و ادبیات تحقیق
۱۶	۱-۲. مقدمه
۱۷	۲-۲. مبانی نظری
۱۷	۱-۲-۲. کافئین
۱۸	۲-۲-۲. فارماکولوژیک کافئین
۲۱	۳-۲-۲. خواص بیوشیمیایی
۲۲	۴-۲-۲. آثار کافئین بر بافت‌های هدف
۲۲	۵-۲-۲. سیستم اعصاب مرکزی
۲۳	۶-۲-۲. سیستم قلب و عروق
۲۴	۷-۲-۲. عضله صاف
۲۵	۸-۲-۲. عضله اسکلتی
۲۸	۹-۲-۲. عملکرد دیورتیکی
۲۸	۱۰-۲-۲. لخته شدن خون
۲۹	۱۱-۲-۲. آثار جانبی دیگر
۲۹	۱-۱۱-۲. کاهش خواب
۲۹	۲-۱۱-۲. عکس‌العمل
۲۹	۳-۱۱-۲. هوشیاری ذهنی
۳۰	۴-۱۱-۲. انتقال عصبی عضلانی
۳۱	۵-۱۱-۲. رهایش FFA

۳۶	۲-۲-۱۲. مکانیسم اثر
۳۷	۲-۲-۱۳. زمان بندی مصرف
۳۹	۲-۲-۱۴. مصرف درازمدت کافئین در ورزشکاران
۳۹	۲-۲-۱۵. سوء مصرف در ورزشکاران
۴۰	۲-۲-۱۶. عوارض جانبی
۴۱	۲-۲-۱۷. عوارض جانبی در ورزشکاران
۴۱	۲-۳. پیشینه تحقیق
۴۱	۲-۳-۱. مروری بر تحقیقات کافئین و ورزش شدید کوتاه مدت
۴۳	۲-۳-۲. مروری بر تحقیقات کافئین و استقامت عضلانی
۴۴	۲-۳-۳. مروری بر تحقیقات کافئین و توان هوازی (VO_{2max})
۴۵	۲-۴. جمع بندی پیشینه تحقیق
۴۷	فصل سوم روش شناسی تحقیق
۴۸	۳-۱. مقدمه
۴۸	۳-۲. روش شناسی تحقیق
۴۸	۳-۲-۱. جامعه آماری
۴۸	۳-۲-۲. نمونه آماری و انتخاب نمونه
۴۹	۳-۲-۳. متغیرهای تحقیق
۴۹	۳-۲-۳-۱. متغیرهای مستقل
۴۹	۳-۲-۳-۲. متغیرهای وابسته
۴۹	۳-۲-۴. ابزار وسایل اندازه گیری
۵۱	۳-۲-۵. انواع آزمون

۵۱	۳-۲-۵-۱. آزمون وینگیت
۵۲	۳-۲-۵-۲. آزمون بیشینه بروس
۵۳	۳-۲-۵-۳. آزمون اسکات پا
۵۴	۳-۲-۶. طرح تحقیق
۵۴	۳-۲-۷. روش اجرایی تحقیق
۵۵	۸-۳-۲. ملاحظات تغذیه‌ای و تمرینی
۵۵	۳-۲-۹. روش جمع‌آوری اطلاعات
۵۶	۳-۲-۱۰. روش آماری
۵۷	۳-۲-۱۱. ملاحظات اخلاقی
۵۹	فصل چهارم یافته‌های تحقیق
۶۰	۴-۱. مقدمه
۶۰	۴-۲. یافته‌های توصیفی
۶۲	۴-۳-۱. آزمون فرضیه اول (مربوط به هوازی)
۶۴	۴-۳-۲. آزمون فرضیه دوم (اوج توان بی‌هوازی)
۶۶	۴-۳-۳. آزمون فرضیه سوم (مربوط به میانگین بی‌هوازی)
۶۸	۴-۳-۴. آزمون فرضیه چهارم (مربوط به شاخص خستگی)
۶۹	۴-۳-۵. آزمون فرضیه پنجم (مربوط به استقامت عضلانی اندام تحتانی)
۷۱	۴-۳-۶. آزمون فرضیه ششم (مربوط به حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی)
۷۳	فصل پنجم بحث و نتیجه‌گیری
۷۴	۵-۱. مقدمه
۷۴	۵-۲. خلاصه تحقیق

۷۵	۵-۳. بحث و بررسی
۸۴	۵-۴. نتیجه‌گیری کلی
۸۴	۵-۵. پیشنهادات
۸۵	۵-۵-۱. پیشنهادات برگرفته از تحقیق
۸۵	۵-۵-۲. پیشنهادات برای سایر محققین و تحقیقات آینده
۹۱	منابع
۱۰۶	چکیده انگلیسی
پیوست‌ها	
۸۸	پیوست ۱ : پرسشنامه همکاری و رضایت نامه
۸۹	پیوست ۲ : پرسشنامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی، ورزشی

فهرست اشکال و نمودارها

۵۰	شکل ۱-۳ : مکمل کافئین
۵۰	شکل ۲-۳ : دستگاه تردمیل
۵۰	شکل ۳-۳ : دستگاه اندازه گیری ترکیب بدنی
۵۰	شکل ۴-۳ : دوچرخه کار سنج مونا رک
۵۱	شکل ۵-۳ : دستگاه اسکات پا
۵۱	شکل ۶-۳ : ترازو دیجیتال آزمایشگاهی
۶۴	نمودار (۱-۴). تغییرات توان هوازی در زمان‌های مختلف
۶۶	نمودار (۲-۴). تغییرات اوج توان بی‌هوازی در زمان‌های مختلف
۶۷	نمودار (۳-۴). تغییرات میانگین توان بی‌هوازی در زمان‌های مختلف
۶۹	(نمودار ۴-۴). تغییرات شاخص خستگی در زمان‌های مختلف
۷۰	(نمودار ۴-۵). تغییرات استقامت عضلانی اندام تحتانی در زمان‌های مختلف
۷۲	(نمودار ۴-۶). تغییرات حجم آزمون استقامت عضلانی در زمان‌های مختلف

فهرست جداول

۵۳	جدول (۳-۱): مراحل اجرای آزمون بروس
۶۰	جدول ۱-۴: یافته‌های توصیفی مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها
۶۱	جدول ۲-۴: نتایج حاصل از توزیع طبیعی داده‌ها (آزمون کلموگروف-اسمیرنوف)
۶۲	جدول ۳-۴: ادامه نتایج حاصل از توزیع طبیعی داده‌ها (آزمون کلموگروف-اسمیرنوف)
۶۳	جدول (۴-۴): داده‌های مربوط به حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})
۶۵	جدول (۴-۵): داده‌های اوج توان بی‌هوازی
۶۶	جدول (۴-۶): داده‌های میانگین توان بی‌هوازی
۶۸	جدول (۴-۷): داده‌های شاخص خستگی
۶۹	جدول (۴-۸): داده‌های استقامت عضلانی اندام تحتانی
۷۱	جدول (۴-۹): داده‌های حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی

فصل اول

کلیات تحقیق

تلاش برای افتخار هرگز پایان نمی‌یابد. ورزشکاران اغلب تمایل دارند هر چیزی که عملکرد آن‌ها را بهبود می‌بخشد، تجربه کنند. برای بعضی‌ها این تجربه ممکن است یک رژیم غذایی مخصوص باشد و برخی دیگر ممکن است برای تغییر حالت‌های روانی روی کاهش استرس یا هیپنوتیزم تکیه کنند. البته هنوز کسانی هستند که سعی در استفاده از داروها یا هورمون‌ها دارند (۱)

مواد یا پدیده‌هایی که عملکرد یک ورزشکار را افزایش می‌دهند تحت عنوان کمک‌های نیروافزا شناخته می‌شوند (۱) مواد تغذیه‌ای نیروزا موادی‌اند که تأثیر فزاینده‌ای بر عملکرد ورزشی دارند. این تأثیر نه تنها جسمی، بلکه روانی نیز می‌تواند باشد. از زمانی که کنترل بر روی استروئیدهای آنابولیک و سایر مواد غیرمجاز افزودنی عملکرد، شدت پیدا کرد مواد گوناگون دیگری به‌عنوان جایگزین ایمن و مجاز در پیش رو قرار گرفتند. یکی از این مواد جایگزین کافئین است (۲)

کافئین (۱۷۳ و ۷- تری متیل گزانتین) آلکالوئیدی محرک است و از شایع‌ترین داروهای مصرفی در جهان است (۳). معمول‌ترین شکل مصرفی کافئین قهوه است که تقریباً ۵۴ درصد شکل مصرفی کافئین را در جهان تشکیل می‌دهد. چای ۴۳ درصد و بقیه موادی که حاوی کافئین هستند (مثل شکلات، نوشیدنی‌های ورزشی، داروها و ...) تنها ۳ درصد شکل مصرفی کافئین را تشکیل می‌دهند (۴) این دارو در شکل‌های مختلف به‌وسیله توده مردم، اما به‌طور منظم به‌وسیله ورزشکاران در فعالیت‌های ورزشی جهت سود جستن از خواص ارگوژنیک آن استفاده می‌شود. کافئین یکی از مکمل‌های نیروافزای ضعیفی است که به مساوی توسط ورزشکاران رشته‌های هوازی و بی‌هوازی استفاده می‌شود (۱)

یک توجیه سنتی در مورد اثر انرژی‌زایی کافئین این بود که سیستم عصبی مرکزی را تحریک کرده و منجر به حرکت (آزاد شدن) اسیدهای چرب آزاد از بافت چربی می‌شود که این موضوع، جذب اسید

چرب توسط عضله و سپس اکسیداسیون را در جهت حمایت از تولید انرژی افزایش دهد که از طریق این مکانیسم، استفاده از گلیکوژن کاهش یابد(۲).

کافئین روی سیستم عصبی مرکزی اثری تحریکی دارد زیرا مدت زمان اندک این گونه فعالیتها (فعالیت‌های شدید کوتاه مدت) کوتاه تر و محدودتر از آن است که بتواند تأثیر معنی داری بر گلیکوژن عضله بگذارد. بنابراین ممکن است کافئین بانفوذ بر فرآیندهایی که تحرک سیستم عصبی را تعیین می کند، عملکرد را افزایش دهد. این احتمال نیز وجود دارد که کافئین بر پردازش تحریکاتی که از محیط به سیستم عصبی مرکزی وارد می شوند، تأثیر بگذارد؛ مانند کاهش آگاهی احساسات مربوط به خستگی عضله(۲) مشاهدات دیگر نشان داده است که کافئین بر پردازش محرکی که از محیط وارد سیستم عصبی مرکزی می شود، مؤثر است. حداقل قسمتی از این آثار موضعی را می توان با افزایش غلظت کلسیم در سلول عضلانی، یا کاهش از دست دادن پتاسیم از سلولها، هنگام فرآیند انقباضات مکرر توجیه کرد(۲)

۲- بیان مسئله

کافئین یکی از گسترده ترین داروهای مصرفی در جهان است و به عنوان یک کمک نیروافزا بین بسیاری از ورزشکاران معرفی شده است(۵). بعضی از آثار پیشنهادی کافئین مرتبط با ورزش شامل افزایش ترشح کاتکولامین ها (۶) افزایش رهایی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک (۷) و بهبود انقباض پذیری عضله اسکلتی است(۸). بعلاوه، اگرچه مکانیسم های دقیق به طور کامل شناسایی نشده اند، پیشنهاد شده است کافئین می تواند تولید نیرو را با افزایش انتقال عصبی عضلانی(۹) و توانایی رسیدن به حداکثر فعالیت عضلانی(۸) بهبود بخشد.

جذب کافئین پس از مصرف خوراکی ۱۰۰٪ است و می تواند ۵ دقیقه پس از خوردن در خون پدیدار گردد. یک نکته مهم آنکه هرچند حداکثر غلظت پلاسمایی آن معمولاً ۶۰-۳۰ دقیقه پس از مصرف خوراکی ظاهر می شود، ولی این مدت می تواند به خاطر تفاوت های فردی در تخلیه معده بین ۱۵ تا

۱۲۰ دقیقه متغیر باشد (۱۰). مصرف این ماده را کمیته ملی المپیک محدود کرده، به طوری که میزان کافئین ادرار ورزشکار نباید بیشتر از ۱۲ میکروگرم در هر میلی لیتر باشد (۱۱). میزان بهینه مصرف کافئین 6mg/kg یا ۸۰۰ میلی گرم توصیه شده است (۱۲).

از جمله تحقیقاتی که بر عملکرد هوایی و بر روی یک زمان خاص کار شده است، و می توان به آن ها اشاره کرد تحقیق برایان رابرت^۱ و همکاران (۱۹۹۵) است که به بررسی اثر مصرف مکمل کافئین (6mg/kg) ۱۵۰ دقیقه قبل از شنای ۱۵۰۰ متر در ۷ مرد و ۴ زن شناگر حرفه ای پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مصرف کافئین در مقایسه با دارونما در بهبود رکود شناگران تأثیر معناداری داشت (۱۳). تحقیق مک لارن^۲ و همکاران (۲۰۰۷) اثر مصرف دوز پایین مکمل کافئین ($1/5\text{mg/kg}$ الی ۳) ۳۰ دقیقه قبل از دوچرخه سواری در حالت زیر بیشینه برای کاهش ضربان قلب در ۹ مرد غیر مصرف کننده کافئین بررسی شد. و نتایج نشان دهنده، کاهش معنی دار در افزایش ضربان قلب، افزایش کار آیی استفاده از انرژی (سوخت) و غیر معنادار بودن افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی را نشان داد (۱۴).

در گزارش گراهام^۳ و همکاران (۱۹۹۵) افراد ۶۰ دقیقه قبل از پدال زدن با ۸۵ درصد $\text{VO}_{2\text{max}}$ روی چرخ کار سنج، کافئین یا دارونما مصرف کردند. گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل مدت زمان بیشتری رکاب زدند (۱۵).

آثار کافئین روی عملکرد بی هوایی بیشینه به خوبی مشخص نشده است. برای مثال بل^۴ و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که مکمل کافئین (5mg/kg) ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت بر اوج توان، در آزمون بی هوایی وینگیت تأثیری ندارد (۱۶). باوجود این، انسلمه^۵ و همکاران (۱۹۹۲) اظهار کردند مصرف

1- Brian Robert
2- McClaran

3- Graham
4- Bell

5- Anselme

۲۵۰ میلی گرم نیم ساعت قبل از فعالیتی که از ۶ ثانیه دوچرخه زدن با تمام قدرت با بارهای متفاوت، تشکیل شده بود، اوج برون ده توان را در تمام بارها افزایش داد(۱۷). در تحقیقی دیگر ویلیامز و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که مصرف کافئین ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت بر توان بی‌هوازی بیشینه ورزشکاران اثرگذار نیست(۱۸)

آثار کافئین بر اجرای استقامت عضلانی، کمتر مورد توجه قرار گرفته و نتایج آن‌ها نیز متفاوت بوده است (۲۱،۲۰،۱۹) در این زمینه، در تحقیقی گرین^۱ و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مصرف کافئین (۶mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت موجب افزایش معنادار در تعداد تکرار پرس پا می‌شود(۱۹). جاکوبز^۲ و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که مصرف کافئین (۴mg/kg) ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت سه نوبت سوپر ست پرس پا (۸۰ درصد 1RM) در ۱۳ مرد تمرین کرده مقاومتی بررسی کرد و تأثیر معناداری بر استقامت عضلانی در مردان تمرین کرده مقاومتی مشاهده نکردند(۲۰). پاسترنک^۳ (۲۰۰۰) اثر مصرف ۴ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را بر سه نوبت سوپر ست پرس پا (۸۰ درصد 1RM) بررسی کرد. آزمودنی‌ها ۱۳ مرد فعال بودند و نتایج به دست آمده تفاوت معناداری را بین کافئین و دارونما در پرس پا نشان ندادند(۲۱).

اکثر تحقیقات انجام شده بر روی یک‌زمان خاص تمرکز داشتند. در این تحقیقات، مقایسه بین زمان‌های متفاوت مصرف کافئین و تأثیر آن بر عملکردهای مختلف کمتر مورد توجه قرار گرفته است و تنها تحقیقی که روی زمان‌های مختلف کار شده بود تحقیق داگلاس^۴ و همکاران (۲۰۰۲) بود که انجام ورزش استقامتی، ۳،۱ و ۶ ساعت پس از مصرف مکمل کافئین در ۱۳ نفر مصرف‌کننده و ۸ نفر غیر مصرف‌کننده کافئین بررسی کردند و نتایج نشان داد که مصرف کافئین در تمامی زمان‌ها باعث

1- Green
2- Jacobs
3- Pasternak
4- Douglas

افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) می‌شود و این افزایش در ۶۰ دقیقه پس از مصرف کافئین از دیگر زمان‌ها بالاتر بود. همچنین تأثیر کافئین در افراد غیر مصرف‌کننده کافئین بیشتر بود (۲۲).

از طرف دیگر، فاصله زمانی مطلوب بین مصرف مکمل و اجرای آزمون جزو مواردی است که همواره توجه محققان را به خود معطوف داشته است. با این حال به نظر می‌رسد تحقیقات کمی در مورد تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی ورزشکاران حرفه‌ای انجام شده است. از آن رو بر آن شدیم که تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه را بررسی کنیم.

۱-۳ اهمیت و ضرورت تحقیق:

با توجه به آنکه ورزش دوومیدانی جز رشته‌های مدال‌آور بوده و ورزشکاران برای کسب موفقیت بیشتر در این رشته به دنبال مصرف مکمل‌های مجاز می‌باشند، همچنین با توجه به آنکه مصرف مکمل کافئین با دوز مصرفی (6mg/kg) مورد تأیید کمیته ملی المپیک قرار گرفته است (۱۲) و جزو محبوب‌ترین مکمل‌های مورد استفاده دوندگان استقامت است و از آنجاکه زمان مصرف هرگونه مکمل از جمله کافئین می‌تواند بر نتایج و عملکرد ورزشکاران تأثیر گذارد، بر آن شدیم تا تأثیر مکمل کافئین را در زمان‌های مختلف بر روی عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی دوندگان استقامت نخبه شاهرود بررسی کنیم نتایج آن را در اختیار صاحب‌نظران، مربیان، و ورزشکاران و... قرار دهیم.

۱-۴ اهداف تحقیق

۱-۴-۱ هدف کلی:

بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر روی عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه

۲-۴-۱ اهداف اختصاصی

۱. تعیین تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) دوندگان استقامت نخبه
۲. تعیین تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد اوج توان بی‌هوازی دوندگان استقامت نخبه
۳. تعیین تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد میانگین توان بی‌هوازی دوندگان استقامت نخبه
۴. تعیین تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد شاخص خستگی دوندگان استقامت نخبه
۵. تعیین تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه
۶. تعیین تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه

۱-۵ فرضیه‌های تحقیق

۱. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت و اثر آن بر روی عملکرد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود دارد.
۲. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت و اثر آن بر روی عملکرد اوج توان بی‌هوازی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود دارد.

۳. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت و اثر آن بر روی عملکرد میانگین توان بی‌هوازی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود دارد.

۴. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت و اثر آن بر روی عملکرد شاخص خستگی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود دارد.

۵. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت و اثر آن بر روی عملکرد استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود دارد.

۶. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت و اثر آن بر روی عملکرد حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود دارد.

۱-۶. پیش‌فرض‌های تحقیق

برای کسب نتایج دقیق در تجزیه و تحلیل آماری داده‌های تحقیق پیش‌فرض‌های زیر در نظر گرفته شده است:

- آزمودنی‌ها در جلسات آزمون به‌طور منظم شرکت می‌کنند
- تمام جلسات آزمون مطابق برنامه‌های از پیش تعیین شده برگزار شد.
- سعی شده از آزمون‌ها و وسایل اندازه‌گیری با اعتبار و روایی بالا استفاده شود.
- شیوه آزمون در هر چهار جلسه برای همه یکسان بود.

۱-۷. محدودیت‌های تحقیق

محدودیت‌های که در این تحقیق وجود داشته را می‌توان در دو قسمت شامل محدودیت‌های غیرقابل کنترل و محدودیت‌های قابل کنترل طبقه‌بندی کرد که در ادامه آن‌ها را بیان خواهیم کرد:

۱-۷-۱. محدودیت‌های خارج از کنترل محقق

- ویژگی‌های ارثی و سازه‌های ژنتیکی آزمودنی‌ها
- میزان و نوع فعالیت‌های روزمره آزمودنی‌ها
- عدم امکان کنترل وضعیت روحی و روانی آزمودنی‌ها در هنگام اجرای آزمون
- شرایط روانی و انگیزه آزمودنی‌ها به هنگام اجرای آزمون‌ها خارج از کنترل محقق بود ولی سعی محقق برافزایش انگیزه در بین آزمودنی‌ها بوده است
- کنترل دقیق خواب آزمودنی‌ها امکان‌پذیر نبود. درعین‌حال به آن‌ها توصیه‌شده بود که شب قبل از فعالیت حداقل ۷ ساعت بخوابند.

۲-۷-۱. محدودیت‌های تحت کنترل محقق

- برخورداری از سلامت بدنی و عدم استفاده از دارو و ... با توجه به سؤالات مطرح‌شده در پرسشنامه
- دو و میدانی کار بودن آزمودنی‌ها و اجرای فعالیت ورزشی مداوم حداقل به مدت دو سال
- عدم انجام فعالیت‌های سنگین توسط آزمودنی‌ها در ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون‌ها
- پرهیز از مصرف کافئین ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمون‌ها
- پرهیز از مصرف غذا ۴ ساعت قبل از انجام آزمون
- میزان و نوع مکمل مصرفی آزمودنی‌ها

- مکان، شرایط و ایمنی وسایل برگزاری آزمون

- دمای محیط تمرین

- اجرای مانور تست برای همه آزمودنی‌ها توسط فرد محقق و متخصص انجام گرفته است

۸-۱. تعریف مفهومی و عملیاتی اصطلاحات و واژه‌ها

در این بخش واژه‌ها و اصطلاحات اصلی مورد استفاده در تحقیق بیان شده و توضیح مختصری در مورد هر یک داده خواهد شد:

۸-۱-۱. کافئین

الف. تعریف مفهومی: کافئین (۱ و ۳ و ۷- تری متیل گزانتین) آلکالوئیدی محرک است و از شایع‌ترین داروهای مصرفی در جهان است (۳). این دارو در شکل‌های مختلف به وسیله توده مردم، اما به طور منظم به وسیله ورزشکاران در فعالیت‌های ورزشی جهت سود جستن از خواص ارگوژنیکی آن استفاده می‌شود. کافئین یکی از مکمل‌های نیروافزای ضعیفی است که به مساوی توسط ورزشکاران رشته‌های هوازی و بی‌هوازی استفاده می‌شود (۱)

ب. تعریف عملیاتی: در این تحقیق میزان دوز مصرفی کافئین ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، ۶۰، ۳۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت با فاصله ۳ روز از هم برای هر متغیر وابسته استفاده شد.

۸-۱-۲. اجرای هوازی

تعریف مفهومی: آمادگی قلبی و تنفسی، معیار خوبی برای راندن خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها هنگام فعالیت و مصرف هر چه بیشتر اکسیژن در این بافت‌هاست. به همین علت درجه‌های بالای آمادگی قلبی تنفسی در بیشتر ورزش‌ها ضروری هستند. حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})، بیشترین مقدار اکسیژنی است که فرد هنگام تمرین بیشینه به مصرف می‌رساند و بسیاری از کارشناسان علوم

ورزشی آن را بهترین شاخص برای ارزیابی آمادگی هوازی و عاملی باری پیشگوی موفقیت ورزشکاران در فعالیت‌های استقامتی معرفی کرده‌اند. (۱۱۳).

تعریف عملیاتی: منظور از اجرای هوازی در این پژوهش، دویدن روی دستگاه نوار گردان (پروتکل بروس بیشینه) تا سر حد خستگی جهت برآورد توان هوازی می‌باشد.

۳-۸-۱. توان بی‌هوازی

الف. تعریف مفهومی: توان بی‌هوازی که یکی از اجزای آمادگی جسمانی است توانایی زیست حرکتی مهمی در ورزش‌هایی است که نیاز به اجرای فعالیت‌های کوتاه‌مدت و سریع با بازده توان حداکثر دارند (۱۱۲).

ب. تعریف عملیاتی: در این تحقیق منظور اوج توان بی‌هوازی، میانگین توان بی‌هوازی و شاخص خستگی است که در این پژوهش، ۳۰ ثانیه پا زدن با تمام نیرو و توان روی دوچرخه وینگیت می‌باشد.

