

## مقایسه اثر مصرف حاد ترکیب AAKG - سیترولین و آب لبو قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید بر شاخص‌های خونی فشار اکسایشی ورزشکاران مرد

روح‌الله عبدالله پور<sup>۱</sup>، محدثه خانی<sup>۲</sup>، مهدی رضا قلیزاده<sup>۳</sup>، اردشیر ظفری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>کارشناسی ارشد تغذیه ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

<sup>۲</sup>کارشناسی ارشد تغذیه ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

<sup>۳</sup>عضو هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

<sup>۴</sup>عضو هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

### چکیده

مقایسه اثر مصرف حاد ترکیب AAKG - سیترولین و آب لبو قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید بر شاخص‌های فشاراکسایشی خون ورزشکاران مرد بود. حین فعالیت تناوبی شدید جریان خون و مصرف اکسیژن در عضله اسکلتی افزایش می‌یابد که منجر به تولید بیش‌ازحد گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود؛ که افزایش گونه‌های فعال (ROS) اکسیژن نشان داده شده است که باعث کاهش عملکرد ورزشی می‌شود؛ بنابراین استفاده از برخی مکمل‌ها از جمله سیترولین، آب لبو، AAKG، با نقش آنتی‌اکسیدانی و گشاد کنندگی بالقوه خود، می‌توانند از آسیب اکسایشی بکاهند. از این رو تحقیق حاضر ما با هدف مقایسه اثر مصرف حاد ترکیب سیترولین، آب لبو، AAKG، بر پاسخ شاخص‌های استرس اکسایشی SOD، MDA، TAC، در ورزشکاران مرد بعد از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز بود. در این تحقیق ما از ۲۸ مرد ورزشکار با میانگین سنی ۲۳±۲/۲، میانگین وزنی ۷۳±۵ استفاده کردیم و افراد به صورت تصادفی در ۵ گروه به ترتیب گروه‌های (مصرف سیترولین، آب لبو، آرژنین آلفا کتوگلو تارات، گروه ترکیبی، گروه دارونما) تقسیم بندی کردیم و مبنای فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز را آزمون بی‌هوای رست و آزمون هوای تست کوپر قرار دادیم. ابتدا آزمون بی‌هوای رست و در ادامه آزمون هوای کوپر انجام شد. برای بررسی و اندازه‌گیری متغیرهای خونی در شرایط ناشتا قبل از آزمون و بعد از پروتکل تمرینی نمونه‌گیری خون انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون T زوجی و واریانس یک‌طرفه استفاده کردیم و سطح معنی‌داری را  $P \leq 0.05$  در نظر گرفته شد. مشخص شد که مکمل دهی حاد (سیترولین، آب لبو، آرژنین آلفا کتوگلو تارات) و ترکیب این سه مکمل قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی حاد بر شاخص‌های اکسایشی خون ( $P = 0/10$  برای متغیر SOD) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ( $P = 0/61$  برای متغیر TAC)، تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. ( $P = 0/51$  برای متغیر MDA) تفاوت معنی‌دار وجود ندارد.

**واژگان کلیدی:** سیترولین، آب لبو، آرژنین آلفا کتوگلو تارات، فعالیت شدید درمانده ساز، SOD، MDA، TAC

## مقدمه

در رقابتهای ورزشی، استفاده از مکملهای غذایی توسط ورزشکاران بسیار رواج پیدا کرده است، استرس اکسیداتیو ناشی از اجرای فعالیتهای ورزشی و کاربرد مکملهای آنتی اکسیدان ها در جهت کاهش اثرات استرس اکسیداتیو، موضوع پژوهشی مهم و پرطرفدار در بین محققین علوم ورزشی شده است. استرس اکسیداتیو به مفهوم به هم خوردن توازن بین گونه‌های فعال اکسیژن و سیستم آنتی اکسیدانی بدن درمقابل این گونه‌های فعال و رادیکال های آزاد است فعالیت بدنی شدید و طولانی مدت می تواند باعث افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن واکنشی (ROS) و رادیکال های آزاد شده و منجر به بروز استرس اکسیداتیو شود و این استرس اکسیداتیو اثرات نامطلوبی در بدن به جا میگذارد.