۱-۳-۸-۱ اوج توان

اوج توان: (Peak power) عبارت است از بالاترین توان به‌دست‌آمده در مدت ۵ ثانیه

۲-۳-۸-۱ میانگین توان

میانگین توان: (Mean power) یا توان میانگین بی‌هوازی عبارت است از میانگین کار انجام‌شده در مدت ۳۰ ثانیه آزمون.

توان حداقل: یا توان حداقل بی‌هوازی عبارت است از پایین‌ترین توان به‌دست‌آمده در مدت ۵ ثانیه.

۳-۳-۸-۱ شاخص خستگی

شاخص خستگی: (Fatigue index) به تأخیر انداختن خستگی بین حداکثر توان و حداقل توان که از معادله زیر به دست می‌آید:

$$(pp-mp) \times 100$$

pp

اوج توان عملکرد (pp) عملکرد دستگاه فسفاژن و میانگین توان (mp) عملکرد دستگاه اسیدلاکتیک را نشان می‌دهد.

۴-۸-۱ اجرای استقامت عضلانی

الف. تعریف مفهومی: استقامت عضلانی عبارت است از توانایی یک عضله یا گروهی عضله در حفظ و پایداری تمرینات ایستا و یا بسیار شدید و تکراری گفته می‌شود و مدت فعالیت معمولاً ۱ تا ۲ دقیقه طول می‌کشد. استقامت عضلانی تا حد زیادی به قدرت و قابلیت بی‌هوازی مربوط می‌شود. (۱۱۴)

ب. تعریف عملیاتی: در این تحقیق برای اندازه‌گیری استقامت عضلانی از آزمون اسکات پا (از تمرینات مهم پا برای دوندگان) با ۷۰ درصد 1RM استفاده شد.

۵-۸-۱. زمان‌های مصرف کافئین

الف. تعریف مفهومی: جذب کافئین پس از مصرف خوراکی ۱۰۰٪ است و می‌تواند ۵ دقیقه پس از خوردن در خون پدیدار گردد. یک نکته مهم آنکه هرچند حداکثر غلظت پلاسمایی معمولاً ۳۰-۶۰ دقیقه پس از مصرف خوراکی ظاهر می‌شود، ولی این مدت می‌تواند به خاطر تفاوت‌های فردی در تخلیه معده بین ۱۵ تا ۱۲۰ دقیقه متغیر باشد (۱۰)

ب. تعریف عملیاتی: در این تحقیق ما از سه زمان متفاوت، کوتاه‌ترین زمان ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت، زمان متوسط ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت و زمان طولانی ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت برای مصرف کافئین استفاده کردیم.

۶-۸-۱. دوندگان استقامت نخبه

دوندگان استقامتی شهرستان شاهرود بودند که همگی دارای مقام استانی یا کشوری، که به‌طور منظم حداقل ۶ روز در هفته به مدت ۲ سال تمرین داشتند.

فصل دوم

مبانی نظری

و

ادبیات تحقیق

اگرچه ورزشکاران امروزی، از همتایان پیشین خود در زمینه‌های مانند دویدن، شنا کردن، پرتاب کردن و بلند کردن وزنه‌های سنگین پیشی گرفته‌اند، ولی آن‌ها در کل این سال‌ها، به‌طور سیری‌ناپذیری دنبال اهداف یکسانی (موفقیت و برتری) بوده‌اند. در این راستا، جستجوی موفقیت و احساس بهتر بودن، با کنکاش برای یافتن یک روش تغذیه‌ای مناسب برای رسیدن به برتری در رقابت همراه بوده است. بدین منظور، همواره دست‌کاری‌های رژیم‌ی، استفاده از مکمل‌های مختلف تغذیه‌ای و عوامل ارگوژنیکی، توسط ورزشکاران آزمایش شده‌اند.

باین‌همه مدت‌زمان زیادی است که ورزشکاران برای بهبود عملکرد ورزشی از ترکیبات و موادی گوناگون مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی، مکمل‌های پروتئینی و کربوهیدراتی، فسفات، بیکربنات سدیم، آسپارات، الکل و کافئین به‌عنوان کمک نیروزا استفاده می‌کنند (۲۴) در سال‌های اخیر یکی از کمک نیروزهایی که توجه بسیاری از ورزشکاران و مربیان را به خود جلب کرده است کافئین هست (۲۶،۲۵،۱۷)

اعمال فارماکولوژیکی معمول کافئین بااهمیت درمانی شامل تحریک سیستم اعصاب مرکزی، تحریک عضله اسکلتی و بهبود انقباض عضلانی اسکلتی هست (۲۷،۹). اعتقاد بر این است کافئین با مهار فسفودی استراز که سبب تجزیه و شکسته شدن آدنوزین منو فسفات حلقوی می‌شود، بلوکه کردن گیرنده‌های GABA¹ (۲۸) تحرک رهایش کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک و تسهیل انتقال عصبی عضلانی به بهبود فعالیت‌های شدید کوتاه‌مدت کمک می‌کند (۸).

در ادامه این فصل ابتدا مرور مختصری بر مبنای تحقیق صورت گرفته و در خصوص متغیرهای مربوطه، نقش آن‌ها در سیستم‌های فیزیولوژیکی بدن و عوامل دخیل در تغییرات آن‌ها توضیحاتی ارائه می‌شود و سپس به گزیده‌ای از تحقیقات انجام‌شده در این زمینه مطالعه حاضر، اشاره خواهد شد

۲-۲ مبانی نظری

۲-۲-۱. کافئین

کافئین، آلکالوئیدی محرک است که به‌طور طبیعی در برگ‌ها و دانه‌های تعدادی از گیاهان یافت شده و اغلب به‌عنوان محرک سیستم عصبی مرکزی شناخته می‌شود. کافئین به‌سختی در آب حل می‌شود و حلالیت آن در آب زمانی که بانمک‌های آلكالی اسیدهای ارگانیک ضعیف ترکیب می‌شود بیشتر می‌گردد. در نتیجه حلالیت کافئین تا ۸۳ گرم در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر با اضافه کردن بنزوات سدیم افزایش می‌یابد (۲۹).

معمولاً کافئین هرروز، از منابع غذایی چون قهوه، چای و تعداد زیادی از نوشابه‌های غیرالکلی و نوشابه‌های ورزشی وارد بدن می‌شود. میزان کافئین در قهوه نسبت به چای بیشتر است در حال حاضر شواهد حاکی از آن است که دریافت معمولی کافئین تا ۴۰ میلی‌گرم در روز (۲ تا ۴ فنجان) باعث افزایش خطر بیماری‌های قلبی، فشارخون، پوکی استخوان و افزایش کلسترول خون نمی‌شود (۳۰).

بعضی از افراد ممکن است نسبت به سایرین، به آثار کافئین حساسیت بیشتری داشته و حتی در میزان‌های پایین، آثار آن را احساس کنند. حاملگی و سالمندی ممکن است بر میزان حساسیت فرد به کافئین تأثیر بگذارد. دریافت روزانه کافئین کودکان باید به ۲/۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن محدود شود. تعداد زیادی از تحقیقات یک رابطه U وارونه در مورد آثار فیزیولوژیکی و روان-شناختی کافئین گزارش کرده‌اند. یعنی اثر کافئین در زمان دریافت کم و یا زیاد آن، ضعیف‌تر و در زمان دریافت معمول آن، آثار قوی‌تری مشاهده می‌شود. چنین رابطه‌ای در مورد زمان عملکرد ورزشی و زمان واکنش گزارش شده است. ولی نمی‌تواند در مورد تمام پاسخ‌های فیزیولوژیکی و روان‌شناختی صحت داشته باشد. به‌علاوه با عادت به کافئین این منحنی می‌تواند به سمت راست یا چپ متمایل شود (۳۱).

۲-۲-۲. فارماکولوژیک کافئین

کافئین بخشی از خانواده میتل گزانتین ها است که ساختار آن بر پایه پورینی استوار است. ساختار کافئین با ۷و۳- تری میتیل گزانتین ارائه می شود و فعال ترین ایزومرهای آن تئوبرومین^۲(۷و۳- دی میتیل گزانتین)، تئوفیلین^۳(۳و۱- دی میتیل گزانتین) و پاراگزانتین^۴(۷و۱- دی میتیل گزانتین) هستند.

کافئین، تئوفیلین و تئوبرومین در شکل طبیعی موجود هستند، اما پاراگزانتین در شکل طبیعی وجود ندارد. به نظر می رسد تئوفیلین به گونه ای برگشت پذیر بین ایزومرهای کافئین و تئوفیلین قابل تبدیل باشد(۳۲)، در حالی که تئوبرومین و پاراگزانتین فرآورده های متابولیسم کافئین هستند(۳۳). گزانتین ها نسبتاً در مایعات نامحلول اند با وجود این، شکل نمک آن ها تمایل دارد تا به گزانتین های محلول پذیر تبدیل گردد(۳۴).

فارماکوکینتیک های کافئین منحصر به فرد هستند. کافئین حقیقتاً برای دیفوزیون از سدی مانند سد خونی - مغزی به سادگی می گذرد(۳۵،۳۶). سطوح کافئین پلاسما ۱۵ دقیقه بعد از خوردن مقدار مصرفی شروع به افزایش می کند و مقادیر اوج کافئین یک یا ۲ ساعت بعد از خوردن رخ می دهد که بستگی به عوامل مانند محتویات معده و اینکه کافئین در حالت استراحت یا فعالیت مصرف می شود، دارد(۳۷) میزان ترشح کافئین نشان دهنده عملکردی از متابولیسم کبد است نیمه عمر کافئین عموماً دامنه ای بین ۲ تا ۴ ساعت دارد اگرچه در کودکان و افراد مبتلا به بیماری ها و اختلالات کبدی نیمه عمر کافئین بیشتر است. فاکتورهای دیگری که نیمه عمر کافئین را تحت تأثیر قرار می دهند شامل سن، جنس، سیگار و استفاده از داروهای آبنسنتی است(۳۸). یک مؤلفه اساسی فارماکوکینتیک های

1- Pharmacolog 2-Teobromin 3-Theophyllin 4-Paraxantine

کافئین اندازه میزان مصرفی تعیین شده هست. گراهام و اسپریت (۱۹۹۵) میزان ۳ و ۹ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن شرکت کنندگانی که با ۰.۸۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی تا حد واماندگی دویندند مورد بررسی قرار دادند. استقامت به نحوه چشمگیری در میزانهای ۳ و ۶ میلی - گرمی بهبود یافت، اما در ۹ میلی گرم پیشرفتی حاصل نشد. به همین دلیل به ورزشکارانی که برای به دست آوردن ارتقا عملکرد خود از مکمل های کافئین استفاده می کنند پیشنهاد شد که به شدت از میزان های بالای آن پرهیز کنند. کمیته بین المللی المپیک حداکثر مقادیر کافئین ادراری قابل قبول (مجاز) را ۱۲ میکروگرم بر میلی لیتر اعلام کرده است و میزان ۹ mg/kg به این محدوده نخواهد رسید (۳۹) میزان مرگ آور و کشنده کافئین بین ۴۰ و ۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم است، اما اگر داروهای دیگر همزمان مصرف شود ممکن است از این مقدار پایین تر باشد. به نظر می رسد میزان ۳-۶ mg/kg یک تعادل بهینه رابین ارتقا عملکرد و عوارض جانبی آن شامل اختلالات روده ای و عصبی تأمین می کند (۴۰)، در حالی که بخشی از کار آیی کافئین مصرفی به عنوان کمک نیروافزا بر اساس اندازه میزان مصرفی است دومین عامل، میزان نسبی کافئین مصرفی روزانه است. این سؤال پیش می آید که آیا حداقل مکمل مصرفی روزانه کافئین به لحاظ ارگوژنیکی نسبت به مصرف عادی کافئین کارا تر است. اغلب مطالعات موافق اند که مصرف عادی کافئین تمایل دارد که به پاسخ کاتکولامین آسیب برساند (۴۱) ون سورن^۱ و همکاران (۱۹۹۳) آثار کافئین را بر استفاده کنندگان عادی کافئین و افرادی که کافئین مصرف نمی کردند مطالعه کردند. نتایج آن ها نشان داد که افرادی که از کافئین استفاده نکرده اند یک افزایش چشمگیر در مقادیر اپی نفرین بعد مصرف ۵ mg/kg کافئین که روی دو چرخه ارگومتر فعالیت می کردند، نشان دادند در حالی که استفاده کنندگان عادی کافئین چنین افزایشی در مقادیر اپی نفرین نشان ندادند (۴۱). رابرتسون^۲ و همکاران (۱۹۸۱) رژیم غذایی ۱۸ نفر را برای ۱۴ روز کنترل کردند افراد تصادفاً در دو گروه قرار گرفتند، گروه اول نوشیدنی دارونما را در هر وعده

1-vansoren

2-Robertson

غذایی دریافت کردند درحالی که گروه دوم نوشیدنی دارونما را در هر وعده غذایی روزهای اول تا سوم و دهم تا چهاردهم و نوشیدنی کافئین را در روزهای چهارم تا دهم دریافت کردند. سطوح اپی نفرین و نور اپی نفرین پلاسما گروه دوم به طور چشمگیری در روز چهاردهم افزایش یافته بود ولیکن بعد از چهار روز به سطوح پایه برگشت درحالی که سطوح کاتکولامین پلاسما در گروه کنترل به طور چشمگیری تغییر نیافت. با توجه به فعالیت ورزشی شدید کوتاه مدت، سه جایگاه اصلی عمل کننده برای کافئین در بدن وجود دارد: سیستم اعصاب مرکزی، انتقال عصبی عضلانی و فرآیند انقباض پذیری عضله (۴۲) آثار کافئین بر سیستم اعصاب مرکزی شامل کاهش خواب، کاهش زمان عکس العمل، افزایش هوشیاری ذهنی و انتقال عصبی عضلانی محرز هستند. مکانیسمی که از طریق آن کافئین این آثار را ایجاد می کند واضح و روشن نیست. دو فرضیه برای توضیح آثار کافئین روی سیستم اعصاب مرکزی پیشنهاد شده است: تجمع AMP حلقوی^۱ از طریق مهار فسفودی استراز^۲ و مسدود کردن رسپتور رقابتی آدنوزین، به طور غیرمستقیم، نشان داده شده که کافئین انباشتگی AMP حلقوی را افزایش می دهد (۴۳). AMP حلقوی میانجی اعمال بسیاری از نوروترانسمیترها و هورمون ها در سیستم اعصاب مرکزی است (۴۴). درحالی که آنزیم فسفودی استراز سبب شکستن AMP حلقوی می شود (۴۵) بلوکه کردن فسفودی استراز منجر به تجمع AMP حلقوی می گردد، بنابراین اعمال نوروترانسمیترها و هورمون ها در سیستم اعصاب مرکزی افزایش می یابد. با وجود این، مقدار کافئین پلاسما برای شروع این پاسخ ها ۳۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر تخمین زده شده است (۴۶)

دومین فرضیه پیشنهادی برای توضیح آثار کافئین روی سیستم اعصاب مرکزی مسدود کردن رسپتور رقابتی آدنوزین است. آدنوزین نوکلئوتیدی است که رهایش نوروترانسمیترها را مهار می کند. به نظر می رسد کافئین با آدنوزین برای اتصال به گیرنده های آدنوزینی حساس به گزانتین رقابت می کند (۴۷).

1-cyclic adenosine monophosphate

2- Phosphodiesterase

دو گونه رسپتور آدنوزینی مختلف وجود دارد: رسپتور با جاذبه بالا A1 و با جاذبه پایین A2 (۴۸). رسپتور با جاذبه بالا (A1) اعمال فیزیولوژیکی را سرکوب می کند درحالی که رسپتور با جاذبه پایین (A2) آثاری مخالف (A1) دارد (۴۹). هنگامی که کافتین گیرنده های آدنوزینی A1 و A2 را بلوکه می کند بازسازی نوروترانسمیترها افزایش می یابد میزان مورد نیاز کافتین برای دستیابی به تغییرات قابل اندازه گیری در اتصال به رسپتور با محدودیت های مصرف آن در انسان همخوانی دارد. رال^۱ (۱۹۸۰) گزارش کرد که اتصال به گیرنده آدنوزین رقابتی با غلظت های کافتین پلاسما در محدوده ۵ تا ۳۰ میکرو مول امکان پذیر خواهد بود. علاوه بر این ، فقدان موانع بر سر راه کافتین سبب می شود کافتین به رسپتورهای آدنوزینی منحصربه فرد حساس به گزانتین که سراسر بدن حضور دارند متصل گردد، درحالی که بلوکه کردن گیرنده های آدنوزینی اکثریت عمده آثار کافتین را شامل می شود مکانیسم های دیگر همچون تحریک، رهایش کلسیم و دوباره جذب کردن کلسیم به وسیله شبکه سارکوپلاسمیک کمتر برجسته اند (۳۳).

۲-۲-۳. خواص بیوشیمیایی

آثار فیزیولوژیکی و متابولیکی گزانتین ها به ارتباط متقابل آن ها با تنظیم کننده مهم بیوشیمیایی، ۳-۵-آدنوزین مونوفسفات حلقوی نسبت داده می شود (cAMP). گزانتین ها بی مانند تئوفیلین در حدود ۶ بار قوی تر از کافتین و تئوبرومین، فسفودی استراز که cAMP را تجزیه می کند مهار کرده بنابراین منجر به افزایش عملکرد تحریکی cAMP در بسیاری از بافت ها می شود (۲۹، ۵۰، ۵۱). گزانتین ها ممکن است آثار خود را با ایجاد تغییر در جریان کلسیم بافت ها، به ویژه با توجه به تحریک عضلات اسکلتی و قلبی سبب شوند (۵۲). کاتکولامین ها غلظت cAMP را از طریق یک مکانیسم

1-Rall

متفاوت یعنی تحریک آدنیل سیکلاز افزایش می‌دهد (۵۳، ۲۹). مشاهده شده است که متیل گزانتین‌ها غلظت کاتکولامین‌ها را با تحریک رهاسازی آن‌ها از غده آدرنال مرکزی افزایش می‌دهد (۵۴، ۵۵).

۴-۲-۲. آثار کافئین بر بافت‌های هدف

اساساً کافئین محرکی ملایم و نشاط‌آور با عمل ضدافسردگی ملایم است (۵۲). اعمال فارماکولوژیکی معمول کافئین با اهمیت درمانی شامل تحریک سیستم اعصاب مرکزی، تحریک عضله اسکلتی و ریلکس ساختن عضله صاف و تقویت انقباض اسکلتی و افزایش ادرار و توانایی افزایش ایجاد لخته خونی هست (۸). به دلیل تنوع آثار کافئین بر بافت‌های گوناگون، هر چه بررسی آثار درمانی ویژه کافئین بیشتر و شفاف‌تر شود آثار جانبی آن روی سیستم‌های هدف کمتر است.

۵-۲-۲. سیستم اعصاب مرکزی

مطالعات نشان داده‌اند که متیل گزانتین‌ها و عمدتاً کافئین محرک سیستم اعصاب مرکزی هستند و این‌گونه گمان می‌شود که اثری فشارزا دارند (۵۶). در حقیقت، میزان بالای کافئین CNS^۲ را در تمام سطوح شامل کورتکس، مغزمیانی و نخاع به شیوه‌ای منظم و با قدرت تحریک می‌کند. تحریک کورتکس در غلبه بر خستگی و خواب‌آلودگی و افزایش تمرکز و مهارت‌های حرکتی شناخته شده است (۵۳). برعکس، میزان‌های بالای کافئین ممکن است جایگزین هماهنگی ظریف عضلانی و تنظیم زمانی صحیح لازم است به عملکرد حرکتی آسیب برساند و همچنین ممکن است سبب عصبانیت، تحریک‌پذیری، لرزش، بی‌خوابی و سردرد گردد (۵۷).

1--Adenyl cyclase
2- Central nervous system

کافئین مراکز تنفسی مرکزی، وازوموتور و وگال^۱ را تحریک می‌کند. با این وجود، برای این کار غلظت‌های بالای از کافئین در خون مورد نیاز است (۵۳). برای مثال، ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم کافئین خورده شده از راه دهان تنها باعث تغییرات جزئی در تنفس می‌شود. در عین حال، اگر این مقدار را از طریق ورید تزریق کنند مرکز تنفسی یا با افزایش حساسیت این مرکز به CO₂ (۵۸) یا با آستانه کاهش تحریک مرکزی تنفسی به CO₂ (۵۹) تحریک می‌شود. علاوه بر این، حجم دقیقه‌ای تنفس در مردان با میزان‌های بالای کافئین و آمینوفیلین^۲ (۳۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم) و گستره‌ترین ترکیب مورد استفاده تئوفیلین افزایش می‌یابد (۶۰). میزان‌های پایین (۲۵۰ میلی‌گرم) کافئین با بنزوات سدیم (و نه آمینوفیلین) به شیوه‌ای متفاوت موجب افزایش پاسخ‌های تنفسی به CO₂ می‌شود (۵۸). عاملی که افزایش تهویه را به دنبال تحریک گزانتین‌ها کاهش می‌دهد کاهش تانسینون CO₂ آلوئولی یا کاهش CO₂ سرخرگی است. با میزان‌های بالای کافئین تمام CNS شامل نخاع تحریک می‌شود. این امر تحریک‌پذیری رفلکسی را افزایش می‌دهد و ممکن است مراکز حرکتی پایین‌تر را به‌طور مستقیم تحریک کند. تحریک CNS با میزان‌های بالای کافئین سبب افسردگی می‌شود. میزان‌های کشنده برای انسان‌ها بسیار بالاست و بایستی تقریباً ۱۰ گرم باشد تا سبب مرگ شود (۶۱).

۲-۲-۶. سیستم قلب و عروق

از سه گزانتین اشاره شده تئوفیلین قوی‌ترین و کافئین ضعیف‌ترین تأثیر یونوتروپیک^۳ و کرونوتروپیک^۴ را بر انقباض عضله قلبی وارد می‌کند (۵۲). در مقابل، کافئین مانند تئوفیلین زمانی که مقادیر کمی مولار داروی مونوینوز در PH=۷/۵ مقایسه می‌شوند فعال است. زیرا به نظر می‌رسد این شکل مولکولی مسئول اثر یونوتروپیک باشد. گزانتین‌ها به‌طور مستقیم سبب تحریک قلب می‌شوند اگرچه

1--Vagal
2-Aminophilin

۳- Inotropic : عاملی که روی قدرت انقباضی قلب تأثیر می‌گذارد.
۴- Chronotropism : تداخل با نظم حرکات دوره ای مانند عملکرد قلب

بعضی از این آثار ممکن است ناشی از تحریک همزمان هسته و گال مرکزی باشد (۲۹). گزانتین ها آثار متغیری بر ریتم قلب دارند. ریتم قلبی متأثر از میزان مصرف گزانتین، درجه تحمل و وضعیت موجود سیستم اعصاب خودکار است. بارزترین میزان کم کافئین (۵۰ تا ۲۰۰ میلی گرم) در نتیجه تحریک و گال، برادی کاردیا است. برعکس، این میزان اندک کافئین می تواند در افراد حساس و آنهاييکه نسبت به کافئین مقاومت نشان می دهند تاکی کاردی ایجاد کند (۶۲). میزان زیاد مصرف کافئین (۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی گرم) به دلیل تحریک مستقیم میوکاردی منجر به تاکی کاردی می گردد و به طور غیرمستقیم مقاومت محیطی را کاهش می دهد (۵۲).

تحریک مستقیم میوکارد به وسیله گزانتین ها به ویژه تئوفیلین سبب افزایش برون ده قلبی می شود به عبارت دیگر کاهش در فشارخون سیاهرگی منجر به افزایش پمپ کردن کار آبی قلب می شود (۵۲). کافئین نیز برون ده قلبی را افزایش می دهد اما میزان زیادی مورد نیاز است (۶۰). در حالی که تحریک مستقیم میوکارد و وازوموتور مرکزی فشارخون سیستمیک را افزایش می دهد تحریک و گال مرکزی و اتساع پذیری محیطی فشارخون را کاهش می دهد (۵۳). تحریک میوکارد توسط گزانتین ها با فرضیه آدنیل سیکلاز - cAMP - فسفودی استراز توجیه می شود (۶۳). با این وجود، این توجیه حتی می تواند بیشتر قابل درک باشد اگرچه آثار تئوفیلین روی فعالیت کلسیم بر انقباض قلب ملاحظه شود (۸۰). کلسیم یونی که در فعال سازی فسفریلاز کیناز قلب مشارکت دارد توسط گزانتین ها تحریک می شود و نتایج را بر عضله قلبی وارد می سازد (۶۵) یا با رفلکس های سمپاتیکی که عمل وازودیلاتوری را منجر می شوند، داراست (۶۶). ترشح کاتکولامین پیرو تزریق آمینوفیلین در میزان های بالا یا توسط میزان مصرف قهوه در مقادیر متوسط (۲۲۰ میلی گرم) افزایش می یابد (۶۷).

۷-۲-۲. عضله صاف

پاسخ عضلات صاف به گزانتین ها متفاوت با عضلات صاف عروق خونی است. مهم ترین عملکرد آن ها توانایی شل کردن عضلات صاف برونش ها به ویژه برونش منقبض شده باشد، است (به طور آزمایشی با

هیستامین یا بالینی در آسم) تئوفیلین مؤثرترین گزانتین است و می‌تواند باعث افزایش در ظرفیت حیاتی گردد. در این رابطه کافئین یکی از ضعیف‌ترین گزانتین‌ها در ریلکس کردن عضلات صاف است (۵۲). با این حال کافئین با میزان مصرف بالا ممکن است گهگاه عملی دیفازیک بر انقباضات به دنبال شل شدن (ریلکسیشن) داشته باشد چنین پیشنهاد شده است که کافئین ممکن است ذخیره اندک کلسیم متصل به غشا را مشابه با عضلات اسکلتی رها سازد (۶۸).

۸-۲-۲. عضله اسکلتی

به نظر می‌رسد عضله اسکلتی ارگان هدف بسیاری از آثار ارگوژنیک کافئین باشد. کافئین خستگی‌پذیری بافت عضلانی را کاهش می‌دهد (۶۹). مبارزه با خستگی به وسیله تحریک سیستم اعصاب مرکزی و همچنین عملکرد مستقیم روی عضله تحریک شده است (۲۹). مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم کافئین ظرفیت افراد را در انجام کارهای عضلانی افزایش می‌دهد (۷۰). همچنین افزایش مصرف اکسیژن مصرفی در آزمودنی‌ها انسان با میزان ۳ تا ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم گزارش شده است (۷۱). این آثار ممکن است در نتیجه افزایش رهاسازی استیل کولینی باشد که انتقال عصبی عضلانی را از طریق شکاف سیناپسی تسهیل می‌سازد (۹). مدارکی وجود دارد که رهاسازی استیل کولین را ناشی از کافئین می‌دانند (۷۲). اساساً آثار متیل گزانتین‌ها روی انقباض و توزیع کلسیم در عضله قلبی مشابه عضله اسکلتی است (۷۳). با این وجود احتمال کمی وجود دارد که این عمل با میزان نرمال رخ دهد زیرا غلظت مورد نیاز بیشتر از چیزی است که روزانه از مواد مختلف حاوی کافئین مصرف می‌شود. در غلظت‌های ۰/۵ تا ۱ میلی‌مول (۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) یک مجموعه آثار انقباضی شروع می‌شود. در این دامنه آثاری شامل امکان توسعه انقباض و افزایش میزان تنش وجود دارد. با غلظت ۳ الی ۴ میلی‌مول، این نتایج انقباضی معکوس می‌گردد و سرانجام، مقادیر زیاد (۵-۱۰ میلی‌مول) مشکلات جبران‌ناپذیری به بار می‌آورد (۵۳). تغییرات حاصل از افزایش

غلظت‌های کافئین، احتمالاً در نتیجه افزایش نفوذپذیری غشای شبکه سارکوپلاسمیک به کلسیم است. در حالت عادی، فرایند انقباض با جذب فعال و توقیف (مصدره) کلسیم پایان خواهد یافت (۷). از سوی دیگر، به نظر می‌رسد انقباض به میزان کافی کلسیم داخل سلولی و الکترولیت‌ها وابسته است اما به خاطر اینکه در شروع انقباض رهاسازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک به سرعت رخ می‌دهد (۷۴). بنابراین، نتیجه خالص، ثبات در افزایش مقدار آزاد کلسیم میوپلاسمیک بالای ۰/۱ میکرو مول (حد آستانه برای ایجاد انقباض است) هست (۷). تحقیقات دیگر مصرف کافئین و ظرفیت کاری، خستگی‌پذیری و انقباض‌پذیری عضله اسکلتی را بررسی کردند و هیچ‌گونه پیشرفت چشمگیری مشاهده نکردند (۷۵).

چون کافئین تقریباً و به‌طور کامل کل آب بدن را به حالت تعادل درمی‌آورد بیشترین غلظت کافئین می‌تواند احتمالاً در عضله اسکلتی مشاهده شود (۷۶). مشاهده شده که تارهای عضلانی نوع اول و دوم حساسیت متفاوتی نسبت به سطوح کافئین دارند. دایستر و بوکمن (۱۹۸۵) انقباضات عضلانی که توسط کافئین ناشی می‌شود بررسی کردند. تارهای ایزوله شده عضله نعلی گربه (۱۰۰٪ تارهای نوع اول) و عضله راست داخلی (۹۵٪ تارهای نوع دوم) با میزان‌های کافئین در محدوده ۰/۲۵ تا ۱۶ میلی مول بررسی شد. نتایج نشان داد که تارهای نوع اول در مقایسه با تارهای نوع دوم به کافئین حساسیت بیشتری دارند (۱۱۱).

این تفاوت در حساسیت تارهای نوع اول و دوم در عضله اسکلتی انسان به‌وسیله میتسوموتو، بانجه^۲ (۱۹۹۰) مشاهده شده است. نشان داده شده که کافئین رهایش کلسیم را از جایگاه ذخیره خود در شبکه سارکوپلاسمیک تحریک می‌کند (۳۶). این کلسیم ذخیره شده می‌تواند به ذخایر کلسیم حساس^۳

1-Deuster- bockman
2-mitsomoto, H. bunge
3-Calcium- sensitive

و اینوزیتول تری فسفات حساس^۱ تقسیم شود. عملکرد کافئین روی ذخایر کلسیم در شبکه سارکوپلاسمیک می‌تواند ناچیز باشد، چون که میزان کافئین موردنیاز برای فراخوانی و استخراج چشمگیر کلسیم برای بدن سمی است (۴۶). درحالی که میزان کافئین ۹mg/kg تقریباً غلظت کافئین ۱۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر ایجاد می‌کند، مشخص شده است که بایستی غلظت‌های کافئین پلاسما تقریباً به ۳۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر برسد تا هرگونه نتایج بر رهایش کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک را مشاهده کنیم. متناوباً پولدنا و مورد^۲ (۷۷) پیشنهاد کردند که کافئین بجای تحریک رهایش کلسیم سبب سرکوب باز جذب کلسیم به شبکه سارکوپلاسمیک می‌گردد و از این طریق انقباض عضلانی را تسهیل می‌کند. باوجوداین، میزان کافئین موردنیاز برای دستیابی به این آثار در بدن غیراخلاقی است. در مطالعات آزمایشگاهی که روی بافت‌های عضلانی افرادی که به هایپوترمی خطرناک مستعد بودند، در مقایسه با بافت‌های عضلانی افراد نرمال، پس از مصرف کافئین صورت گرفت انقباضات عضلانی شدید مشاهده گردید (۷۸). گمان می‌رود که انقباضات عضلانی شدید در نتیجه افزایش سطوح کلسیم پلاسما در عضله هایپرترمی خطرناک^۳ است.

آثار کافئین بر تنش عضله و نیروی ارادی بیشینه برای تعیین آثار سودمند کافئین مطالعه شده است. ویلیامز قدرت مچ دست را تحت شرایط کافئین یا دارونما مورد آزمون قرارداد و هیچ تفاوتی در تولید نیرو بین این دو شرایط مشاهده نکرد (۴۷). برعکس، مشاهده شده است که کافئین تولید تنش بیشینه نزدیک کننده شست دست^۴ را زمانی که به‌طور الکتریکی تحریک شد افزایش می‌دهد (۷۹). درحالی که بهبودها در تحریک فرکانس زیر بیشینه ($\leq 50\text{ Hz}$) مشاهده شده بود، هیچ بهبودی در تحریک فرکانس‌های بالای 50 Hz مشاهده نگشت. البته در نیروی ارادی بیشینه بین این دو شرایط (کافئین و دارونما) هیچ تفاوتی مشاهده نشد. برعکس، چندین مطالعه در نشان دادن آثار برجسته کافئین بر

1--inositol triphosphate sensitive
2-- malignant hyperthermia
3--poledna and morad
4--malignant hyperthermia
5--Adductor pollicis

تنش یا نیروی ارادی بیشینه ایجادشده در طول انقباض عضلانی ناکام مانده‌اند (۸۰). گمان شده بود که افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی طی انقباضات زیر بیشینه مسئول افزایش تنش ایجادشده با تحریک الکتریکی زیر بیشینه است (۷۹).

۹-۲-۲ عملکرد دیورتیکی

گزانترین ها، تولید ادرار را افزایش می‌دهند. میزان فیلتراسیون گلومرولی می‌تواند با چهار پاسخ فیزیولوژیکی افزایش یابد: اتساع پذیری آرتریولهای آوران- انقباض آرتریولهای وبران- افزایش فشار سرخرگی - کاهش فشار اسمزی کلئیدی درباره گزانترین ها، شامل کافئین و تئوفیلین، تئوفیلین قدرت دیورتیکی بالاتری دارد. این مواد شیمیایی به‌طور مستقیم آرتریولهای آوران را متسع ساخته که منجر به افزایش میزان فیلتراسیون گلومرولی و افزایش برون ده ادراری می‌گردد (۵۶).

۱۰-۲-۲ لخته شدن خون

از سال ۱۹۲۰، آمینوفیلین که به شکل گسترده‌ای در ترکیب با تئوفیلین مورد استفاده قرار می‌گرفت در کاهش زمان انعقاد خون شناخته‌شده است. این‌گونه تصور می‌شود که این عمل در نتیجه افزایش غلظت فاکتور ۷ پلازما صورت گیرد (AC- گلوبولین؛ فاکتور متغیر). افزایش غلظت فاکتور ۷ ممکن است در نتیجه افزایش FFA پلازما ناشی از مصرف کافئین باشد (۵۶). این پاسخ به‌طور غیرمستقیم موجب می‌شود که تمام پروترومبین گردش خون فعال‌تر باشد و غلظت پروتومبین و فیبرینوژن گردش خون افزایش یابد. باین‌وجود، محققان دیگر بیان می‌دارند که میزان‌های درمانی گزانترین ها در نشان دادن آثار قابل‌سنجش روی زمان انعقاد در مردان ناکام مانده‌اند (۵۳). بعضی محققین احساس می‌کنند که افزایش سطوح FFA مسئول کاهش زمان ایجاد پروترومبین و انعقاد خون است (۲۹).

1-Ac- globulin
2-labile factor

۱۱-۲-۲ آثار جانبی دیگر

درحالی که الگوی عمل اصلی فیزیولوژیک کافئین ثابت نشده است چندین آثار جانبی دیگر برای آن ذکر کرده‌اند. آثاری مانند کاهش خواب شبانه و افزایش اضطراب تا رفلکس‌های سریع، افزایش هوشیاری ذهنی و بهبود انتقال عصبی عضلانی.

۱-۱۱-۲-۲ کاهش خواب

کافئین از طریق تحریک سیستم اعصاب مرکزی آثاری دراماتیک^۱ بر خواب دارد. پیشنهاد شده است که بزرگترین اثر کافئین بر سیستم اعصاب مرکزی در بزرگسالان، روی خواب است (۸۱). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که کافئین سبب تأخیر در شروع خواب، کاهش مدت‌زمان خواب، افزایش حرکات بدن هنگام خواب و افزایش در میزان بیداری آگاهانه می‌گردد (۸۲) اکثر افرادی که به اختلال خواب مستعدند تمایل دارند تا از جمله افرادی باشند که از کافئین استفاده نکنند (۸۳).

۲-۱۱-۲-۲ عکس‌العمل

جنبه دیگر سیستم اعصاب مرکزی که به‌اندازه کافی مطالعه شده است عکس‌العمل است. عکس‌العمل سریع‌تر با مصرف کافئین گزارش شده است (۸۴). در کل این نتایج اغلب متناقض هستند و از ثبات اندکی برخوردارند اکثر تغییرپذیری در نتایج ممکن است ناشی از میزان مصرفی متفاوت کافئین باشد. هورست و جنگین (۱۹۳۵) نشان دادند که 3mg/kg کافئین همواره سبب کاهش زمان عکس‌العمل می‌شود درحالی که میزان 2mg/kg منجر به کاهش ناپایدار در زمان عکس‌العمل می‌شود، بعلاوه میزان‌های بالای کافئین ممکن است هیچ مزایایی نداشته باشد (۸۵). جاکوبسون و ادگلی^۳ (۱۹۸۷) تحقیقی انجام دادند که در آن ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌گرم کافئین یا دارونما به شرکت‌کنندگانی که روی

1-Drmati

2-Horst and jenkins

3-jacobson and Edgely

صندلی نشسته بودند و در مقابل آن‌ها نواری درخشان روشن می‌شد، دادند بعلاوه شرکت‌کنندگان کف دستشان را روی کلید متوقف کننده که با ۶۰ درجه از افق در سمت راست آن‌ها قرار گرفته بود قرار می‌دادند. آزمون عکس‌العمل زمانی که نور روشن می‌شد شروع و هنگامی که شرکت‌کنندگان دستشان را روی کلید برمی‌داشتند خاتمه می‌یافت. پیشرفتی در میزان ۳۰۰ میلی‌گرم در زمان عکس‌العمل یافت شده بود درحالی‌که هیچ پیشرفتی در میزان ۶۰۰ میلی‌گرم با دارونما یافت نشده بود (۸۶).

۳-۱۱-۲-۲ هوشیاری ذهنی

هوشیاری ذهنی به‌عنوان توانایی حفظ تمرکز روی کار برای مدت طولانی تعریف می‌شود. کافئین یک اثر مشخص و روشن روی این ویژگی از سیستم اعصاب مرکزی دارد. اعتقاد بر این است که کافئین هوشیاری ذهنی را با تأخیر در شروع خستگی ذهنی تقویت می‌کند این مدارک با استفاده از مطالعه انجام‌شده توسط فاگن، اسویفت و تیپلادی^۱ (۱۹۸۸) که در آن آزمودنی‌ها میزان ۲۰۰ میلی‌گرم را قبل از انجام کار یک‌ساعته مصرف کرده بودند نشان داده شد. بزرگترین پیشرفت‌ها در عملکرد در نیمه دوم تست یک‌ساعته رخ داد (۸۷). باوجود این، تئوری تأخیر شروع خستگی ذهنی توسط باتیگ و بازی (۱۹۸۵) در مقادیر متفاوت نسبت به مقادیر ثابتی که شرکت‌کنندگان مصرف کردند رد شده بود (۸۸).

۴-۱۱-۲-۲ انتقال عصبی عضلانی

نشان داده‌شده است که کافئین انتقال عصبی عضلانی را بهبود می‌بخشد (۹). اکی اوکورو^۳ (۱۹۸۲) رفلکس عمل را در اندام تحتانی در حضور چندین متغیر از جمله کافئین مطالعه کرد. این مطالعه، به‌طور الکتریکی دورسی فلکشن را موجب شده بود و سپس رفلکس پلاتنار اندازه‌گیری شده بود. در

1-fagan and swift and Tiplady
2-Battig and Buzzi
3-Eke- okoro

شرکت‌کنندگانی که مقدار متوسط ۱۲۵ میلی‌گرم کافئین مصرف کرده بودند نتایج حاصل نشان داد آستانه تحریک کاهش و فرکانس اعصاب آوران و وایران عضله یک ساعت بعد از مصرف کافئین افزایش یافته بود (۸۹). برکنردیج^۱ و همکاران (۱۹۶۷) پیشنهاد کردند افزایش cAMP عضلانی مسئول افزایش میزان انتقال عصبی عضلانی است. باوجوداین، این تئوری وقتی که آثار کافئین به سمت پری سیناپتیک^۲ هدایت می‌شوند، تضعیف شده است به‌ویژه اینکه ره‌ایش نروترا‌نسمیترها افزایش یافته بود. ظاهراً کافئین کمیت ره‌ایش نروترا‌نسمیترها را در پاسخ به محرک افزایش می‌دهد درحالی که سرعت انتقال به‌وسیله کافئین تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (۹۰).

۵-۱۱-۲-۲-FFA ره‌ایش

اخیراً گراهام و اسپریت^۳ (۱۹۹۱) نشان داده‌اند که کافئین مقادیر کاتکولامین را به نحو چشمگیری افزایش می‌دهد. به‌ویژه نتایج آن‌ها افزایشی در مقادیر اپی نفرین پلاسما پس از مصرف ۶mg/kg یا بیشتر نشان داد. آثار مقادیر افزایش یافته اپی نفرین شامل افزایش ره‌ایش FFA، افزایش ضربان قلب، رگ تنگی، سرکوب فعالیت امعا و احشا و اتساع برونشیول است (۹۱) هر یک از این اعمال می‌تواند به هنگام فعالیت ورزشی مؤثر باشد. بااین‌وجود، برجسته‌ترین این آثار افزایش ره‌ایش FFA به خاطر تأثیر آن در صرفه‌جویی گلیکوژن هست (۹۲). افزایش مقادیر FFA تجمع cAMP را افزایش می‌دهد که لیپوپروتئین لیپاز را فعال و تری‌گلیسرید به FFA و گلیسرول تجزیه می‌شود. نتیجه افزایش مقدار FFA انحراف متابولیکی در جهت افزایش اکسیداسیون لیپید است که بدین ترتیب نیاز به گلوکز و گلیکوژن را کاهش می‌دهد. صرفه‌جویی در گلیکوژن از این طریق به ورزشکار اجازه می‌دهد تا با یک درصد بالاتر از ظرفیت بیشینه برای مدت‌زمان طولانی فعالیت کنند. نشان داده شده که صرفه‌جویی در گلیکوژن از طریق اکسیداسیون لیپید حین ۱۵ تا ۲۰ دقیقه اول فعالیت ورزشی با ۸۰

1-Brekenridge
2-Persynaptic
3-Graham and Spriet

درصد حداکثر ظرفیت هوازی، رخ می‌دهد.^۱(۹۳). اسپریت^۱ و همکاران (۱۹۹۲) یک مطالعه را باهدف دوجانبه بررسی ترتیب زمانی گلیکوژن مورد استفاده حین فعالیت ورزشی علاوه بر شناسایی مکانیسم‌های ممکن در صرفه‌جویی گلیکوژن انجام دادند. شرکت‌کنندگان بعد از مصرف ۹mg/kg کافئین تا حد واماندگی با شدت VO₂max ۸۰٪ دوچرخه زدند. بایوپسی عضله قبل از شروع فعالیت، در دقیقه ۱۵ و پایان فعالیت ورزشی صورت گرفت. نتایج افزایش چشمگیری را در زمان واماندگی بین کافئین (۸±۸/۱۶) و دارونما (۸±۴/۷۵) نشان داد. بعلاوه، استفاده از گلیکوژن به نحو چشمگیری در ۱۵ دقیقه اول فعالیت ورزشی با مصرف کافئین کاهش یافته بود (۵±۱/۷۴ در مقایسه با ۳±۱/۰۶ میلی مول به ازای هر کیلوگرم عضله خشک در دقیقه). افزایش زمان واماندگی حین فعالیت ورزشی با مصرف کافئین با مدت‌زمانیکه در گلیکوژن صرفه‌جویی شده بود همخوانی داشت. چندین مطالعه تأثیر مصرف FFA را روی صرفه‌جویی گلیکوژن نشان داده‌اند(۹۴) درحالی‌که مطالعات دیگر این موضوع را نشان نداده‌اند(۹۵). معمولاً RER^۲ برای تعیین تغییرات مشاهده‌شده در متابولیسم سوخت با مصرف کافئین مشاهده‌شده است. در طی ۳۰ دقیقه فعالیت ورزشی با شدت VO₂max ۶۹٪ ایساک^۳ و همکاران (۱۹۸۰) کاهشی ۴۲ درصدی در استفاده از گلیکوژن عضله به دنبال مصرف ۵mg/kg کافئین در فعالیتی با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد VO₂max مشاهده کردند(۱۱۱). همچنین اریکسون^۴ و همکاران (۱۹۸۷) کاهشی ۳۰ درصدی در استفاده از گلیکوژن عضله به دنبال مصرف ۵mg/kg کافئین در فعالیتی با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد VO₂max مشاهده کردند. نتایج حاصل از این مطالعات نشان می‌دهند که افزایش مصرف FFA در عضله می‌تواند نیاز به گلیکولیز یا گلیکوژنولیز را کاهش دهد. افزایش اکسیداسیون لیپید منجر به افزایش

1-Spriet

2-Ratio exchange respiratory

3-Essig

4-Erickson

غلظت سیترات می‌گردد. سیترات ممکن است PFK¹ را مهار کند که تبدیل فروکتوز ۶- فسفات به فروکتوز ۱و۶- دی فسفات محدود می‌شود لذا میزان گلیکولیز محدود می‌گردد و این منجر به صرفه‌جویی گلیکوژن از طریق انباشت گلوکز ۶- فسفات می‌شود(۹۶).

اعتبار و درستی فرضیه صرفه‌جویی گلیکوژن که به‌وسیله افزایش اپی نفرین پلازما و افزایش در مقادیر FFA ناشی می‌گردد در سال‌های اخیر مورد سؤال بوده است. دو مطالعه‌ای که به‌وسیله ون سورن (۱۹۹۶/۱۹۹۳) انجام شد، نشان داد که افزایش سطوح اپی نفرین تأثیری بر FFA یا RER ندارد. در مطالعه اول، ون سورن و همکاران(۱۹۹۳) پاسخ‌های متابولیکی و کاتکولامینی به کافئین را در هر دو افراد مصرف‌کننده عادی کافئین و افرادی که کافئین مصرف نمی‌کردند بررسی کردند. دو جلسه فعالیت ورزشی روی دوچرخه ارگومتر با VO_{2max} ۵۰٪ و به مدت یک ساعت انجام گرفت. مصرف‌کنندگان عادی کافئین سه جلسه فعالیت ورزشی را با کنترل کافئین انجام دادند. آزمون اول تحت شرایط دارونما بعد از ۴ روز امتناع از مواد حاوی کافئین انجام شد و تا ۱۴ روز بعد به شرکت‌کنندگان میزان 5mg/kg کافئین یا دارونما در دو وعده داده‌شده بود. آزمون‌های دوم و سوم با فواصل ۷ روز انجام شد. نتایج نشان داد که باوجود افزایش چشمگیر مقادیر اپی نفرین، کسانی که کافئین مصرف نمی‌کردند کاهشی در RER و افزایشی در غلظت FFA نشان دادند. در مصرف‌کنندگان عادی کافئین افزایش سطوح اپی نفرین هنگام فعالیت ورزشی تحت شرایط دارونما مشاهده‌شده بود. باوجوداین، مصرف‌کنندگان عادی کافئین در تغییر دادن غلظت FFA یا RER نیز ناکام ماندند. چون اپی نفرین گلیکوژنولیز را تحریک می‌کند این امکان وجود دارد که هرگونه منفعت به‌دست‌آمده از صرفه‌جویی گلیکوژن ناشی از افزایش مقادیر FFA پلازما خنثی شود(۴۱). در مطالعه دوم ون سورن، مور، جایر و گراهام(۱۹۹۶) ۶ بیمار تتراپالژی^۲ و ۲ بیمار پاراپالژی^۳ را تست کردند تا

1- phosphor fructo kinase
2- Tetraplegics
3- Paraplegics

تعیین کنند که آیا کافئین به طور مستقیم بافت‌ها را تحریک کرده یا به طور غیرمستقیم از طریق افزایش سطوح اپی نفرین ناشی از کافئین عمل می‌کند لذا به آزمودنی‌ها 6mg/kg کافئین یا دارونما داده شده بود. سطوح اپی نفرین در بیماران تتراپالژی در آزمون کافئین به طور چشمگیری افزایش نیافته بود درحالی‌که FFA پلاسما افزایش داشت. برعکس، بیماران پاراپالژی افزایشی چشمگیر در سطوح اپی نفرین نشان دادند مشابه آنچه در افراد با آمادگی بالا و در زمان استراحت دیده می‌شود و همچنین FFA پلاسما آن‌ها افزایش یافت. این نتایج نشان می‌دهند که سطوح FFA وابسته به افزایش سطوح اپی نفرین نیستند. این‌گونه پیشنهاد می‌شود که کافئین به طور مستقیم بافت ادیپوز را متأثر می‌سازد. این مفهوم که کافئین منجر به صرفه‌جویی در گلیکوژن می‌شود، دو محدودیت بالقوه دارد: اول اینکه مزایای حاصل از صرفه‌جویی گلیکوژن فقط در فعالیت ورزشی استقامتی درگیر در فعالیت‌های هوازی نشان داده شده است. فعالیت‌های شدید به تولید انرژی نیاز دارند که ممکن است از ظرفیت اکسیداتیو فراتر رفته، لذا از حداکثر منافع بالقوه ایجادشده ناشی از افزایش سطوح FFA پلاسما جلوگیری می‌کند. در حقیقت صرفه‌جویی در گلیکوژن با فعالیت‌های ورزشی شدید امکان ندارد (۹۷). جکمان و گراهام (۱۹۹۶) آثار روی فعالیت شدید را مطالعه کردند. ۱۴ آزمودنی میزان 6mg/kg کافئین مصرف کردند و با $100\% \text{VO}_2\text{max}$ سه بار بافاصله ۶ دقیقه استراحت بین هر وهله دوچرخه زدند. اولین دو وهله فعالیت با دو دقیقه برون ده توانی کنترل شده انجام گرفت وهله سوم فعالیت تا حد واماندگی ادامه یافت. حکمان دریافت که زمان واماندگی با مصرف کافئین در مقایسه با دارونما بهبود یافت. به علاوه تولید لاکتات در آزمون کافئین بالاتر بود بنابراین نتیجه گرفتند که آثار ارگونومیکی کافئین در نتیجه صرفه‌جویی گلیکوژن نبود (۹۸).

محدودیت دوم اینکه، صرفه‌جویی گلیکوژن به وسیله کافئین به محدودیت‌های رژیمی وارد بر این موضوع مرتبط می‌شود. گزارش شده است که رژیم پر کربوهیدرات از هرگونه صرفه‌جویی گلیکوژن

ناشی از کافئین جلوگیری می‌کند (۹۹). جلیز^۱ و همکاران (۱۹۸۴) شرکت‌کنندگان را به مدت ۱۲۰ دقیقه روی تردمیل با شدت ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی، یک ساعت بعد از مصرف ۵mg/kg کافئین یا کافئین همراه با گلوکز، فعالیت دادند. آن‌ها کاهش چشمگیری در سطوح اوج FFA پلاسما با مصرف کافئین همراه با گلوکز در مقایسه با کافئین به‌تنهایی مشاهده کردند. این نتایج برای ورزشکارانی که قبل از رویدادهای رقابتی از قبیل ماراتن و سه‌گانه بارگیری کربوهیدرات می‌گیرند کاربردهای دارد. باوجوداین، مطالعات دیگر در تعارض با این نتایج هستند و نشان می‌دهند که عملکردها ناشی از کافئین با رژیم پر کربوهیدرات تأثیر نمی‌پذیرد. اسپریت ۸ آزمودنی را تا حد واماندگی VO₂max ۸۰٪ یک ساعت بعد از مصرف ۹mg/kg میزان مصرفی کافئین یا دارونما به فعالیت رکاب زنی واداشت. به هر شرکت‌کننده دستور داده‌شده بود که رژیم غذایی خود را مشابه با رژیم پیش از مسابقه حفظ کنند. تحلیل از هر رژیم آزمودنی نشان داد که میانگین محتوای کربوهیدرات ۵۹/۶٪ قبل از تست بوده است. علی‌رغم مصرف رژیم پر کربوهیدرات، شرکت‌کنندگان به نحو چشمگیری در گروه کافئین نسبت به دارونما فعالیت رکاب‌زنی نداشتند. اگرچه به‌خوبی درک شده است که افزایش سطوح کاتکولامین‌ها سبب افزایش سطوح FFA می‌گردد ولی رابطه بین کافئین و افزایش سطوح کاتکولامین واضح نیست (۱۰۰). آثار کافئین بر ترشح نوراپی نفرین در مطالعات صورت گرفته توسط گراهام و اسپریت ۱۹۹۱ و اسپریت و همکاران ۱۹۹۲ نشان داد که کافئین علی‌رغم افزایش در سطوح اپی نفرین در افزایش نوراپی نفرین ناکام ماند و این امر نشان می‌دهد که آثار کافئین روی ترشح کاتکولامین‌ها سیستم اعصاب سمپاتیک را متأثر نمی‌سازد (۳۹). به بیان دقیق‌تر به نظر می‌رسد کافئین بر غده آدرنال مرکزی عمل می‌کند پاسخ بیشتر اپی نفرین به کافئین همچنین در طول فعالیت ورزشی مشاهده می‌شود که به افزایش میزان ترشح نسبت داده‌شده و نه کاهش میزان جذب اپی نفرین.

درحالی که صرفه‌جویی گلیکوژن ممکن است چشمگیرترین اثر ارگوژنیکی کافئین باشد آثار ارگوژنیکی دیگر نیز گزارش شده است. چندین مطالعه گزارش داده‌اند که VO_2max با مصرف کافئین افزایش می‌یابد (۱۰۰،۳۴). تانر^۱ و همکاران (۱۹۸۲) به لحاظ آماری افزایش چشمگیری در VO_2max در آزمودنی‌هایی که بر دوچرخه ارگومتر به دنبال مصرف کافئین نسبت به گروه کنترل رکاب می‌زدند مشاهده کردند (۱۰۰). برعکس، تحقیقاتی وجود دارند که در افزایش VO_2max با مصرف کافئین ناکام مانده‌اند. پاورز^۲ و همکاران ۷ شرکت‌کننده که یک آزمون درجه‌بندی شده روی دوچرخه ارگومتر را یک ساعت بعد از مصرف $5mg/kg$ کافئین یا دارونما انجام دادند مورد مطالعه قرار دادند. مقاومت اولیه ۳۰ وات بود و هر سه دقیقه ۳۰ وات افزایش می‌یافت. تفاوتی در VO_2max یا زمان رسیدن به واماندگی بین گروه بین گروه کافئین یا دارونما مشاهده نشده بود (۳۴).

۶-۱۱-۲-۲ تعادل مایعات

در زمان استراحت، مصرف کافئین به افزایش تولید ادرار می‌انجامد. بنابراین، اغلب پیشنهاد شده است ورزشکاران استقامتی که در گرما رقابت می‌کنند و ممکن است با افزایش میزان کم‌آبی یا کاهش عملکرد روبرو شوند، کافئین مصرف نکنند. این مطلب را نمی‌توان توسط داده‌های دانشمندان اثبات کرد. مطالعات متعددی نشان داده که اثر مدر کافئین هنگام تمرینات طولانی، به واسطه خاصیت بازداری خود تمرین شدید بر تولید ادرار، از بین می‌رود. هنگام تمرین، کافئین هیچ اثر مدری ندارد (۱۰).

۱۲-۲-۲ مکانیسم اثر

کافئین یک مهارکننده قدرتمند آنزیم‌های گروه فسفودی استراز نوکلئوتیدی سیکلیک است. این آنزیم‌ها پیام‌برهای ثانویه داخل سلولی نظیر cAMP را غیرفعال می‌سازند. وقتی این آنزیم‌های سلولی

1-Toner

2-Powers

مهار می‌شوند، اثر پیام‌برهای داخل سلولی نظیر AMP حلقوی افزایش می‌یابد. بسیاری از محققین در مورد اینکه مطلب فوق مکانیسم اثر اصلی کافئین باشد، شک دارند، چراکه غلظت درون سلولی کافئین (۱-۰/۱ میلی مول) برای حصول مهار آنزیمی قابل ملاحظه را نمی‌توان با غلظت‌های خونی حاصل از میزان طبیعی کافئین ایجاد کرد. با این وجود، مهار فسفودی استراز به عنوان یک مکانیسم اثر را می‌توان کاملاً نادیده گرفت. کافئین همچنین ۵- نوکلئوتیداز را مهار می‌کند که AMP را به آدنوزین تبدیل می‌نماید، ولی تصور نمی‌شود که این امر به مکانیسم اثر کافئین بیانجامد (۱۰).

در حال حاضر پذیرفته شده است که اکثر آثار فارماکولوژیک کافئین از طریق آنتاگونیست رسپتورهای آدنوزین^۱ اعمال می‌شوند، هرچند که برخی آثار قلبی و کلیوی مربوط به مهار فسفودی استراز هستند (۱۰).

در سال ۱۹۸۳ دالی، بوتس لمب و بادگت^۲ نشان دادند که فعالیت محرک مرکزی کافئین با قابلیت آن در اتصال به گیرنده‌های آدنوزین همخوانی دارد. در مطالعات جدید نشان داده شده که کافئین می‌تواند حرکت یون کلسیم در سلول‌های عضلانی و عصبی را تحت تأثیر قرار دهد (۳۴).

۱۳-۲-۲ زمان بندی مصرف

کافئین معمولاً در دوزهای ۸۵-۲۰۰ میلی‌گرم بر روی CNS اثر می‌گذارد و در این میزان باعث کاهش گیجی و خستگی، بهبود خلق، افزایش هوشیاری و خلاقیت، بهبود ظرفیت فعالیت‌های ذهنی مستمر و وضوح جریان فکر می‌گردد. این میزان کافئین همچنین باعث شل شدن عضله صاف، فعال نمودن ترشح اسید معده و افزایش در ضربان قلب، فشارخون و قطر عروق خونی می‌شود. میزان بیشتر از ۲۵۰ میلی‌گرم، بالا در نظر گرفته می‌شود و ممکن است به سردرد، بی‌ثباتی و عصبانیت منجر شود (۱۰).

1-Adenosine receptor antagonist
2-Daly and Butts- Lamb and Padgett

در مورد فارماکوکینتیک کافئین تحقیق جامعی توسط ساوینوک و یاکش^۱ (۱۹۹۳) صورت پذیرفته است. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که جذب کافئین پس از مصرف خوراکی تقریباً ۱۰۰٪ است و کافئین می‌تواند ۵ دقیقه پس از خوردن در خون پدیدار گردد. یک نکته مهم آنکه هرچند حداکثر غلظت پلاسمایی معمولاً ۳۰-۶۰ دقیقه پس از مصرف خوراکی ظاهر می‌شود، ولی این مدت می‌تواند به خاطر تفاوت‌های فردی در تخلیه معده بین ۱۵ تا ۱۲۰ دقیقه متغیر باشد. در صورت مصرف میزان خوراکی ۱۷۵ میلی‌گرم، تقریباً ۹۰٪ میزان کافئین می‌تواند از معده جذب شود و غلظت پلاسمای ۵-۱۰ میکروگرم در میلی‌لیتر ایجاد کند. کافئین در نوشابه‌های کولا کندتر از چای یا قهوه جذب می‌شود. کافئین به سرعت در تمام بافت‌ها پخش می‌شود و سریعاً از طریق انتشار ساده به مغز انتقال می‌یابد. نیمه‌عمر پلاسمایی آن ۱۰-۳ ساعت است که در صورت استفاده از داروهای ضدبارداری خوراکی و نیز در مصرف‌کنندگان عاداتی تقریباً دو برابر می‌شود. کافئین در سراسر آب بدن منجمله مغز توزیع می‌شود و بیشترین غلظت آن در عضله اسکلتی ایجاد می‌گردد (۱۰).

پاسخ به سؤال درباره زمان مصرف، در مورد عملکردهایی که زمان زیادی دارند (مانند مارا تن یا سه‌گانه) مشکل است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که مصرف مکرر نوشیدنی‌های حاوی کافئین (۱۵۰ mg/l) هنگام یک ساعت تایم تریل، عملکرد را به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌دهد. مصرف محلول مشابهی در یک رویداد ۴ ساعته، به افزایش غیرقابل‌انتظار سطح کافئین در ادرار منجر نشد؛ که احتمال دارد به دلیل دفع کافئین در عرق باشد. به‌هرحال، طی این مطالعه طولانی، ظرفیت عملکرد اندازه‌گیری نشد (۱۰).

پنج عامل مهم در مورد متابولیسم کافئین در ورزشکاران توسط ساوینوک و یاکش شرح داده شده‌اند. این عوامل عبارت از سن، ژنتیک، فعالیت، استعمال دخانیات و داروها می‌باشند. تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که سن دارای اثر بسیار کمی بر متابولیسم کافئین است، ولی تفاوت‌های ژنتیکی محسوسی در

1-Sawynok - Yaksh

قابلیت متابولیسم آن وجود دارد. به نظر می‌رسد که ورزش ملایم حداکثر غلظت پلاسمایی کافئین را افزایش می‌دهد. استعمال دخانیات برداشت کافئین از پلاسما را از طریق افزایش سرعت متابولیسم آن زیاد می‌کند. داروهایی نظیر داروهای خوراکی ضدبارداری و الکل از متابولیسم کافئین کاسته و بدین ترتیب سطوح پلاسمایی آن را بالا می‌برند (۱۰).

۱۴-۲-۲. مصرف درازمدت کافئین در ورزشکاران

برخی محققین چنین مطرح نموده‌اند که ورزشکاران از مصرف درازمدت کافئین سود نخواهند برد، چراکه این مصرف‌کنندگان عاداتی، نسبت به دارو تحمل پیدا کرده‌اند. این عقیده بر این اساس استوار بود که با مصرف درازمدت کافئین پاسخ کاتکولامین به دارو چندان بارز نیست (۱۰).

با این وجود تحقیقات جدید نشان داده‌اند که مصرف‌کنندگان عاداتی کافئین، می‌توانند از مصرف کافئین در حین ورزش سود ببرند، چراکه اثر اولیه (که ارتباطی با تحرک کاتکولامین‌ها ندارد) در این افراد ظاهر می‌شود. از آنجاکه کافئین با برخی آثار سودمند احتمالی همراه است، در صورتی که فرد اصولاً قهوه مصرف نکرده باشد بهترین نتایج را می‌گیرد، اما در غیر این صورت بازهم از مصرف آن فایده خواهد برد. بر اثر مصرف کافئین با ثابت نگه‌داشتن سرعت فعالیت زمان استقامت افزایش و وقتی مسافت مسابقه ثابت در نظر گرفته شد، زمان آن کاهش یافت (۱).

۱۵-۲-۲. سوء مصرف در ورزشکاران

قوانین دوپینگ کمیته بین‌المللی المپیک (IOC) اذعان دارند که هر ورزشکار با غلظت کافئین بیش از ۱۲ میلی‌گرم در لیتر ادرار بیش از حد مجاز مصرف نموده است. این بدان معنی است که بر اساس مطالعه پاسمن (و همکاران در سال ۱۹۹۵، فرد می‌تواند بدون مشکل تا 6mg/kg کافئین مصرف کند

و باز پایین تر از محدوده قانونی باقی بماند. از نقطه نظر عملی چهار فنجان (هر فنجان ۲۵۰ میلی لیتر) قهوه می تواند قبل از مسابقه و بدون خطر مثبت شدن تست مصرف شود

غلظت های کافئین در نسج عضلانی بیشترین حد را دارند و همین امر ممکن است دلیل آثار نیروزایی آن در ورزشکاران باشد. تصور می شود که کافئین زمان فعالیت تا خستگی را افزایش می دهد، سطوح لاکتات را کم می کند، میزان کاتابولیسم گلیکوژن را کاهش می دهد، جابجایی اسید چرب آزاد را افزایش داده و بدین ترتیب گلیکولیز و مصرف گلوکز را مهار می کند و کشش و وضعیت انقباضی عضله را بهبود می بخشد و انتقال تکانه های عصبی را تسهیل می نماید، تحریک پذیری غشا را افزایش می دهد که ممکن است در به کارگیری واحدهای حرکتی کمک کننده باشد، حجم جاری ریه ها را افزایش می دهد، استقامت عضلات تنفسی را بیشتر می کند و تقلای حس شده یا حس تلاش را کاهش می دهد با این حال تمامی این آثار اثبات نشده اند و بیش از آنکه در مورد آثار کافئین نتیجه گیری شود، انجام تحقیقات تکمیلی مورد نیاز است (۱۰).

۱۶-۲-۲ عوارض جانبی

عوارض جانب اصلی به وسیله وادلر هاینلین به صورت خفیف، شدید و مزمن طبقه بندی گردیده است. آثار خفیف شامل عصبانیت، تحریک پذیری، بی خوابی و اختلالات گوارشی هستند. آثار شدید دلیریوم (هدیان گویی)، اغماء، تشنج و آریتمی های فوق بطنی و بطنی با میزان های بیش از ۲۰۰ mg/kg مشاهده می شوند. آثار مزمن اساساً شامل سطح کلسترول سرمی بالاست. گروه خاصی از عوارض شامل اضطراب، تغییرات خلق، اختلال خواب از علائم محرومیت یا ترک کافئین به شمار می آیند. مسمومیت با کافئین حالتی شبیه حمله اضطرابی است که در آن فرد دچار تهوع، بی خوابی، بیقراری و عصبانیت می شود (۱۰).

۱۷-۲-۲ عوارض جانبی در ورزشکاران

کافئین عوارض جانبی متعددی در ورزشکاران دارد که شناخته شده ترین آن‌ها، کم‌خوابی است. خوردن کافئین یک ساعت قبل از رفتن به بستر بر کیفیت خواب اثر می‌گذارد، بدین صورت که کل مدت زمان خواب را کاهش می‌دهد. این آثار ممکن است باعث بروز حالت خواب‌آلودگی مرضی در طول روز شود. با توجه به این مطلب باید از خوردن کافئین در انتهای شبانه‌روز اجتناب نمود (۴).

توصیه می‌شود که مصرف‌کنندگان عادت قهوه قبل از مسابقه مهم از خوردن کافئین خودداری نکنند، چراکه این امر می‌تواند باعث ظهور سردردهای شدید، رخوت و افسردگی شود که ممکن است اثر سوئی بر روی کار آبی بجا گذارد. به عبارت دیگر، اگر ورزشکار به مصرف مکرر قهوه عادت دارد بهتر است در حین مسابقه و تمرین به آن ادامه دهد (۱۰).

۳-۲ پیشینه تحقیق

در این قسمت تحت عنوان مروری بر تحقیقات به عمل آمده، به بررسی تحقیقات انجام گرفته در رابطه با متغیرهای پژوهش حاضر خواهیم پرداخت.

۱-۳-۲ مروری بر تحقیقات کافئین و ورزش شدید کوتاه مدت

برخی تحقیقات، فواید کافئین در ورزش کوتاه مدت شدید را نشان داده‌اند، اما تمام یافته‌ها از این آثار حمایت نکرده‌اند. بل و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیقی مصرف مکمل کافئین (۵mg/kg) ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت را در ۱۶ مرد سالم تمرین نکرده بررسی کردند و نتایج نشان داد که مصرف کافئین بر اوج توان، در آزمون بی‌هوازی و ینگیت تأثیری ندارد (۱۶).

باوجود این، انسلمه و همکاران (۱۹۹۲) اظهار کردند مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم نیم ساعت قبل از فعالیتی که از ۶ ثانیه دوچرخه زدن با تمام قدرت با بارهای متفاوت، تشکیل شده بود، را در ۱۴ نفر (۱۰ مرد و

۴ زن) بررسی کرد. نتایج نشان داد که مصرف مکمل کافئین اوج برون ده توان را در تمام بارها افزایش داد(۱۷).

در تحقیق پاتن^۱ و همکاران (۲۰۰۱)، ۱۶ مرد ورزشکار تیمی، ۶۰ دقیقه قبل از شروع ورزش، ۶ میلی‌گرم کافئین یا دارونما را به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن خود دریافت کردند. تمرین شامل ۱۰ بار دویدن سرعتی تکراری در مسیر ۲۰ متر و بافاصله استراحت ۱۰ ثانیه و به دنبال یک جلسه آشنایی با تست، به فاصله ۲ تا ۳ روز قبل از فعالیت بود. نتایج نشان داد که زمان دویدن، حداقل در حدود ۸٪ بهبود یافته است ولی تأثیر معنی‌داری بر میانگین عملکرد سرعتی و شاخص خستگی مشاهده نشد(۱۰۲).

جی هافمن^۲ و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی نشان دادند که قهوه غنی از کافئین در مقایسه با قهوه بدون کافئین ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت را در ۱۰ نفر (۸ نفر مرد و ۲ نفر زن) بررسی کردند و به این نتیجه رسیدن که مصرف کافئین هیچ تأثیری بر اوج توان، میانگین توان، شاخص خستگی و کل کار در آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه نداشت(۱۰۳).

آندرو لورینو^۳ و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی مصرف مکمل کافئین (۶ mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت در ۱۷ نفر دانشجویان جوانی که گهگاه فعالیت می‌کردند، چابکی را به‌وسیله تست شاتل ران اندازه‌گیری کرد. نتایج نشان داد که مصرف کافئین تأثیر چشمگیری بر چابکی، برون ده توانی، میانگین توان و حداقل توان هنگامی که به‌وسیله آزمون وینگیت سنجیده شد، ندارد(۱۰۴).

از طرف دیگر، جاناتان^۴ و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی مصرف (۵ mg/kg) کافئین را ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت ۱ km تایم تریل دوچرخه را در ۸ دوچرخه‌سوار حرفه‌ای که با گروه دارونما مورد مقایسه

1-Paton
2-Jay, R. Hafman
3-Anderw Lorino
4-Janatan

قراردادند و نتایج نشان داد که مصرف کافئین، اوج توان، میانگین توان، و میانگین سرعت را افزایش داد. (۱۰۵)

همچنین، بیدی^۱ و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی روی دوچرخه‌سواران مرد تمرین کرده در آزمون ۱۰km تایم تریل که سه بار متوالی انجام گرفت، نشان دادند مصرف ۴/۵ mg/kg کافئین، ۱/۳٪ میانگین توان را افزایش داد (۱۰۶).

مهدوی و همکاران (۲۰۱۵) اثر مصرف مکمل کافئین (۵mg/kg) را ۷۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی توان بی‌هوازی و سطح لاکتات خون ۲۶ زن بسکتبالیست را بررسی کرد و نتایج نشان داد که اوج توان، میانگین توان و شاخص خستگی افزایش معناداری نداشت. (۱۱۵)

۲-۳-۲ مروری بر تحقیقات کافئین و استقامت عضلانی

اگرچه تحقیقات مختلف در خصوص کافئین انجام شده است، باین حال آثار کافئین بر اجرای استقامت عضلانی کمتر مورد توجه قرار گرفته و نتایج آن‌ها نیز متفاوت بوده است (۲۱،۲۰،۱۹) در این زمینه، در تحقیقی همچون گرین و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی مصرف کافئین (۶mg/kg) را ۶۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون بر استقامت پرس سینه و پرس پا در ۱۷ مرد بررسی کردند. نتایج نشان داد که در حرکت پرس سینه تفاوتی بین مصرف‌کننده کافئین و دارونما مشاهده نشد ولی در حرکت پرس پا تفاوت معناداری را از خود نشان داد (۱۹).

جاکوبز و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که مصرف کافئین (۴mg/kg) ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت سه نوبت سوپر ست پرس پا (۸۰ درصد 1RM) در ۱۳ مرد تمرین کرده مقاومتی بررسی کرد و تأثیر معناداری بر استقامت عضلانی در مردان تمرین کرده مقاومتی مشاهده نکردند (۲۰)، در تحقیقی پاسترنک (۲۰۰۰) اثر مصرف ۴ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را بر سه نوبت سوپر

1-Beedie

ست پرس پا (۸۰ درصد 1RM) بررسی کرد. آزمودنی‌ها ۱۳ مرد فعال بودند و نتایج به‌دست‌آمده تفاوت معناداری را بین کافئین و دارونما بین پرس پا نشان ندادند (۲۱).

آستورینو و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی اثر مصرف کافئین (۶mg/kg) را بر یک تکرار بیشینه و تکرار تا واماندگی با ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه در حرکتهای پرس سینه و پرس پادر ۲۲ مرد مقاومتی کار بررسی کردند. نتایج به‌دست‌آمده در هیچ‌یک از شاخص‌ها معنادار نبود. هرچند در مجموع وزنه بلند شده در تکرار تا واماندگی، به مقدار ۱۲ درصد افزایش مشاهده شد. (۱۰۷) بک^۱ و همکاران (۲۰۰۶) اثر مصرف کوتاه‌مدت کافئین (۲/۴mg/kg) را ۶۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون بر قدرت و استقامت عضلانی ۳۷ مرد تمرین کرده بررسی کردند. شاخص‌های مورد بررسی شامل 1RM در حرکتهای پرس سینه و اکستنشن پا برای ارزیابی قدرت، تکرار تا خستگی با ۸۰ درصد 1RM در حرکتهای پرس سینه و اکستنشن پا برای ارزیابی استقامت عضلانی بود. نتایج نشان داد کافئین موجب افزایش معنادار 1RM پرس سینه می‌شود، اما در مقایسه با دارونما اثر معناداری بر دیگر شاخص‌ها ندارد (۱۰۸).

آستورینو و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی اثر مصرف کافئین (۶mg/kg) یک ساعت قبل از فعالیت بر تکرار تا خستگی با ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در حرکتهای پرس سینه، پرس شانه، پرس پا و حرکت قایقی در ۱۴ مرد تمرین کرده پرداختند نتایج آن‌ها نشان داد مصرف کافئین در مقایسه با پرس پا تأثیر معناداری دارد. (۱۰۹).

۳-۲-۳ مروری بر تحقیقات کافئین و توان هوازی (VO₂max)

تحقیق داگلاس و همکاران (۲۰۰۲) بود که انجام ورزش استقامتی، ۳،۱ و ۶ ساعت پس از مصرف مکمل کافئین در ۱۳ نفر مصرف‌کننده و ۸ نفر غیر مصرف‌کننده کافئین بررسی کردند و نتایج نشان داد که مصرف کافئین در تمامی زمان‌ها باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO₂max) می‌شود و

این افزایش در ۶۰ دقیقه پس از مصرف کافئین از دیگر زمان‌ها بالاتر بود. همچنین تأثیر کافئین در افراد غیر مصرف‌کننده کافئین بیشتر بود (۲۲)

برایان رابرت و همکاران (۱۹۹۵) در تحقیقی که به بررسی اثر مصرف مکمل کافئین (۶mg/kg) ۱۵۰ دقیقه قبل از شنای ۱۵۰۰ متر در ۷ مرد و ۴ زن شناگر حرفه‌ای پرداختند، به این نتیجه رسیدند که مصرف کافئین در مقایسه با دارونما در بهبود رکود شناگران تأثیر معناداری داشت (۱۳).

تحقیق مک لارن و همکاران (۲۰۰۷) اثر مصرف دوز پایین مکمل کافئین (۱/۵mg/kg) الی (۳) ۳۰ دقیقه قبل از دوچرخه‌سواری در حالت زیر بیشینه برای کاهش ضربان قلب در ۹ مرد غیر مصرف‌کننده کافئین بررسی شد. و نتایج نشان‌دهنده، کاهش معنی‌دار در افزایش ضربان قلب، افزایش کار آیی استفاده از انرژی (سوخت) و غیر معنادار بودن افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی را نشان داد (۱۴).

در گزارش گراهام و همکاران (۱۹۹۵) مصرف مکمل کافئین با دوز های (۹،۶،۳mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل از پدال زدن با ۸۵ درصد VO_{2max} روی چرخ کار سنج، کافئین با دارونما را بررسی کردند. گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل مدت‌زمان بیشتری رکاب زدند (۱۵).

۲-۴ جمع‌بندی پیشینه تحقیق

در زمینه بررسی مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی، مطالعات بسیار کمی انجام‌شده و اکثر تحقیقات مصرف کافئین را ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت استفاده کرده‌اند و تحقیقات کمی روی مصرف مکمل کافئین، ۳۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت انجام‌شده است و نتایج گوناگونی را گزارش کرده‌اند، به‌صورتی که برخی از این نتایج به معنی‌دار بودن و برخی دیگر به غیر معناداری تأثیر کافئین اشاره دارند. از این‌رو بر آن شدیم که تأثیر مصرف مکمل کافئین را در زمان مختلف بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان نخبه را بررسی کنیم و بهترین زمان تأثیر کافئین را بر روی متغیرهای عملکردی دوندگان استقامت را به دست آوریم.

فصل سوم

روش‌شناسی تحقیق

۳-۱ مقدمه

با توجه به اینکه هدف از این پژوهش بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه شاهرود است، در این فصل سعی شده است که مشخصات عمومی آزمودنی‌ها، روش تحقیق، جامعه و نمونه آماری، متغیرهای تحقیق، ابزارهای اندازه‌گیری، شیوه اجرایی، نحوه گردآوری اطلاعات و روش‌های آماری به کار گرفته‌شده، ارائه گردد. همچنین در آخر ملاحظات اخلاقی و تغذیه‌ای ارائه خواهد شد.

۳-۲ روش‌شناسی تحقیق

با توجه به نمونه آماری، متغیرها و اهداف مطرح‌شده، این تحقیق به روش نیمه تجربی است

۳-۲-۱ جامعه آماری

تمامی دوندگان (۱۵ نفر) استقامتی نخبه شهرستان شاهرود که دارای مقام استانی و کشوری بودند که حداقل ۲ سال سابقه فعالیت ورزشی مداوم و ۶ روز در هفته تمرین داشتند.

۳-۲-۲ نمونه آماری و انتخاب نمونه

از میان جامعه آماری ۱۳ نفر به صورت داوطلبانه در دسترس انتخاب شدند. طرح تحقیق به صورت متقاطع و به گونه‌ای طراحی خواهد شد که آزمودنی‌ها چهار بار بافاصله زمانی سه روز از یکدیگر در چهار حالت و در یکی از شرایط زیر قرار بگیرند:

۱. جلسه مصرف دارونما، ۲. جلسه مصرف کافئین ۳۰ دقیقه قبل از شروع آزمون (۱۴)، ۳. جلسه مصرف کافئین ۶۰ دقیقه قبل از شروع آزمون (۱۵) و ۴. جلسه مصرف کافئین ۱۵۰ دقیقه قبل از شروع آزمون (۱۳).

۳-۲-۳. متغیرهای تحقیق

۳-۲-۳-۱ متغیرهای مستقل

مکمل کافئین، زمان‌های مختلف

۳-۲-۳-۲ متغیرهای وابسته

عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی

۳-۲-۴ ابزار وسایل اندازه‌گیری

ابزار و وسایل موردنیاز جهت اندازه‌گیری متغیرهای این تحقیق به شرح ذیل است.

۱. پرسشنامه همکاری و رضایت‌نامه (پیوست ۱) و اطلاعات فردی و سوابق پزشکی، ورزشی (پیوست ۲)

۲. مکمل کافئین ساخت چین (شکل ۳-۱)

۳. کپسول قرص ۵۰۰ میلی‌گرمی

۴. دستگاه تردمیل (TRUE Treadmills MADE IN THE USA) (شکل ۳-۲)

۵. دستگاه تجزیه تحلیل و تحلیل ترکیب بدن مدل Inbody230، برای اندازه‌گیری وزن و درصد

چربی ساخت کشور کره جنوبی (شکل ۳-۳)

۶. دوچرخه کار سنج موناک (۸۳۹) ساخت کشور سوئد برای اجرای آزمون ۳۰ ثانیه وینگیت (۳-۴)

۷. دستگاه بدنسازی اسکات پا برای سنجش استقامت عضلانی ساخت کشور ایران (۳-۵)

۸. ترازو و قد سنج دیجیتال

۹. ترازو دیجیتال آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری مقدار کافئین برحسب میلی‌گرم (۳-۶)



شکل ۳-۲: دستگاه تردمیل



شکل ۳-۱: مکمل کافئین



شکل ۳-۴: دوچرخه کار سنج مونارک



شکل ۳-۳: دستگاه اندازه گیری ترکیب بدنی



شکل ۳-۵: دستگاه اسکات پا

شکل ۳-۶: ترازو دیجیتال جهت تهیه کپسول مکمل

۳-۲-۵ انواع آزمون

۳-۲-۵-۱ آزمون وینگیت

ورزشکار به مدت ۱۰ دقیقه با ضربان قلب ۱۵۰ ضربه در دقیقه به صورت رکاب زدن تناوبی روی دوچرخه کار سنج خود را گرم می‌کند (۳۰ ثانیه رکاب زدن ۳۰ ثانیه استراحت). سپس ۳ تا ۵ دقیقه به حرکات نرمشی و استراحت فعال پرداخته و آزمون اصلی را شروع می‌کند با کلمه «رو» ورزشکار با تمام سرعت شروع به پا زدن می‌کند زمانی که آزمون گر احساس کرد ورزشکار به اوج سرعت خود رسیده است، با اعمال بار موردنظر زمان سنج را به کار می‌اندازد و زمان رسیدن به اوج سرعت به طور طبیعی ۳ تا ۴ ثانیه طول می‌کشد. بار اعمال شده حدوداً ۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن ورزشکار است. پس از پایان آزمون ورزشکار به مدت ۲ تا ۳ دقیقه بدون بار به رکاب زدن خود ادامه می‌دهد تا بدن به آرامی به حالت اولیه بازگردد.

۱-۱-۵-۲-۳ سه شاخص قابل اندازه‌گیری در آزمون وینگیت

میانگین توان: (Mean power) یا توان میانگین بی‌هوازی عبارت است از میانگین کار انجام‌شده در مدت ۳۰ ثانیه آزمون.

توان حداقل: یا توان حداقل بی‌هوازی عبارت است از پایین‌ترین توان به دست آمده در مدت ۵ ثانیه.

شاخص خستگی: (Fatigue index) به تأخیر انداختن خستگی بین حداکثر توان و حداقل توان که از معادله زیر به دست می‌آید:

$$\frac{(pp-mp) \times 100}{pp}$$

اوج توان عملکرد (pp) عملکرد دستگاه فسفاژن و میانگین توان (mp) عملکرد دستگاه اسیدلاکتیک را نشان می‌دهد. (۱۱۲)

۲-۲-۵-۳ آزمون بیشینه بروس

متداول‌ترین آزمون بیشینه روی نوار گردان (تردمیل) آزمون بروس است. که از این آزمون برای ارزیابی استقامت عمومی ورزشکار (حداکثر اکسیژن مصرفی) استفاده می‌شود. آزمون بروس، در ۱۰ مرحله اجرا می‌شود و مدت هر مرحله ۳ دقیقه است. در مرحله‌ای اول اجرای آزمون مقدار شیب اولیه ۱۰ درجه و با سرعت ۲/۷۴ شروع می‌شود که در هر مرحله ۲ درجه به مقدار شیب اضافه می‌شود و میزان افزایش سرعت نیز متغیر می‌باشد. مراحل اجرای کامل آزمون بروس در جدول (۱-۱) قابل مشاهده است. (۲۳)

جدول (۱-۳): مراحل اجرای آزمون بروس

مرحله	زمان (min)	کیلومتر بر ساعت (km/hr)	شیب (درصد)
۱	۰	۲/۷۴	۱۰
۲	۳	۴/۰۲	۱۲
۳	۶	۵/۴۷	۱۴
۴	۹	۶/۷۶	۱۶
۵	۱۲	۸/۰۵	۱۸
۶	۱۵	۸/۸۵	۲۰
۷	۱۸	۹/۶۵	۲۲
۸	۲۱	۱۰/۴۶	۲۴
۹	۲۴	۱۱/۲۶	۲۶
۱۰	۲۷	۱۲/۰۷	۲۸

۳-۲-۵-۳ آزمون اسکات پا

از این آزمون، می‌توان برای ارزیابی استقامت عضلانی پای ورزشکار استفاده کرد. در این آزمون ورزشکار با مقاومت ۷۰ درصد 1RM پشت به صندلی می‌ایستد و پاها را اندازه عرض شانه باز می‌کند و روی پای خود می‌نشیند و قبل از اینکه دوباره برخیزد، با پشت خود صندلی را به آرامی لمس می‌کند. این کار را تا زمان خستگی تکرار می‌کند و تعداد حرکات اسکات انجام گرفته ثبت می‌شود (۲۳).

۳-۲-۶ طرح تحقیق

طرح تحقیق به صورت متقاطع بود و آزمودنی‌ها مکمل کافئین (6 mg/kg) و دارونما را در حالت‌های زیر مصرف کردند.

۴۵ دقیقه استراحت + گرم کردن

$X_1 \longrightarrow Y$

۳۰ دقیقه استراحت + گرم کردن

$X_2 \longrightarrow Y$

۶۰ دقیقه استراحت + گرم کردن

$X_2 \longrightarrow Y$

۱۵۰ دقیقه استراحت + گرم کردن

$X_2 \longrightarrow Y$

Y : آزمون

X_2 : مصرف مکمل

X_1 : مصرف دارونما

۳-۲-۷ روش اجرایی تحقیق

در اولین جلسه حضور آزمودنی‌ها، پس از امضا کردن رضایت‌نامه کتبی و تکمیل پرسشنامه، اطلاعات عمومی و لازم در مورد مراحل مختلف تحقیق و اجرای آن به شرکت‌کنندگان داده شد و سپس ویژگی‌هایی از قبیل قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI) و درصد چربی بدن اندازه‌گیری گردید. برای تعیین یک تکرار بیشینه از روش باچل و ارلی استفاده شد. در این روش، حداکثر قدرت بیشینه آزمودنی‌ها با اجرای ۶ - ۳ ست حرکت اسکات پا با دو دقیقه استراحت بین ست‌ها، به دست می‌آید (۱۲) دو نفر از داوطلبان، آزمون وینگیت و بروس را به صورت آزمایشی انجام دادند و بر اساس آن زمان تقریبی آزمون مشخص شد و اصلاحات لازم در طرح انجام گرفت.

به منظور انجام این تحقیق آزمودنی‌ها به روش متقاطع چهار بار بافاصله زمانی سه روز از یکدیگر در چهار حالت و در یکی از شرایط زیر قرار گرفتند:

۱. مصرف دارونما (کپسول نشاسته) ۲. مصرف کافئین (۶mg/kg) ۳۰ دقیقه قبل از شروع آزمون، ۳.
- مصرف کافئین (۶mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل از شروع آزمون و ۴. مصرف کافئین (۶mg/kg) ۱۵۰ دقیقه قبل از شروع آزمون.

ورزشکاران برای هر متغیر وابسته چهار بار و در مجموع دوازده بار آزمون بافاصله زمانی سه روز از یکدیگر انجام دادند.

۸-۲-۳ ملاحظات تغذیه‌ای و تمرینی

کافئین (کنترل از طریق پرسشنامه غذایی ۲۴ ساعته بسامد) و مصرف دارو و مکمل ضدالتهابی از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمون از خوردن غذاها و داروهای حاوی مقدار زیاد کافئین مانند قهوه، چای، متیل گزانتین ها و ایبوپروفن خودداری کنند و رژیم غذایی معمولی خود را در طول اجرای پژوهش حفظ کنند . آخرین وعده غذایی آزمودنی‌ها (نهار شامل ۱۵۰ گرم نان، ۲۰۰ گرم سیب‌زمینی آب پز و ۱ عدد تخم‌مرغ آب پز) مشابه بود تا تأثیر غذای مصرفی بر آزمون برای همه آزمودنی‌ها یکسان باشد. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمون از فعالیت ورزشی شدید خودداری نمایند.

۹-۲-۳ روش جمع‌آوری اطلاعات

تمام مراحل پژوهش در شرایط مشابه با دمای ۳۰-۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و در ساعت ۱۵ الی ۱۹ بعدازظهر انجام شد. آزمودنی‌ها هر جلسه پس از مصرف مکمل کافئین مدت‌زمان مشخصی را در حالت نشسته استراحت می‌کردند و سپس آزمون‌ها را انجام می‌دادند. مکمل و دارونما همراه با یک

لیوان آب مصرف می‌شد. مدت‌زمان مصرف مکمل تا شروع آزمون‌ها برای جلسه‌های مختلف متفاوت و به‌قرار زیر بود:

- ۳۰ دقیقه قبل شروع آزمون
- ۶۰ دقیقه قبل از شروع آزمون
- ۱۵۰ دقیقه قبل از شروع آزمون

آزمودنی‌ها در جلسه دارونما از کپسول‌های حاوی نشاسته و جلسه‌های تجربی از کپسول‌های حاوی کافئین با دوز (۶mg/kg) مصرف کردند.

آزمودنی‌ها در تمام جلسات تمرین، ۱۵ دقیقه به گرم کردن که شامل دویدن به مدت ۱۰ دقیقه و ۵ دقیقه حرکات کششی و نرمشی بود، می‌پرداختند. سپس حرکت تکرار تا واماندگی را برای اسکات پا، آزمون بروس را تا حد واماندگی و آزمون ۳۰ ثانیه وینگیت با تمام توان انجام دادند و در آخر ۵ دقیقه سرد کردن انجام گرفت. استقامت عضلانی با استفاده از آزمون تکرار تا خستگی با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه هر فرد در حرکت اسکات پا ارزیابی شد. حجم آزمون (کل وزنه بلند شده) از طریق ضرب تعداد حرکات انجام‌گرفته در آزمون استقامت عضلانی در مقدار وزنه به دست آمد (۱۴،۱۵)

تعداد تکرار × مقدار وزنه بلند شده = فرمول حجم آزمون استقامت عضلانی

۱۰-۲-۳ روش آماری

برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی و برای طبیعی بودن توزیع متغیرهای موجود در تحقیق از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر به‌منظور ارزیابی تفاوت‌های جلسات آزمودنی‌ها استفاده شد. کلیه عملیات آماری به‌وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام گرفت و سطح معناداری آزمون‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد

۱۱-۲-۳ ملاحظات اخلاقی

۱. آزمودنی‌ها پس از اطلاع کامل از روش اجرای تحقیق فرم رضایت‌نامه را به صورت کتبی کامل کردند.

۲. تمام اطلاعات آزمودنی‌ها به صورت کاملاً محرمانه ثبت شد.

۳. آزمودنی‌ها مجاز بودند هر مرحله از پروتکل تحقیق، به کار خود خاتمه دهند.

۴. در طول دوره تحقیق تمام مراقبت‌های ویژه به عمل آمد

فصل چهارم

یافته های تحقیق

۴-۱ مقدمه

چهارمین فصل تحقیق به تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده اختصاص دارد. در این فصل، یافته‌های پژوهش در دو بخش یافته‌های توصیفی و یافته‌های مربوط به فرضیات تحقیق ارائه خواهند شد. در بخش یافته‌های توصیفی، جداول توصیفی شامل میانگین و انحراف استاندارد (۴-۱) و در بخش یافته‌های مربوط به فرضیات تحقیق با توجه به نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (۴-۲، ۴-۳) و وضعیت طبیعی داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و سطح معنی‌داری پنج‌صدم مورد بررسی قرار گرفته است. کلیه بررسی آماری و رسم نمودار با استفاده از نرم‌افزارهای spss ۱۹ و Excel ۲۰۱۰ انجام شده است.

۴-۲ یافته‌های توصیفی

جدول ۴-۱: یافته‌های توصیفی مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

ویژگی‌ها	میانگین و انحراف استاندارد
سن (سال)	$19/07 \pm 2/72$
قد (سانتی‌متر)	$174/34 \pm 6/28$
وزن (کیلوگرم)	$63/99 \pm 7/58$
چربی بدن (درصد)	$11/50 \pm 2/12$
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	$21/12 \pm 2/04$
سابقه تمرین (ماه)	$44/84 \pm 15/08$

جدول ۲-۴ نتایج حاصل از توزیع طبیعی داده‌ها (آزمون کلموگروف-اسمیرنوف)

ارزش P	درجه آزادی	شاخص آزمون	آزمون	
			جلسه	متغیر
۰/۹۸۹	۱۲	۰/۱۰۳	دارونما	حداکثر اکسیژن مصرفی (VO ₂ max)
۰/۷۵۵	۱۲	۰/۱۵۱	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۹۹۳	۱۲	۰/۱۰۶	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۹۲۰	۱۲	۰/۱۵۳	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۷۸۷	۱۲	۰/۱۸۱	دارونما	توان اوج بی‌هوایی
۰/۳۱۶	۱۲	۰/۲۶۶	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۹۹۷	۱۲	۰/۱۱۱	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۹۱۲	۱۲	۰/۱۰۸	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۹۱۲	۱۲	۰/۱۱۹	دارونما	میانگین توان بی‌هوایی
۰/۹۹۰	۱۲	۰/۱۲۲	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۹۶۸	۱۲	۰/۱۳۷	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۶۱۴	۱۲	۰/۱۶۶	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۷۷۰	۱۲	۰/۱۸۴	دارونما	شاخص خستگی
۰/۹۴۷	۱۲	۰/۱۴۵	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۹۹۳	۱۲	۰/۱۱۹	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت	
۰/۸۸۷	۱۲	۰/۱۲۰	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت	

جدول ۳-۴: ادامه نتایج حاصل از توزیع طبیعی داده‌ها (آزمون کلموگروف-اسمیرنوف)

متغیر	آزمون جلسه	شاخص آزمون	درجه آزادی	ارزش P
استقامت عضلانی	دارونما	۰/۱۰۸	۱۲	۰/۹۹۸
	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت	۰/۱۳۸	۱۲	۰/۵۹۰
	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت	۰/۱۳۵	۱۲	۰/۷۹۳
	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت	۰/۱۳۹	۱۲	۰/۹۶۴
حجم آزمون استقامت عضلانی	دارونما	۰/۱۲۱	۱۲	۰/۷۲۸
	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت	۰/۱۱۱	۱۲	۰/۹۸۱
	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت	۰/۹۵۰	۱۲	۰/۹۸۷
	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت	۰/۱۴۷	۱۲	۰/۸۳۹

۳-۴ یافته‌های مربوط به فرضیات تحقیق

۳-۴-۱ آزمون فرضیه اول (مربوط به توان هوازی)

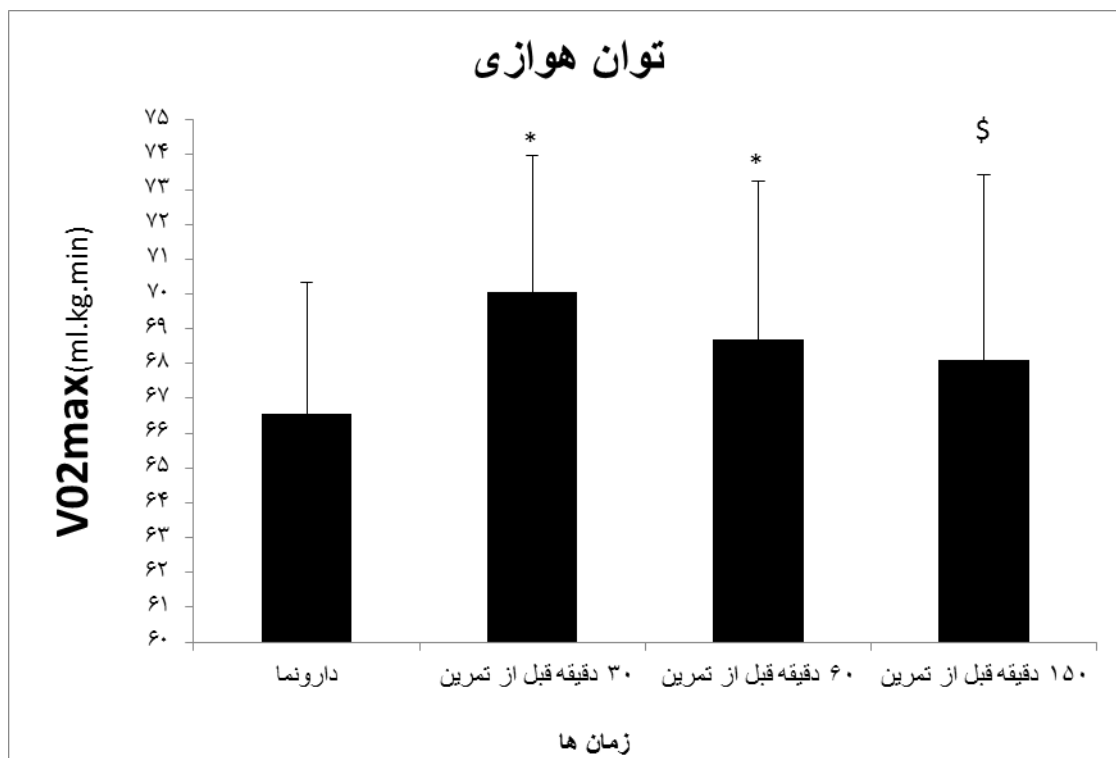
۱. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد توان هوازی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد.

داده‌های مربوط به حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) (میانگین \pm انحراف معیار) در چهار مرحله اجرای پروتکل در جدول (۴-۴) ملاحظه می‌شود.

جدول (۴-۴). داده‌های مربوط به حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) (میانگین \pm انحراف معیار)

مقدار P	مقدار F	(VO_{2max}) M \pm SD	حالت‌ها
۰/۰۰۱	۸/۸۲	۶۶/۵۵ \pm ۳/۷۷	دارونما
		۷۰/۰۷ \pm ۳/۹۱	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۶۸/۶۸ \pm ۴/۵۵	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۶۸/۱۱ \pm ۵/۳۲	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد توان هوازی اختلاف معناداری وجود دارد ($P=۰/۰۰۱$). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار ($P=۰/۰۰۱$)، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار ($P=۰/۰۰۲$) و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث کاهش معنادار ($P=۰/۰۲۰$) حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) می‌شود. بنابراین فرضیه تحقیق مبنی بر اینکه بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد، رد می‌شود (نمودار ۴-۱).



نمودار (۴-۱). تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) در زمان‌های مختلف

*: نشان نقطه معنی‌داری نسبت به دارونما

\$: نشان نقطه معناداری نسبت به ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت

۲-۳-۴ آزمون فرضیه دوم (اوج توان بی‌هوازی)

۲. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد اوج

توان بی‌هوازی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد.

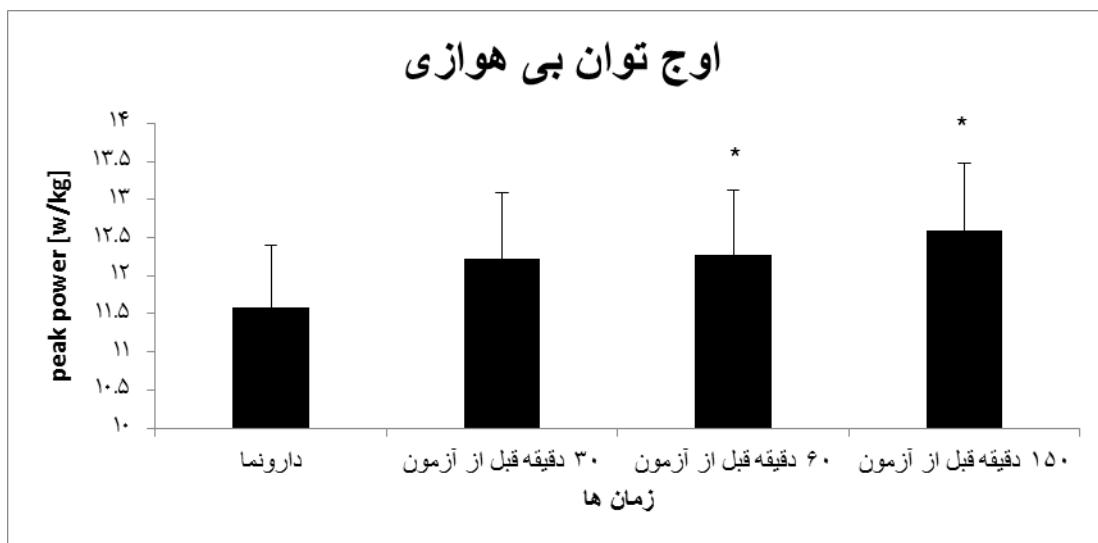
داده‌های مربوط به اوج توان بی‌هوازی (میانگین \pm انحراف معیار) در چهار مرحله اجرای پروتکل در

جدول (۴-۵) ملاحظه می‌شود.

جدول (۴-۵). داده‌های اوج توان بی‌هوازی (میانگین \pm انحراف معیار)

مقدار P	مقدار F	اوج توان بی‌هوازی (w/kg) M±SD	حالت‌ها
۰/۰۰۲	۵/۹۸	۱۱/۵۹ ± ۰/۳۶	دارونما
		۱۲/۲۳ ± ۰/۳۴	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۱۲/۲۷ ± ۰/۳۶	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۱۲/۶۰ ± ۰/۳۳	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد اوج توان بی‌هوازی اختلاف معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۲). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار (P=۰/۱۱۲)، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار (P=۰/۰۴۶) و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار (P=۰/۰۱۰) عملکرد اوج توان می‌شود. بنابراین فرضیه تحقیق مبنی بر اینکه بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد اوج توان دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد، رد می‌شود (نمودار ۴-۲).



نمودار (۲-۴). تغییرات اوج توان بی هوازی در زمان های مختلف * : نشان نقطه معنی داری است

۲-۳-۴ آزمون فرضیه سوم (مربوط به میانگین بی هوازی)

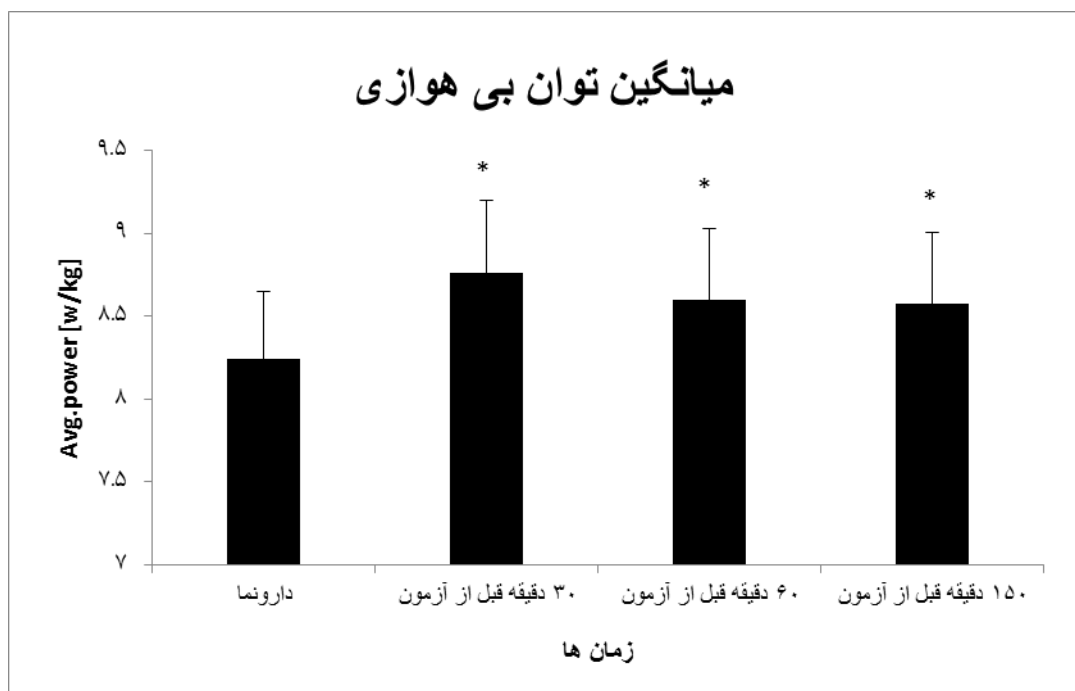
داده های مربوط به میانگین توان بی هوازی (میانگین \pm انحراف معیار) در چهار مرحله اجرای پروتکل در جدول (۴-۶) ملاحظه می شود.

۳. بین مصرف مکمل کافئین در زمان های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد میانگین توان بی هوازی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد.

جدول (۴-۶). داده های میانگین توان بی هوازی (میانگین \pm انحراف معیار)

مقدار P	مقدار F	میانگین توان بی هوازی (w/kg) M \pm SD	حالت ها
۰/۰۰۱	۹/۷۳	۸/۲۴ \pm ۰/۱۴	دارونما
		۸/۷۶ \pm ۰/۱۶	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۸/۶۰ \pm ۰/۱۵	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۸/۵۸ \pm ۰/۱۵	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد اوج توان بی‌هوازی اختلاف معناداری وجود دارد ($P=0/001$). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار ($P=0/005$)، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار ($P=0/001$) و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار ($P=0/029$) عملکرد اوج توان می‌شود. بنابراین فرضیه تحقیق مبنی بر اینکه بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد میانگین توان دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد، رد می‌شود (نمودار ۳-۴).



نمودار (۳-۴). تغییرات میانگین توان بی‌هوازی در زمان‌های مختلف

*: نشان نقطه معنی‌داری نسبت به دارونما

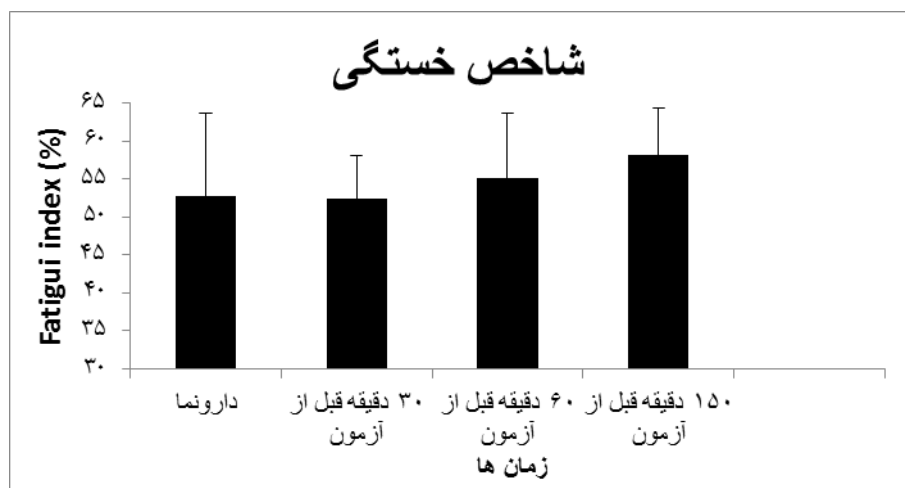
۴-۳-۴ آزمون فرضیه چهارم (مربوط به شاخص خستگی)

۴. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد شاخص خستگی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد. داده‌های مربوط به شاخص خستگی (میانگین \pm انحراف معیار) در چهار مرحله اجرای پروتکل در جدول (۴-۷) ملاحظه می‌شود.

جدول (۴-۷). داده‌های شاخص خستگی (میانگین \pm انحراف معیار)

مقدار P	مقدار F	شاخص خستگی (w/kg) M \pm SD	حالت‌ها
۰/۱۹۰	۱/۶۷	۵۲/۷۶ 10 ± 8	دارونما
		۵۲/۳۵ 5 ± 7	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۵۵/۰۹ $\pm 8/5$	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۵۸/۱۹ $\pm 6/08$	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد شاخص خستگی اختلاف معناداری وجود ندارد. ($P=0/190$). بنابراین فرضیه تحقیق مبنی بر اینکه بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد شاخص خستگی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد، تأیید می‌شود (نمودار ۴-۴).



(نمودار ۴-۴). تغییرات شاخص خستگی در زمان‌های مختلف

۵-۳-۴ آزمون فرضیه پنجم (مربوط به استقامت عضلانی اندام تحتانی)

۵. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد

استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد.

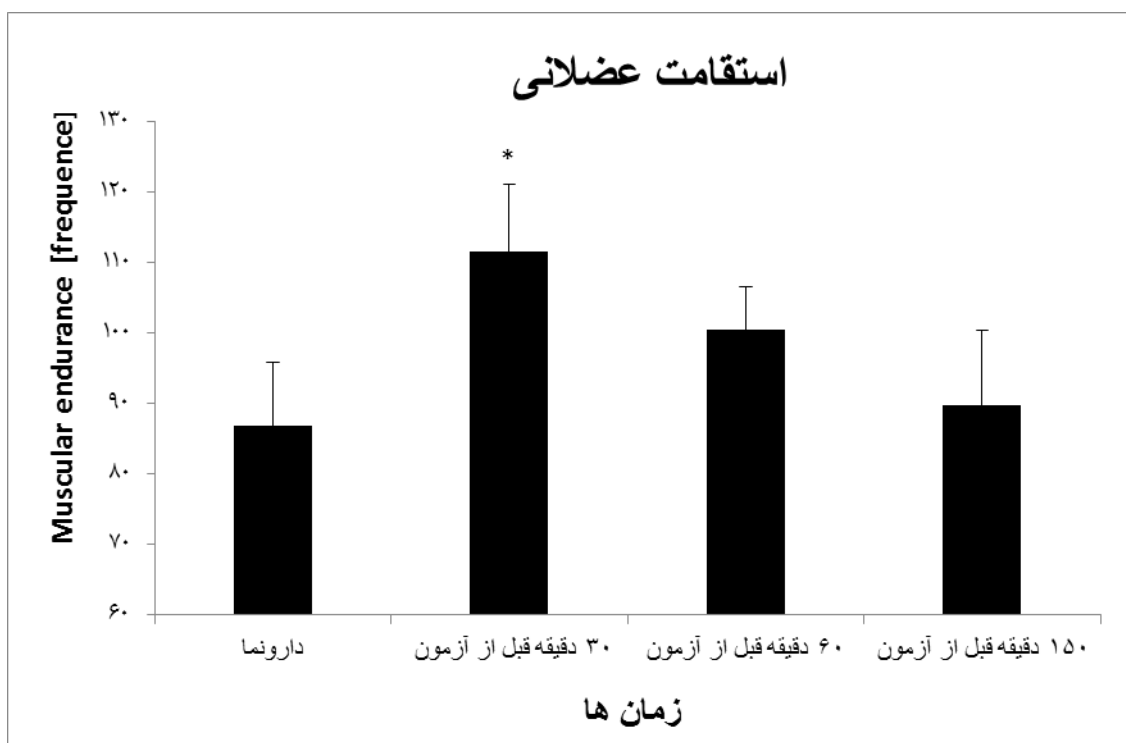
داده‌های مربوط به استقامت عضلانی اندام تحتانی (میانگین \pm انحراف معیار) در چهار مرحله اجرای

پروتکل در جدول (۴-۸) ملاحظه می‌شود

جدول (۴-۸). داده‌های استقامت عضلانی اندام تحتانی (میانگین \pm انحراف معیار)

مقدار P	مقدار F	(frequence) M \pm SD	حالت‌ها
۰/۰۲۳	۳/۵۷	۸۶/۹۲ \pm ۸/۹۶	دارونما
		۱۱۱/۶۱ \pm ۹/۵۹	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۱۰۰/۵۳ \pm ۶/۰۰	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۸۹/۷۶ \pm ۱۰/۵۹	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد استقامت عضلانی اندام تحتانی اختلاف معناداری وجود دارد ($P=0/023$). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار ($P=0/025$)، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار ($P=0/716$) و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار ($P=1/000$) عملکرد استقامت عضلانی اندام تحتانی می‌شود. بنابراین فرضیه تحقیق مبنی بر اینکه بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد، رد می‌شود (نمودار ۴-۵).



(نمودار ۴-۵). تغییرات استقامت عضلانی اندام تحتانی در زمان‌های مختلف

*: نشان نقطه معنی‌داری نسبت دارونما

۴-۲-۶ آزمون فرضیه ششم (مربوط به حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی)

داده‌های مربوط به حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی (میانگین \pm انحراف معیار) در چهار مرحله اجرای پروتکل در جدول (۴-۹) ملاحظه می‌شود.

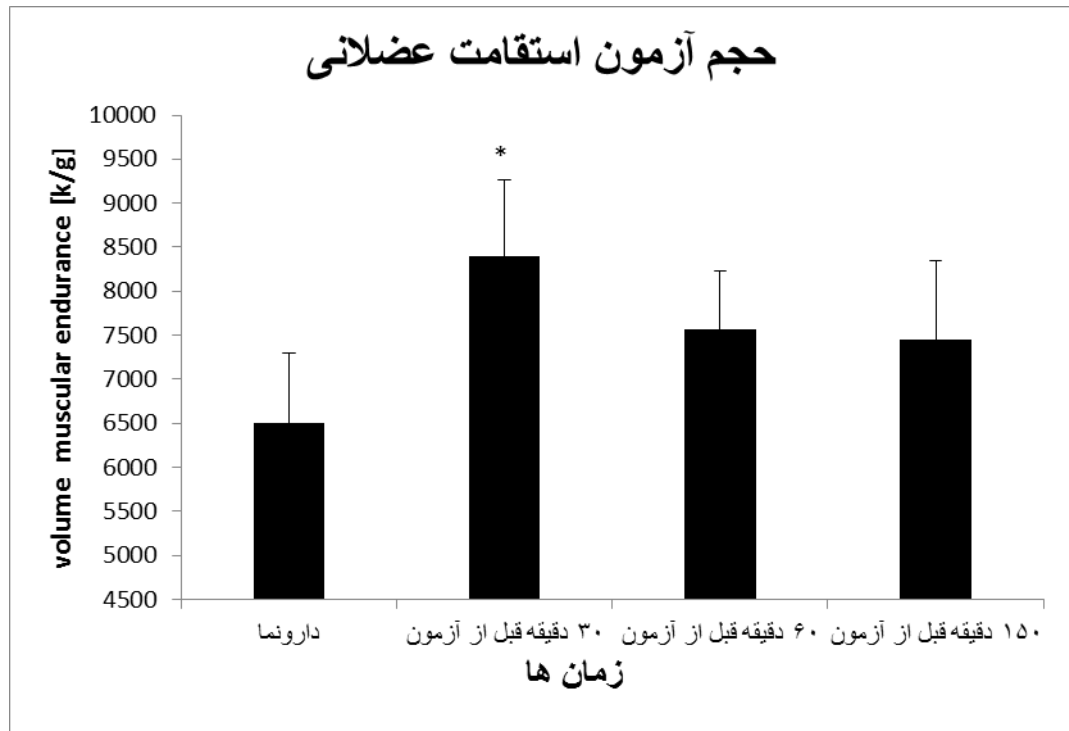
۶. بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی اختلاف معناداری وجود دارد.

جدول (۴-۹). داده‌های حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی (میانگین \pm انحراف معیار)

مقدار P	مقدار F	حجم آزمون پایین تنه (kg) M \pm SD	حالت‌ها
۰/۰۴۲	۳/۰۲	۶۵۰۳/۹۲ \pm ۷۸۹/۹۲	دارونما
		۸۴۰۲/۵۳ \pm ۸۶۴/۱۸	۳۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۷۵۷۴/۰۳ \pm ۶۶۰/۹۲	۶۰ دقیقه قبل از فعالیت
		۷۴۴۳/۵۰ \pm ۹۰۳/۷۸	۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی اختلاف معناداری وجود دارد ($P=۰/۰۴۲$). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار ($P=۰/۰۳۶$)، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار ($P=۰/۸۷۴$) و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار ($P=۱/۰۰۰$) عملکرد حجم

آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی می‌شود. بنابراین فرضیه تحقیق مبنی بر اینکه بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت، بر روی عملکرد حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه اختلاف معناداری وجود ندارد، رد می‌شود (نمودار ۴-۶).



(نمودار ۴-۶). تغییرات حجم آزمون استقامت عضلانی در زمان‌های مختلف

فصل پنجم

بحث و نتیجه گیری

۱-۵ مقدمه

در این فصل ابتدا خلاصه تحقیق ارائه می‌شود و سپس نتایج به دست آمده مورد بررسی قرار می‌گیرد و در پایان نیز نتیجه‌گیری، پیشنهادات برخاسته از تحقیق و پیشنهادهایی برای تحقیقات بعدی ارائه می‌گردد.

۲-۵ خلاصه تحقیق

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین را در زمان‌های مختلف بر روی عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه بود آزمودنی‌ها چهار بار بافاصله زمانی سه روز از یکدیگر برای هر متغیر وابسته در چهار حالت و در یکی از شرایط زیر قرار گرفتند:

۱. جلسه مصرف دارونما، ۲. جلسه مصرف کافئین ۳۰ دقیقه قبل از شروع آزمون، ۳. جلسه مصرف کافئین ۶۰ دقیقه قبل از شروع آزمون و ۴. جلسه مصرف کافئین ۱۵۰ دقیقه قبل از شروع آزمون.

متغیرهای تحقیق با استفاده از آزمون‌های بروس، وینگیت ۳۰ ثانیه و اسکات پا ارزیابی شدند. تحلیل داده‌های پژوهش برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی و برای طبیعی بودن توزیع متغیرهای موجود در تحقیق از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر به منظور ارزیابی تفاوت‌های جلسات آزمودنی‌ها استفاده شد. کلیه عملیات آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام گرفت.

نتایج مربوط به توان هوازی نشان داد که مصرف مکمل کافئین ۳۰، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار و نسبت به ۳۰ دقیقه باعث کاهش معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) شد.

نتایج مربوط به توان بی‌هوازی نشان داد که مصرف کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار عملکرد اوج توان بی‌هوازی می‌شود. همچنین مصرف مکمل کافئین ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار عملکرد میانگین توان بی‌هوازی می‌شود. در ادامه مصرف مکمل کافئین در هر سه زمان ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد شاخص خستگی افزایش معناداری را از خود نشان نداد.

نتایج مربوط به استقامت عضلانی نشان می‌دهد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار عملکرد استقامت عضلانی اندام تحتانی می‌شود. همچنین مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار عملکرد حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی می‌شود.

۳-۵ بحث و بررسی

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین را در زمان‌های مختلف بر روی عملکرد هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه بود. در این قسمت فرضیه‌های به‌دست‌آمده در پژوهش را برای هر متغیر مورد بررسی قرار داده، همسو و غیرهمسو بودن نتایج را با تحقیقات پیشین مقایسه می‌کنیم.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) می‌شود. با توجه به تحقیق فوق ذکر می‌توان به این نتیجه رسید که در فعالیت‌های هوازی به دلیل طولانی بودن مدت اجرای فعالیت، باعث می‌شود که غلظت کافئین در خون، به بالاترین سطح خود برسد. چنانچه این مطالعه نشان داد که ورزشکاران با مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از

فعالیت به حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) خودشان رسیدند. نقش کافئین و آثار ارگوژنیک آن هنگام فعالیت‌های ورزشی هوازی، به این صورت است که کافئین در CNS و بافت چربی با اتصال به گیرنده‌های آدنوزین و افزایش غلظت درون سلولی AMP حلقوی عمل می‌کند. در CNS، این عمل موجب افزایش هوشیاری، تمرکز، سرحالی و کاهش خستگی می‌شود و فراخوانی واحدهای حرکتی را افزایش می‌دهد. افزایش غلظت AMP حلقوی در بافت چربی، لیپولیز را افزایش می‌دهد در نتیجه، کافئین هنگام فعالیت ورزشی با شدت‌های بیشتر یا مدت‌های طولانی‌تر با صرفه جویی در مصرف گلیکوژن عضله و افزایش فراخوانی اسیدهای چرب آزاد، لیپولیز را افزایش می‌دهد (۱۱۰) به احتمال زیاد این دو مکانیسم اثر کافئین است که باعث افزایش عملکرد ورزشکاران می‌شود. با توجه به کم بودن تحقیقات در زمینه مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت، تنها تحقیقی که به آن دست یافتیم، و با تحقیق حاضر نیز مغایر بود، تحقیق مک لارن و همکاران (۲۰۰۷) بر روی اثر مصرف دوز پایین مکمل کافئین ($1/5\text{mg/kg}$ الی ۳) ۳۰ دقیقه قبل از دوچرخه‌سواری در حالت زیر بیشینه برای کاهش ضربان قلب ۹ مرد غیر مصرف‌کننده کافئین بررسی کردند، و نتایج کاهش معنی‌دار در افزایش ضربان قلب، افزایش کار آیی استفاده از انرژی و غیر معنادار بودن افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی را نشان داد (۱۴). از دلایل مغایر بودن می‌توان به متفاوت بودن دوز مصرفی مکمل و پروتکل تمرینی اشاره کرده که در تحقیق مک لارن ($1/5\text{mg/kg}$ الی ۳) مقدار دوز مصرفی کافئین کمتر از تحقیق حاضر (6mg/kg) بود و در تحقیق مک لارن از دوچرخه کار سنج و در تحقیق حاضر از تردمیل برای ارزیابی عملکرد آزمودنی‌ها استفاده شد.

همچنین نتایج نشان داد مصرف مکمل کافئین، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار، ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به ۳۰ دقیقه باعث کاهش معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) می‌شود.

این نتیجه نشان می‌دهد که مصرف مکمل کافئین ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نیز همانند ۳۰ دقیقه باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) می‌شود ولی این افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) کمتر از آزمون اجرا شده در ۳۰ دقیقه می‌باشد. همچنین مصرف کافئین ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش غیر معنادار نسبت به دارونما و کاهش معنادار نسبت به ۳۰ دقیقه در حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) شد این نشان می‌دهد که تأثیر آن کمتر از ۳۰ دقیقه و ۶۰ دقیقه است که از دلایل کم‌تر شدن تأثیر مکمل کافئین در ۶۰ دقیقه و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت می‌توان به این نکته اشاره کرد که با طولانی‌تر شدن زمان مصرف مکمل کافئین تا اجرای آزمون احتمالاً فرایند کاهش غلظت کافئین در خون اتفاق می‌افتد. همچنین عمل دیورتیکی کافئین نیز می‌تواند باعث از دست دادن آب بدن بشود و بر کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) تأثیر بگذارد. چنانچه در این تحقیق نیز آزمون ۱۵۰ دقیقه که طولانی‌ترین زمان را به خود اختصاص داشت، این امکان وجود دارد که عمل دیورتیکی کافئین باعث شده باشد که آزمون ۱۵۰ دقیقه افزایش معناداری از خود نشان ندهد. تنها تحقیقی که به آن دست‌یافتیم و با تحقیق حاضر شباهت بیشتری داشت و روی زمان‌های مختلف کار شده بود تحقیق داگلاس و همکاران (۲۰۰۲) بود که انجام ورزش استقامتی، ۳،۱ و ۶ ساعت پس از مصرف مکمل کافئین در ۱۳ نفر مصرف‌کننده و ۸ نفر غیر مصرف‌کننده کافئین بررسی کردند و نتایج نشان داد که مصرف کافئین در تمامی زمان‌ها باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) می‌شود و این افزایش در ۶۰ دقیقه پس از مصرف کافئین از دیگر زمان‌ها بالاتر بود. همچنین تأثیر کافئین در افراد غیر مصرف‌کننده کافئین بیشتر بود (۲۲) تحقیق گراهام و همکاران (۱۹۹۵) (۱۵). با تحقیق حاضر که ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت مکمل مصرف کردند همسوست. در مقابل تحقیق برایان رابرت و همکاران (۱۹۹۵) (۱۳) با تحقیق حاضر که ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت مکمل مصرف کرده بودند مغایر است. هرچند مصرف مکمل ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت در این تحقیق باعث افزایش عملکرد شده است ولی این عملکرد معنادار نبود و دلیل مغایر بودن با تحقیق برایان رابرت می‌تواند تفاوت در رشته‌های ورزشی و آزمودنی‌ها باشد که تحقیق برایان را شناگران و جنسیت آن‌ها

راه، ترکیبی از زن و مرد تشکیل می‌دادند که می‌تواند باعث معنادار شدن تحقیق برپایان شده باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با طولانی‌تر شدن زمان مصرف مکمل کافئین تا اجرای آزمون، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) کاهش می‌یابد پس ورزشکاران بهتر است از مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت‌های استقامتی استفاده کنند تا افزایش بالاتری در حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) داشته باشند.

نتایج مربوط به توان هوازی نشان داد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار عملکرد اوج توان بی‌هوازی می‌شود. مکانیسم اثر کافئین بر روی فعالیت‌های بی‌هوازی به این شکل می‌باشد که در عضله اسکلتی رهایش کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی را تسهیل می‌کند و موجب افزایش توانایی تولید نیرو هنگام انقباض می‌شود. همچنین کافئین در CNS با اتصال به گیرنده‌های آدنوزین و افزایش غلظت درون سلولی AMP حلقوی عمل می‌کند. در CNS، این عمل موجب افزایش هوشیاری، تمرکز، سرحالی و کاهش خستگی می‌شود و فراخوانی واحدهای حرکتی را افزایش می‌دهد (۱۱۰). این تحقیق نشان می‌دهد که ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت در توان اوج که مدت زمان آن در حدود ۵ ثانیه می‌باشد تأثیر معنادار نداشته است که از دلایل آن می‌توان گفت احتمالاً در این زمان کوتاه زمان مصرف تا آزمون و زمان کوتاه خود آزمون دو مکانیسم کلسیم و AMP حلقوی زمان کافی برای افزایش نداشته است و این عامل باعث غیر معنادار شدن توان اوج شده است. تنها تحقیق انجام شده در این زمینه که ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت از مکمل کافئین استفاده کرده بودند تحقیق انسلمه و همکاران که مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم نیم ساعت قبل از فعالیتی که از ۶ ثانیه دوچرخه زدن با تمام قدرت با بارهای متفاوت، تشکیل شده بود، را در ۱۴ نفر (۱۰ مرد و ۴ زن) بررسی کرد. نتایج نشان داد که مصرف مکمل کافئین اوج برون ده توان را در تمام بارها افزایش داد (۷). که با تحقیق حاضر مغایر است. دلیل آن می‌تواند این باشد که در پروتکل تمرینی انسلمه از آزمون ۶ ثانیه کوتاه با بارهای متفاوت استفاده کرده است در حالی که در تحقیق حاضر آزمودنی ۳۰ ثانیه با بار یکسان آزمون وینگیت را اجرا می‌کردند. بنابراین این امکان وجود دارد که

آزمودنی‌های تحقیق ما به خاطر طولانی بودن آزمون در ابتدای انجام تست از حداکثر توان خود استفاده نکرده باشند. بنابراین احتمال دارد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت در تمرینات فسفاژنی که اوج توان تأثیر مهمی دارد مناسب نباشد.

همچنین مصرف مکمل کافئین ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار و مصرف مکمل کافئین ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش معنادار عملکرد اوج توان بی‌هوازی می‌شود. تحقیق جاناتان و همکاران (۲۰۰۶) با تحقیق حاضر همسو است از دلایلی که می‌توان به آن اشاره کرد که باعث معنادار شدن تحقیق جاناتان شده است و با تحقیق حاضر مشابه است این نکته است که در هر دو تحقیق از ورزشکاران حرفه‌ای به‌عنوان آزمودنی استفاده شده است. تحقیقات بل و همکاران (۱۷)، جی هافمن و همکاران (۲۰۰۷) (۷۱)، آندرو لورینو و همکاران (۲۰۰۶) (۶) و مهدوی و همکاران (۲۰۱۵) (۱۱۵) با تحقیق حاضر مغایر می‌باشد. از دلایل مغایر بودن تحقیق بل می‌توان به ورزشکار نبودن آزمودنی‌ها اشاره کرد. همچنین در تحقیق جی هافمن نیز از قهوه به‌جای مکمل کافئین خالص استفاده شده است که می‌تواند دلیل غیر معنادار شدن نتایج آن‌ها شده باشد. در تحقیق آندرو لورینو نیز از دانشجویان که فعالیت کمی داشتند استفاده شده است و این تفاوت در آزمودنی‌ها می‌تواند از دلایل غیر معنادار شدن تحقیق آندرو لورینو شده باشد و تحقیق مهدوی به دلیل تفاوت در نوع آزمودنی‌ها که روی زنان کار کرده بود می‌تواند باعث غیر معناداری نتایج شده باشد شده باشد. نتایج این سه زمان مختلف بر روی اوج توان بی‌هوازی نشان می‌دهد باگذشت زمان طولانی از مصرف مکمل کافئین اوج توان افزایش بیشتری داشته است که از دلایل آن می‌توان به این اشاره کرد که کافئین در باگذشت زمان طولانی احتمالاً باعث افزایش مقدار زیاد کلسیم و AMP حلقوی در درون سلول عضلانی می‌شود و افزایش کلسیم و AMP حلقوی در درون سلول عضلانی باعث انقباض عضلانی نیرومند می‌شود و این فرایند توانسته اوج توان را در مدت‌زمان طولانی بعد مصرف کافئین، به‌طور معناداری افزایش دهد. همچنین ورزشکاران فکر می‌کردند هرچقدر زمان مصرف مکمل کافئین با اجرای آزمون طولانی‌تر باشد باید عملکرد بهتری داشته باشند و این عامل

باعث می‌شد که با تمام توان خود آزمون ۱۵۰ دقیقه را انجام دهند احتمالاً این طرز تفکر آن‌ها باعث شد توان اوج آن‌ها در ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت افزایش بیشتری داشته باشد درحالی‌که این افزایش اوج توان آن‌ها باعث نشد که میانگین توان هوازی آن‌ها خیلی افزایش پیدا کند.

همچنین نتایج نشان داد مصرف مکمل کافئین ۳۰،۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش معنادار میانگین توان بی‌هوازی می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که کافئین در همه زمان‌ها تأثیر معناداری داشته و باعث افزایش عملکرد میانگین توان بی‌هوازی شده است ولی با نتایج عملکرد هوازی کمی متفاوت است زیرا در عملکرد هوازی ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت ورزشکاران بیشترین عملکرد را داشتند درحالی‌که ورزشکاران ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت در میانگین توان بی‌هوازی بیشترین عملکرد را از خود نشان دادند. دلیل آن می‌تواند این باشد که زمان اجرای آزمون هوازی طولانی‌تر بود و احتمالاً این طولانی بودن زمان اجرای آزمون باعث بالا بردن غلظت کافئین در خون شده است. این افزایش غلظت کافئین در خون می‌تواند دلیل این شده باشد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت، بالاترین عملکرد را از خود نشان دهد در حالی‌که در آزمون بی‌هوازی چون زمان اجرای آزمون ۳۰ ثانیه است و این کوتاه بودن مدت اجرای آزمون، نتوانسته است غلظت کافئین در خون را خیلی بالا ببرد و این عامل می‌تواند باعث این شده باشد که میانگین توان بی‌هوازی در ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت بالاترین عملکرد را داشته باشد و این نشان می‌دهد که در ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت غلظت بالای کافئین در خون باعث افزایش کلسیم و AMP حلقوی در درون سلول عضلانی شده است و ورزشکاران بالاترین میانگین توان را از خود نشان دادند. همچنین در آزمون توان هوازی مصرف مکمل کافئین ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت برخلاف میانگین توان بی‌هوازی افزایش معناداری از خود نشان نداد که از دلایل آن می‌تواند کاهش غلظت کافئین و کاهش آب بدن باشد که این کاهش غلظت کافئین و آب بدن برعکس توان هوازی بر میانگین توان بی‌هوازی تأثیری منفی زیادی از خود نشان نداد و دلیل معنادار شدن ۱۵۰ دقیقه در میانگین توان بی‌هوازی نشان می‌دهد که احتمالاً کاهش آب بدن تأثیر زیادی بر مکانیسم آزاد شدن کلسیم درون سلولی و AMP حلقوی ندارد در حالی‌که مکانیسم هوازی

که زمان آن نیز طولانی‌تر است کاهش آب بدن بر مکانیسم سوخت چربی تأثیر منفی می‌گذارد و عملکرد ورزشکار را زیاد بهبود نمی‌بخشد. تحقیق جاناتان و همکاران (۲۰۰۶) و بیدی و همکاران (۲۰۰۶) با تحقیق حاضر در میانگین توان بی‌هوازی همسو است از دلایل همسو بودن می‌توان به این اشاره کرد که هر دو تحقیق روی ورزشکاران حرفه‌ای کار شده است و این عامل می‌تواند باعث معنادار شدن این تحقیق‌ها شده باشد. تحقیق پاتن و همکاران (۲۰۰۱)، جی هافمن و همکاران (۲۰۰۷)، آندرو لورینو و همکاران (۲۰۰۶) و مهدوی و همکاران (۲۰۱۵) (۱۱۵) با تحقیق حاضر در میانگین توان بی‌هوازی مغایر است. همان‌طور که در مبحث اوج توان نیز به آن اشاره شد از دلایل مغایر بودن که می‌توان به آن اشاره کرد تفاوت در نوع آزمودنی و نوع پروتکل تمرینی می‌تواند باشد

نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین مصرف مکمل کافئین در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت بر روی عملکرد شاخص خستگی اختلاف معناداری وجود ندارد. محقق تحقیقی که روی ۳۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت که بر روی شاخص خستگی کار شده باشد دسترسی پیدا نکرد و تحقیق‌های انجام‌شده در دسترس بیشتر روی ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت کار شده بود که از این تحقیقات می‌توان به تحقیق پاتن و همکاران (۲۰۰۱)، جی هافمن و همکاران (۲۰۰۷) و مهدوی و همکاران (۲۰۱۵) که با تحقیق حاضر همسو بود

نتایج مربوط به استقامت عضلانی نشان می‌دهد که مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش معنادار، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش غیر معنادار و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دارونما باعث افزایش غیر معنادار عملکرد استقامت عضلانی اندام تحتانی می‌شود. این نتیجه بیانگر این است که استقامت عضلانی مانند آزمون هوازی باگذشت زمان از تأثیر کافئین کمتر می‌شود و فرایندی که باعث افزایش عملکرد در آزمون استقامت عضلانی می‌شود زمان اجرای آزمون که حدود ۲ الی ۳ دقیقه به طول انجامید. از آنجایی که گفته می‌شود ورزش ملایم حداکثر غلظت پلاسمایی کافئین را افزایش می‌دهد (۴). تقریباً آزمون استقامت عضلانی تحقیق حاضر با شیب ملایم شروع شد

و ورزشکاران با انجام تکرارهای زیاد به حد واماندگی رسیدند. سه مکانیسم اثر کافئین شامل: ۱- هنگام فعالیت‌های ورزشی کافئین در CNS و با اتصال به گیرنده‌های آدنوزین و افزایش غلظت درون سلولی AMP حلقوی عمل می‌کند. در CNS، این عمل موجب افزایش هوشیاری، تمرکز، سرحالی و کاهش خستگی می‌شود و فراخوانی واحدهای حرکتی را افزایش می‌دهد. ۲- افزایش غلظت AMP حلقوی در بافت چربی، لیپولیز را افزایش می‌دهد در نتیجه، کافئین هنگام فعالیت ورزشی با شدت‌های بیشتر یا مدت‌های طولانی‌تر با صرفه‌جویی در مصرف گلیکوژن عضله و افزایش فراخوانی اسیدهای چرب آزاد، لیپولیز را افزایش می‌دهد. ۳- کافئین در عضله اسکلتی رهايش کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی را تسهیل می‌کند و موجب افزایش توانایی تولید نیرو هنگام انقباض می‌شود (۱۱۰)، هرکدام از این سه مکانیسم می‌توانند به اندازه‌ای روی استقامت عضلانی ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت تأثیر مثبت داشته باشند. مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت افزایش معنادار عملکرد استقامت عضلانی می‌شود و این نشان می‌دهد طولانی بودن زمان اجرای آزمون استقامت عضلانی نسبت به آزمون بی‌هواری می‌تواند باعث افزایش غلظت کافئین در حین انجام آزمون شده و عملکرد ورزشکار را بهبود بخشیده است. درحالی‌که آزمون ۶۰ دقیقه و ۱۵۰ دقیقه هرچند باعث افزایش استقامت عضلانی شدند ولی این افزایش معنادار نبود و از دلایل آن می‌توان کاهش غلظت کافئین و کاهش آب بدن اشاره کرد که بر هر سه مکانیسم اثر کافئین که به آن‌ها اشاره شد تأثیر منفی برجای می‌گذارد و عملکرد ورزشکار را کاهش می‌دهد. آستورینو و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی اثر مصرف مکمل کافئین (۶mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت بر تکرار تا خستگی با ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در حرکت پرس پا در ۱۴ مرد تمرین کرده بدنساز پرداختند (۱۴) نتایج آن‌ها نشان داد مصرف کافئین در مقایسه با دارونما بر عملکرد پرس پا تأثیر معناداری دارد. که با ۶۰ دقیقه تحقیق حاضر مغایر است از دلایل آن می‌توان به تفاوت در آزمودنی‌ها و نوع حرکت اشاره کرد. گرین و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مصرف کافئین (۶mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت در ۱۳ مرد و ۴ زن مقاومتی کار موجب افزایش معنادار در تعداد تکرار پرس پا می‌شود (۱۰) با اینکه تحقیق حاضر در

۶۰ دقیقه قبل از فعالیت در اسکات پا افزایش عملکرد را نشان داد ولی این افزایش معنادار نبود که با تحقیق گرین مغایر است. دلیل این نا همسو بودن می‌تواند تفاوت در رشته ورزشی آزمودنی‌ها و تعداد آزمودنی‌ها باشد. در تحقیقی دیگر پاسترنک (۲۰۰۰) اثر مصرف ۴ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت را بر سه نوبت سوپر ست پرس پا (۸۰ درصد 1RM) بررسی کرد. آزمودنی‌ها ۱۳ مرد فعال بودند و نتایج به‌دست‌آمده تفاوت معناداری را بین کافئین و دارونما بین پرس پا نشان ندادند (۱۸). با ۶۰ دقیقه تحقیق حاضر همسو است. آستورینو و همکاران (۲۰۰۸) اثر مصرف دوز متوسط (۶mg/kg) کافئین را بر تکرار تا خستگی با ۶۰ درصد 1RM در حرکت پرس پا بررسی کردند. آزمودنی‌ها ۲۲ مرد مقاومتی کار بودند. نتایج به‌دست‌آمده غیر معنادار بود. ضمن اینکه نتایج در رابطه با مجموع وزنه زده‌شده در تکرار تا خستگی، ۱۲ درصد افزایش نشان داد (۱۲). جاکوبز و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که مصرف کافئین (۴mg/kg) تأثیر معناداری بر استقامت عضلانی در مردان تمرین کرده مقاومتی ندارد (۱۱) که با تحقیق حاضر در ۶۰ دقیقه همسو است. تحقیقی که روی زمان‌های ۳۰ دقیقه و ۱۵۰ دقیقه که روی آن کار شده باشد برای مقایسه کردن دست نیافتیم.

همچنین مصرف مکمل کافئین ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش معنادار، ۶۰ و ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت نیز باعث افزایش غیر معنادار عملکرد حجم آزمون استقامت عضلانی اندام تحتانی می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد رابطه مستقیمی بین تکرار استقامت عضلانی با حجم آزمون استقامت عضلانی وجود دارد. همان‌طور که در ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت با افزایش معنادار استقامت عضلانی حجم آزمون نیز در ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت افزایش معناداری پیدا می‌کند. همان دلایلی که باعث معنادار شدن استقامت عضلانی برای ۳۰ دقیقه شده است که به آن اشاره شد در این بحث هم صدق می‌کند. جاکوبز و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که مصرف کافئین (۴mg/kg) ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت تأثیر معناداری بر حجم آزمون استقامت عضلانی در مردان تمرین کرده مقاومتی ندارد (۱۱) که با ۶۰ دقیقه و ۱۵۰ دقیقه تحقیق حاضر همسوست. آستورینو و همکاران (۲۰۰۸) اثر مصرف دوز

متوسط کافئین (6mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت را بر تکرار تا خستگی با ۶۰ درصد 1RM در حرکت پرس پا بررسی کردند. آزمودنی‌ها ۲۲ مرد مقاومتی کار بودند. ضمن اینکه نتایج در رابطه با مجموع وزنه زده شده در تکرار تا خستگی، ۱۲ درصد افزایش نشان داد. (۱۲) تحقیق آستورینو همانند تحقیق حاضر با افزایشی که در حجم آزمون نشان دادند این افزایش معنادار نبود و با تحقیق حاضر همسوست. حقیقی و همکاران (۱۳۹۲) اثر مصرف مکمل کافئین (6mg/kg) ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث افزایش معنادار حجم آزمون استقامت عضلانی با ۷۰ درصد 1RM در حرکت پرس پا در مردان اندام‌پرور می‌شود. که با ۶۰ دقیقه تحقیق حاضر غیرهمسو است که از دلایل آن می‌توان به این نکته اشاره کرد اولاً در تحقیق حقیقی گروه کنترل نیز وجود داشت ولی در تحقیق حاضر از گروه کنترل استفاده نشده بود و در صورت استفاده از گروه کنترل امکان معنادار شدن ۶۰ دقیقه وجود داشت. دوما تفاوت در نوع آزمودنی‌ها و حرکت می‌تواند دلیل غیر معنادار شدن تحقیق حاضر شده باشد. در پایان می‌توان به این نتیجه رسید که دوندگان نخبه بهتراست در تمرینات بدنسازی برای افزایش استقامت عضلانی از مکمل کافئین، ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت استفاده کنند.

۴-۵ نتیجه‌گیری کلی

از یافته‌های این تحقیق چنین برمی‌آید مصرف مکمل کافئین با دوز (6mg/kg) ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت بروس باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی ($\text{VO}_{2\text{max}}$) ، ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت و پینگیت باعث افزایش توان اوج بی‌هوازی، ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت و پینگیت باعث افزایش میانگین توان بی‌هوازی ، ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت اسکات پا باعث افزایش استقامت عضلانی و حجم آزمون استقامت عضلانی می‌شود.

۵-۵ پیشنهادات

با توجه به این تحقیق و مرور یافته‌های سایر محققین در این زمینه، پیشنهاداتی به شرح زیر در قالب پیشنهادات برگرفته از تحقیق و پیشنهادات به سایر محققین ارائه می‌شود.

۱-۵-۵ پیشنهادات برگرفته از تحقیق

با توجه به نتایج تحقیق که نشان‌دهنده این است مصرف مکمل کافئین با دوز (۶mg/kg) برای هر سه متغیر هوازی، بی‌هوازی و استقامت عضلانی که برای دوندگان استقامت از فاکتورهای مهم به حساب می‌آید تأثیر معناداری داشته است. بنابراین به دوندگان استقامت توصیه می‌شود که در طول تمرینات برای افزایش عملکرد هوازی ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت، تمرینات بی‌هوازی لاکتیکی ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت، تمرینات بی‌هوازی فسفاژنی ۱۵۰ دقیقه قبل از فعالیت و تمرینات مقاومتی برای افزایش استقامت عضلانی و حجم آزمون استقامت عضلانی ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت از مکمل کافئین با دوز (۶mg/kg) استفاده کنند. برای انجام مسابقه نیز ۳۰ دقیقه قبل از مکمل کافئین استفاده کنند چون در طول مسابقه بیشتر سیستم هوازی ورزشکار درگیر است.

۲-۵-۵ پیشنهادات برای سایر محققین و تحقیقات آینده

۱. پیشنهاد می‌شود این تحقیق در سایر رشته‌های ورزشی استقامتی انجام شود و نتایج آن با این تحقیق مقایسه گردد.

۲. پیشنهاد می‌شود این تحقیق با مصرف دوزهای مختلف کافئین در رشته‌های استقامتی انجام شود و نتایج آن با این تحقیق مقایسه گردد.

۳. پیشنهاد می‌شود این تحقیق بر روی دختران دو و میدانی کار بررسی شود و نتایج آن با این تحقیق مقایسه گردد.

۴. پیشنهاد می‌شود تحقیق حاضر بر روی دیگر متغیرهای آمادگی جسمانی بررسی شود و نتایج آن با این تحقیق مقایسه گردد.

۵- پیشنهاد می‌شود تغییرات غلظت یون کلسیم پلاسمای در تحقیق حاضر بررسی شود تا تغییرات آن در زمان‌های مختلف به‌خوبی مشخص شود.

۶- پیشنهاد می‌شود سطوح غلظت FFA و گلوکز خون در تحقیق حاضر بررسی شود تا تغییرات آن در زمان‌های مختلف به‌خوبی مشخص شود.

پیوست ها

پیوست ۱: پرسشنامه همکاری و رضایت نامه

اینجانب آقای با آگاهی از کلیه مراحل این تحقیق که به عنوان « بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین در زمان‌های مختلف بر عملکرد هوازی ، بی‌هوازی و استقامت عضلانی اندام تحتانی دوندگان استقامت نخبه» که توسط مجید گنجی دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شاهرود زیر نظر جناب آقای دکتر علی حسنی در آزمایشگاه تربیت بدنی دانشگاه شاهرود انجام می‌شود در این آزمون شرکت کرده و رضایت خود را در جهت اجرای آزمون و مصرف مکمل کافئین اعلام می‌دارم بدیهی است اینجانب این اختیار را دارم که در هر مرحله از تحقیق که مشکلی را احساس کردم از ادامه همکاری در اجرای تحقیق انصراف دهم.

آدرس و شماره تلفن :

.....
.....

تاریخ و امضاء

پیوست ۲: پرسشنامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی ، ورزشی

آقای/خانم: متولد: جنسیت: رشته تحصیلی:

میزان تحصیلات: شغل :

۱- سابقه کدامیک از بیماری های ذیل را دارید؟

- دیابت چربی خون بالا تالاسمی لوسمی هموفیلی کم خونی آنمی داسی
 شکل هموفیلی ارثی فشار خون بالا تصلب شرایین سکته قلبی مغزی هپاتیت
بالا بودن آهن و بیلی روبین خون مشکلا کلیوی مشکلات تنفسی در حالت استراحت و
فعالیت متوسط صرع اختلال خواب اختلال کبدی درد غیر عادی قفسیه سینه

آیا غیر از موارد مذکور مورد دیگری مد نظر شماست؟ بیان کنید

۲- آیا در حال حاضر مبتلا به مشکل روحی روانی (فشار، اضطراب، آلزایمر و...) خاصی هستید؟ بلی

خیر

در صورت مثبت بودن بیان کنید

۳- آیا در طی یکسال گذشته تحت عمل جراحی قرار گرفته اید؟ بلی خیر

در صورت مثبت بودن بیان کنید

۴- آیا در حال حاضر تحت مراقبت پزشکی قرار دارید؟ بلی خیر

در صورت مثبت بودن بیان کنید

۵- آیا سابقه مصرف داروی خاصی را بطور منظم دارید؟ بلی خیر

در صورت مثبت بودن بیان کنید

۶- آیا سابقه مصرف دخانیات دارید؟ بلی خیر

در صورت مثبت بودن مدت مصرف آن را ذکر کنید

در صورت ترک مصرف مدت آن را ذکر کنید

۷- آیا سابقه فعالیت ورزشی بطور منظم تفریحی دارید؟ بلی خیر

سابقه فعالیت، نوع فعالیت و مدت زمان انجام آن را نیز در هفته بیان کنید

۸- آیا در حین و پس از فعالیت ورزشی دچار سرگیجه، درد قفسه سینه، غش و شده اید؟

بلی خیر

۹- آیا سابقه دویدن روی تردمیل دارید؟ بلی خیر

۱۰- آیا توسط پزشک از انجام فعالیت ورزشی منع شده اید؟ بلی خیر

۱۲- ساعت خواب (شب) ساعت بیداری (صبح) و مدت متوسط خواب روزانه

.....

اینجانب صحت کلیه موارد فوق ذکر را تأیید نموده و مسئولیت هرگونه اشتباهی را در

رابطه با درج موارد

واقع برعهده می گیرم.

امضا و تاریخ

منابع و مأخذ

۱. جک اچ، ویلمور- دیوید ال، کاستیل. (۱۳۸۴). " فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی". ترجمه ضیا معینی، فرهاد رحمانی نیا، حمید رجبی، حمید آقا علی نژاد، فاطمه اسلامی، جلد دوم، انتشارات مبتکران، چاپ سوم

۲- فرد برونس و سرستار- کارگیل، (۱۳۸۵). "مبانی تغذیه ورزشی". ترجمه حمید محبی، محمد فرامرزی. انتشارات سمت، چاپ اول.

3. Teery E. Graham, Lawrence L. Spriet, (1996). "Caffeine and exercise performance". **Med. Sci. Sports Exerc.** VOL. 9, NO 1, PP: 1-5

4. Gilbert, R.M. (1984). "The methylxanthine beverages and foods: chemistry, consumption, and health effects". **Food and Chemical Toxicology**, Vol 23, 10 No, PP: 949

5. Traves, M M., Kirkendall, D. T. (1982) Metabolic and cardiovascular responses to exercise with caffeine. **J Ergonomice.** 25, 1175- 1183

6. 12. Collomp, K. S. Ahmadi I, M. Audran, J.L. Chanal and C.H. prefaut, (1991). "Effects of caffeine ingestion on performance and anaerobic metabolism during the wingate test". **Int. J. sports Med.** 12: PP:439-443.

7. Bianchi, C, P, (1968). Pharmacological action on exeitation contraction coupling in striated muscle, **Federation Proceedinds**, 27, 126-131.

8 Costill, D.L., W.J. Fink, P.J. Van Handel, J.M. Miller, W.M. Sherman, P.A. Watson, F.A. Witzmann. (1979). Analytical Methods for the Measurement of Human Performance, 2nd ed., **Ball State University, Human Performance Laboratory.**

9. Wilson, D.F. (1973). Effects of caffeine on neuromuscular transmission in **American Journal Physiology.** 225, 862-865

۱۰. حلب چی، فرزین، (۱۳۸۰). "دوپینگ سوءمصرف دارو در ورزشکاران"، انتشارات صورفاکیان

نوبت چاپ اول

11. Terry, E.; Graham, Lawrence L (1996). "Caffeine and exercise Performance" **Sports science Exchange**. 8(1) pp: 118-124
12. . Greer, F.C. Mclean, and T.E. Graham. (1998). "Caffeine, performance and metabolism during repeated wingate exercise tests", **J. Appl. Physiol.** 85: PP: 1502-1508.
13. MacIntosh, B.R., and Wright, B.M. (1995). Caffeine ingestion and performance of a 1,500-metre swim. **Can. J. Appl. Physiol.** 20(2): 168-177.
14. McClaran SR, Wetter TJ. Low doses of caffeine reduce heart rate during submaximal cycle ergometry. **J Int Soc Sports Nutr.** 2007; 4:11
15. Graham, T.E.; L.L. Spriet (1995). "Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine." **J.Appl. physiol** 78 (3) pp: 867- 874.
16. Bell, D.G. I. Jacobs, and K. ellingerton, (2001). "Effect of caffeine and ephedrine ingestion on anaerobic exercise performance", **Med. Sci. Sports Exerc.** 33:PP: 1399-1403.
17. Anselme, F., K. Collomp, B. Mercier, S. Ahmadi, and C. prefaut. (1992). "Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration". **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol**, P: 65
18. Williams, J.H. et al (1998)." caffeine, maximal power output and fatigue". **Br. J. sports. Med** (229) pp:132-134
19. Green JM, Wickwire PJ, Lester JR, Gendle S, Hudson G, Pritchett RC and Laurent CM. (2007). "Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training". **International Journal of Sports Physiology and Performance**.2: PP: 250-259.

20. Jacobs aI, Pasternak H, Bell D. (2003). "Effects of Ephedrine, Caffeine, and Their Combination on Muscular Endurance". **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 35(6): PP987-994.
21. Pasternak H. (2000). "The effect of ingesting caffeine, ephedrine, and their combination on repeated strength performance". **A thesis, University of Toronto**: 13.
22. Bell, Douglas G., and Tom M. McLellan. (2002) Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers. **J Appl Physiol** 93: 1227–1234,
۲۳. بریان مک کنزی، (۱۳۹۱). "سنجش و ارزیابی عملکرد جسمانی". ترجمه حبیب هنری، رضا رجبی، انتشارات پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، چاپ اول
24. Williams, M. H. (1976). "Nutritional aspects of human physical and athletic performance". **Springfield: Charles C. Thomas**.
25. Costil, D.L. Dalsky G.P. and Fink, WJ , (1978). "Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance". **Medicine and science in sport and exercise**, 10, PP: 155-158.
26. Doherty, M. (1998). "The effects of caffeine on the maximal accumulated oxygen deficit and short – term running performance". **Int. J. Sports Nutr.** 8:PP: 95-104.
27. Costil, D.L.,Dalsky G.P., & Fink, WJ . (1978). Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance.**Medicine and Science in Sport and Exercise**, 10,155-158.
28. Guy A . (2007). The effect of caffeine to increase reaction time in the rat during a test of attention is mediated through antagonism of adenosine A2A receptors. **J Behavioural Brain Research**, vol 185, NO 1, PP: 32 - 42
29. Truitt, E.B. Jr. The xanthenes. In J R. Dipalma (Ed). (1971). "Drugs pharmacology in medicine". 4th ed. **New York: McGraw – Hill Book Co**.

30. P. Nawrot, S.Jordan, J.Eastwood,. (2003). Effects of caffeine on human health. **Food Additives, Contaminants**, Volume 20, Issue 1 Januar, pages 1-30.
31. Barry M Popkin, Lawrence E Armstrong. (2006). A new proposed guidance system for beverage consumption in the United States, **Am J Clin Nutr** 83,529-542.
- 32.Looser R, Baumann TW, Wanner H .(1974). The biosynthesis of caffeine in the coffee plant. **Phytochemistry** 13: 2515-2518.
33. Arnaud, M.J.(1987). The pharmacology of caffeine. Progress in drug research, 31,273-313.
- 34.Dodd, S. L., Power, S. K. (1991). The effects of caffeine on graded exercise performance in caffeine naïve versus habituated subject.European, **Journal of Applied Physiology**. 62, 424-429.
35. Somani, S.M., Khana, N,N., Bada, H,S, (1980). Caffeine and Theophylline: Serum/ CSF correlation in premature infants, **Journal of pediatrics**, 96, 1091-1093.
36. Rall, T.W. (1985). Pharmacological basis of therapeutics (7 th ed.) **New York: macmillan**.
37. Axelord, J. Richenthal, J. (1953). The fate of caffeine in man and a method estimation in biological material. **Journal of Pharmacological and Experimental Therapeutics**, 107, 519-523.
38. Blanchard, J. Sawers, S,J,A, (1983). Comparative Pharmacokinetics of caffeine in young in elderly men, **Journal of Pharmakokinetics and Biopharmaceutics**, 11, 109-126.
39. Graham, T.E., Spriet, L.L. (1991). Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. **Journal of Applied Physiology**, 71.2291-2298.

40. Spriet, L.L., (1995) Caffeine and performance. **International Journal of Sport Nutrition**, 5, s84-s99.
41. Van Soeren, M.H., Graham, T.E., Spite, L.L. (1993). Caffeine metabolism and epinephrine responses during exercise in users and nonusers, **Journal of Applied Physiology**, 75,805-812.
42. Williams, J. (1991). Caffeine, neuromuscular function and high-intensity exercise performance. **Journal of Sport Medicine and Physical Fitness**, 31,481-489.
43. Sutherland, E.W., Rall,T,W. (1985). Fractionation and characterization of a cyclic adenine ribonucleotide formed by tissue particles. **Journal of Biological Chemistry** , 232, 1077-1091.
44. Sutherland, E.W. Butcher, R.W. (1968). "Some aspects of the biological role of adenosine 3-5 monophosphate (cyclic AMP)". **Circulation**, 37, PP: 279-306.
45. Warburton et al, (2001). "Opinion of the scientific committee on food on additional information on energy drinks". **European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General**.PP: 1-26
46. FredholmB.B. (1985).On the mechanism of action of theophylline and caffeine. **Acta Medica Scandinavica**, 217, 149-153.
47. Williams, M.(1987).“Purine receptors in mammalian tissues: pharmacology and functional significance”. **Annual review of pharmacology and toxicology**, 27, PP: 315-345.
48. Van Calcar, D, Muller, M. (1979). Adenosine regulate via tow different types of receptors: the accumulation of cyclic AMP in cultured brain cells, **Journal of Neurochemistry**, 33, 999-1005.
49. Dunwiddie, T. E. (1985). The physiological role of adenosine in the central nervous system. **International Review of Neurobiology**, 27, 63-193.

50. Wadek, B. (1973). Sensitization by caffeine of central catecholamin responses. **Journal of Neuoral Transmission**, 34, 61-72
51. Butcher, R.W. and Sutherland, E.W. (1962). "Adenosine 3, 5-phosphate in biological materials. I. purification and properties of cyclic-3, 5-nucleotide phosphodiesterase and the use of this enzyme of characterize adenosine3, 5-phosphate in human urine". **Journal of Biological Chemistry**, 237, PP: 1244-1250.
52. MacCornak, F.A. (1977). "The effects of coffee drinking on the cardiovascular system: experimental and epidemiological research". **Preventive Medicine**, 6, 104-119.
53. Ritchie, J.M. (1975). Central nervous system stimulants: The xanthines, the Pharmacological basis of Therapeutics (5 th ed.) **New York Macmillan Publishing co.**
54. Poisner, A.M. (1973). Direct stimulant effect of aminophylline on catecholamine release from the adrenal medulla. **Biochememical Pharmacology**. 22, 469-476.
55. Peach, M.J. (1972) Stimulation of release of adrenal catecholamine by adenosine 35 monophosphate and teophylline in the absence of exteracellular calcium. **Procdding of The National Academy Scinces of the USA**. 69, 834-836.
56. Bellet, S., Feinberg, L, (1968). The effects of caffeine on free faty acids and blood. coagulation parameters. **Journal of Pharmacological and Xpremental Therapeutics**, 159, 250-254.
57. Goldstin, A., Kaizer, S. (1965) Phychotropic effect of caffeine in man. Allterness pychometer coordination, and mood. **Journal of Pharmacological and Xpremental Therapeutics**, 150, 146-151.

58. Ritchie, J.M. (1975). Central nervous system stimulants: The xanthines, the Pharmacological basis of Therapeutics (5 th ed.) **New York Macmillan Publishing co.**
59. Dowell, A.R. (1965). The effect of aminophyllin on respiratory center sensitivity Cheyne- strokes respiration and in pulmonary emphysema. **New England Journal of Medicine**, 273, 1447-1453.
60. Starr, I. Gambel, C.J. (1935). A clinical study of the action of 10 commonly used drug on cardiac output, work and size : respiration, on metabolic rate and on electrocardiogram. **Journal of Clinicial Investigiution**. 16, 799-823.
61. Moyer, J,H.Miller, S.L. (1952). The effects of theophyllin with aminophyllin on cerbral hemodynamics in the presence of cardiac failur with and without Cheynestokes respiration. **Journal of Clinical Investigation**. 3, 267-272.
62. Colton, T., Gosselin, R.E. (1968). The tolerance of drinkers to caffeine. **Clinical Pharmacology and Therapeutics**. 9, 31-39
63. Robison, G,A., Butcher, R, W, (1967). Adenyle cyclase as an adernergic respetor. **Annals of the New York Academy of Scinces**, 139, 703-723.
64. Mcnill, J.H. Nassar, M, (1969). The effects of theophyllin on amine-induced cardiac phosforylase activation and cardiac contraactility. **Journal of Pharmacological and Xpremental Therapeutics**,165, 234-241.
65. De Gubareff, T, Sleator, W, (1965), Effect of caffein on mammalian atrial muscle and its interaction with adenosine and calcium, **Journal of Pharmacological and Xpremental Therapeutics**,148, 202-214.
66. Darby, T,D. Sprouse, J,H, (1958), Evaluation of sympathetic reflx effects on the inotropic action of nitroglycerin, quinidine, papaverine

aminophyllin and isoproterenol, **Journal of Pharmacological and Experimental Therapeutics**, 122, 386-395.

67. Bellet, S, Romand, L. (1969) Effects of caffeine ingestion on catecholamine release Metabolism: **Clinical and Experimental**. 18, 288-291

68. Axelsson, F, Hogberg, G. (1967). Effectes of caffeine on electrical and mechanical activity in smooth muscle. **Acta Phamacologica et toxicological**, 25,53.

69. Asmussen, E, Boje, O. (1948). The effects of alcohol and some drugs on the capacity for work. **Acta physiologica Scandinavica**. 15, 109-113.

70. perkins, R, Williams, M, (1975). The effects of caffeine upon maximal muscular endurance of females, **Medicine and Science in Sport and exercise**. 7, 221-224.

71. Haldi, J Bachmann, G. (1944).). The effects of respiration metabolism produced by equal amounts of caffeine in the form of coffe, team and the pure alkaloid. **Journal of Nuterition**. 27, 287-293.

72. Feldman, D.S. (1965). Calcuim dependence on spontaneous acetycholine release mammalian motor nerve terminals. **Journal of Physiology**. 179, 33-34.

73. Blinks, J,R, Olson, C,B, (1972) Influence of caffeine and other methylxantines on mchanical properties of isoleted mammalian heart muscle, **Circulation Research**, 30, 367- 392.

74. Bianchi, C,P, (1961). The effects of caffeine radiocalcium movement in frog sartoriuss, **Journal of GENERAL Pysyology**, 44, 845-858,

75. Foltz, E, Ivy, A.C. (1942). The use of double work periods in the study of fatigue and the influence of caffeine on recovery. **American Journal of Physiology**. 136, 79-86

76. Burg, A., (1975) Physiological disposition of caffeine. **Drug Metabolism of Review**, 4, 199-228.
77. Poledna, J, Morad, M. (1983). effects of caffeine on the birefringence signal in signal skeletal muscle fibers and mammalian heart. **Pfluegers Archiv, Euorpean Journal of Pysiology**. 397, 184-189.
78. Britt, B,A, Scott, E, (1980). Effect of temperatures, time and facicle size on the caffeine contracture test, **Canadian Anesthetists Society Journal**, 27, 1-11.
79. Lopes, J,M, Jardin, J, (1983). effects of caffeine on skeletal muscle function befor and after fatigue, **Journal of Appleid Phisiology**, 54, 1303-1308.
80. Bugyi, G.J, (1980). The effects of moderate doses of caffeine on fatigue parameters of the forearm flexor muscles. **American Corrective Therapy Journal**, 34, 49-54.
81. Dews, P.B. (1982), Caffeine. **Annual Reviwe of Nutrition**, 2, 323-341.
82. Breinova, V. (1975). Two types of insomnia: Too much waking or not enough sleep. **British Journal of Psychiatry**, 126, 439-445.
83. Nicholson, Ashton,. (1980). Caffeine- induced sleep disruption: effect on waking the following day and its reversal with an hypnotic. **Human Psychopharmacology**.
84. Rapoport, J,L., Jensvold, M. (1981). Bihavioral and cognitive effect of caffeine in boys and adults. **Journal of Nervous and Mental Disorders**. 169, 726-732.
85. HOrst, K., Jenkins, W. (1935). The effects of caffein, coffee and decaffeinated coffee upon blood pressure, pulse rate and sample traction time of men of various ages. **Journal of Pharmacological and Xpremental Therapeutics**.53, 385-398.

86. Jacobson, B.H., Edgley, B.M. (1987). effects of caffeine on simple reaction time and movement time . **Aviation, Space and Environmental Medicine**, 58, 1153-1156.
87. Fagan, D., Swift, C.G., Tiplady, B. (1988). effects of caffeine on vigilance and other performance tests in normal subjects. **Journal of Psychopharmacology**. 2, 19-25.
88. Battig, K. (1985). The physiological of coffee consumption. (PP. 394-439). **London. Croom-Helm.**
89. Eko-Okoro, S.T. (1982). The H-reflex studied in the presence of alcohol, aspirin, caffeine, force and fatigue. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**. 22, 579-589.
90. Goldberg, A.L, Singer, J.J. (1969). Evidence for cyclic AMP in neuromuscular transmission. **Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA**. 64, 134-141.
91. Marieb, E.M, (1992). Human Anatomy and Physiology. (2 nd ed). **Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc.**
92. Cheley, A., Haltman, E. (1994). Variable effects of caffeine on muscle glycogenolysis in recreationally active subject during intense aerobic exercise. **Canadian Journal Applied Physiology**, 19, 10P, (Abstract).
93. Spriet, L.L. (1992). Caffeine ingestion and muscle metabolism during prolonged exercise in humans. **American Journal of Physiology**. 262, 891-898.
94. Graham, T.E., Rush, J.W.E. (1994). Caffeine and exercise: metabolism and performance, **Canadian Journal Applied Physiology**, 2, 111-138.
95. Tamopoulosky, M.A., Atkinson, S.A. (1989). Physiological responses to caffeine during endurance running in habitual caffeine users. , **Medicine and Science in Sport and exercise**. 21, 418-424.

96. Erickson, M.A., Mckeize, r.d. (1987) effects of caffeine, fructose and glucose ingestion on muscle glycogen utilization during exercise. **Medicine and Science in Sport and exercise**. 19, 579-583.
97. Van Soeren, M.H., Molr, T(1996). Acute effect of caffeine ingestion at rest in humans with impaired epinephrin responses. **Jornal of Applied Physiology**, 80, 999-1005.
98. Jakman, M. Graham, T. (1996). Metabolic, catecholamine and endurance responses to caffeine during intense exercise . **Jornalof Applied Physiology**. 81, 1658-1663.
99. Weir, J. Noakes, T.D.(1987). A high carbohydrat diet negates the metabolic effect of caffeine during exercise. **Medicine and Science in Sport and exercise**, 19, 100-105
100. Giles, D., Maclaren, D. (1984). Effects of caffeine and glocose ingestion on metabolic and respiratory functions during prolongd exercise,**Journai of Sport Science**. 2, 35-46.
- 101.Toner, M M., Kirkendall, D.T. (1982). Metabolic and cardiovascular responses to exercise with caffeine. **Ergonomics**. 25, 1175-1183.
102. Paaton, C.D, Hopkins, W,G.: Vollebregt,L. (2001). Little effect of caffeine ingestion on reapted sprints in team-sport athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, PP: 822 to 825
103. Jay, R. Hafman, Jie Kang, Nicholas A. Ratamess. (2007). “Effects of nutritionally enriched coffee consumption on aerobic and anaerobic exercise performance”. **Journal of Strength and Conditioning Research**. vol, 21, NO, 2 PP: 456- 459
104. Andrew J Lorino, Lisa K Lloyd, Sylvia H Crixell, John L Walker. (2006). “The effects of caffeine on athletic agility”. **Journal of strength and conditioning research**, Nov. 2006. 20, 4. Health and Medical Complete, Pg. 851.

105. Janatan D. Wiles; Damian Coleman; Michael tegerdine. (2006). "The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory – based 1km cycling time – trial". **Journal of Sports Sciences**. Vol. 24, NO.11, PP: 1165 -1171
106. Beedie, christopher J.; Stuart, Elizabeth M.; (2006). Placebo Effects of caffeine on cycling performance. **J Medicine & Science in Sports & Exercise**, Vol. 38, NO 12 , : PP: 2159 -2164
107. 12. Astorino TA, Rohmann RL. (2008). "Effect of caffeine ingestion on onerepetition Maximum muscular strength".**Eur J Appl Physiol** 102: PP: 127-132.
108. Beak, T.W., Housh, T.J., Schmidt, R.J., Johnson, G.O., Housh, D.J., Coburn, J.W., Malek, M.H. (2006). "The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities". **J Strength Cond Res.**, Vol. 20, No. 3, PP: 506-510.
109. Astorino, T.A., Martin, B.J., Schachtsiek, L., Wong, K., Ng, K. (2011). "Minimal effect of acute caffeine ingestion on intense resistance training performance". **J Strength Cond Res.**, Vol. 25, No. 6, PP: 1752-1758.
110. Maughan R.J. (1999). "Nutritional ergogenic aids and exercise performance". **Nutrition Research Reviews**, 12, PP:255-280.
111. Deuster, P,A., Bockman, E.L. (1985). In vitro responses of skeletal muscle to halothane and caffeine. **Jornal of Applied Phisiology**, 58, 521-527.

۱۱۲. پایان نامه کارشناسی ارشد، " مقایسه توان بی‌هوایی ورزشکاران با دو روش وینگیت و مارگاریا"،
۲ ذولفقاری، محمد، ۱۳۷۵ تهران، دانشگاه تربیت مدرس.

113. James R, Morrow, et al. 1995. Measurement and evaluation and evaluation human performance, **Human Kinetics**.

۱۱۴. جک اچ، ویلمور- دیوید ال، کاستیل. (۱۳۹۰). " فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی ". ترجمه ضیا معینی، فرهاد رحمانی نیا، حمید رجبی، حمید آقا علی نژاد، فاطمه اسلامی، جلد اول ، انتشارات مبتکران، چاپ شانزدهم.

115. Mahdavi, R, Daneghian, S, Jafari, A, Homayouni, A. (2015). Effect of Acute Caffeine Supplementation on Anaerobic Power and Blood Lactate Levels in Female Athletes. **Journal of Caffeine Reserch**, Volu. 5, No.2, pp: 83-87

Abstract

The purpose of this study was to survey effect of caffeine supplementation intake at different times lower limb muscle endurance performance in elite distance runners. For this purpose 13 subjects with mean age (19.07 ± 2.72 years) and BMI ($21.12 \pm 2.04 \text{ kg/m}^2$) voluntary participated in this study. Research was quasi-experimental and was done in singel-blind design with subjects participating in four times within three days of each other in one of the four: 1-placebo, 2- Caffeine 30 minutes before the test, 3- 60 minutes before the test and 4- 150 minutes prior to the test (6 mg/kg) Respectively. In each session, subjects, Bruce test to exhaustion for the aerobic, anaerobic Wingate test the ability to function (peak power, average power and fatigue index) and repeat the test until exhaustion with 70 percent of 1RM Squat reached for muscular endurance run out. Data was analyzed with kolmogrov-smirnov and repeated measure ($p \leq 0/05$). The results showed that supplementation of caffeine 30 minutes before the test compared to placebo resulted in a significant increase in aerobic performance ($P=0/001$), 150 minutes before the test compared to placebo resulted in a significant increase in peak anaerobic power ($P=0/010$), 60 minutes before the test compared to placebo resulted in a significant increase in the mean anaerobic power ($P=0/001$), 30 minutes prior to the test significant increases muscular endurance compared with placebo ($P=0/025$) and 30 minutes before the test compared to placebo, meeting was the significant increase in the volume of muscular endurance test ($P=0/036$). The results showed that caffeine supplementation (6mg/kg) at 30 minutes before the activity increases the maximum oxygen consumption (vo_{2max}), 60 minutes before the activity increases mean anaerobic power, anaerobic power peak of 150 minutes before the activity increases and 30 minutes before the activity is to increase muscular endurance and muscular endurance test volume.

Keywords: caffeine, time, aerobic, anaerobic, muscle strength, endurance runners, elite



University of Shahrood

Faculty of physical education

**The effects of caffeine supplements intake at different times
on the performance of aerobic, anaerobic and lower limb
muscle endurance elite endurance runners**

Majid Ganji

Supervisor:

Dr. A. Hassani

Advisor:

Adel Donyai

June 2015