عرضه برون زا از آلفا کتوگلو تارات از طریق مکملی مانند ال-آرژنین آلفا کتوگلو تارات (AAKG) می تواند سرعت جریان چرخه کربس و در نتیجه سرعت اکسیداسیون استیل کوآ را افزایش دهد [ساهلین و همکاران، ۲۰۱۴]. AAKG این مکمل می تواند با افزایش سطح NO، خونرسانی به عضلات را با افزایش دهد (NO) که از تولیدات آرژنین است با انبساط شریانی به انتقال مواد غذایی و بازگشت به حالت اولیه در عضلات کمک میکند (تغذیه ورزشکاران نخبه، امیر ساسان ۱۳۹۵) تحقیقی که در مورد اثر مصرف آرژنین بر روی MDA انجام شده بود نشان از اثر مثبت این مکمل بر روی شاخص (MDA) و (TAC) خون داشت (جعفر لو و همکاران ۱۳۹۶، کاظمی و همکاران ۱۳۹۵) ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) شامل ترکیباتی می باشد که قادر به حفظ سیستم های بیولوژیک در برابر اثرات مضر گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن هستند.

برای یک اجرا و عملکرد خوب ورزشی فاکتور های زیادی تاثیر گذار هستند، فاکتورهایی از قبیل (مهارت، قدرت، تغذیه، شرایط محیطی، تغذیه، بودجه ورزشی، مربی و ...) که در این بین نقش تغذیه و مکملهای غذایی ورزشی غیرقابل چشم پوشی هست (موسوی و همکاران ۱۳۹۳، طیبی و همکاران ۱۳۹۷)؛ و به جرات می توان گفت که امروزه استفاده از مکملهای ورزشی برای افزایش و بهبود عملکرد ورزشی جز جدای ناپذیر از دنیای ورزش شده است (شهبازی و همکاران ۱۳۹۳).

آرژنین الفاکتوگلو تارات (AAKG) حاصل پیوندی بین آمینواسید آرژنین با آلفا کتوگلو تارات است که وظیفه آن تسریع فرایند انتقال نیتروژن است. به عبارت بهتر این مکمل می تواند با افزایش سطح NO، خونرسانی به عضلات را افزایش دهد (امیر ساسان، تغذیه ورزشکاران نخبه ۱۳۹۵) تحقیقی در مورد مکمل دهی ال-آرژنین بر  $\text{isoPGF2}\alpha$ ، SOD، GPX و CAT مردان سالمند انجام شده است نشان از تاثیر مثبت این مکمل بر آنزیم های فوق را داشت (حق شناس و همکاران ۱۳۹۶). همان طوری گفته شده همه این مکملها ورزشی به نحوی و با فرایند اختصاصی مربوط به خودشان باعث تولید اکسید نیتریک و نهایتا گشادی عروق و دسترسی بهتر سلولها به مواد مغذی و اکسیژن می شود. نهایتا همه این موارد باعث افزایش ظرفیت تام آنتی اکسیدانی و کاهش استرس اکسیداتیو و در نتیجه عملکرد بهتر ورزشی می شوند. این دسته از مکملها، محبوب ترین دسته مکمل های امروزی را تشکیل می دهند. باتوجه به آثار تایید شده این سه مکمل بر کاهش فشار اکسایشی و بهبود دفاع آنتی اکسیدانی بدن و متعاقب آن بهبود احتمالی عملکرد ورزشی در تحقیقات قبلی، البته تحقیقاتی هم بودن که این موارد تایید نکردن. این مطالعه در نظر دارد. ابتدا اثر ترکیبی استفاده همزمان از این سه مکمل را بر شاخصهای دفاع آنتی اکسیدانی خون و شاخص فشار اکسایشی ناشی از یک جلسه فعالیت شدید ورزشی را مورد بررسی قرار دهد. و اثر مصرف جداگانه این مکملها و سپس این سؤال را مورد واکاوی قرار دهد که کدامیک از این سه مکمل غذایی اثر بهتری بر این شاخصها دارد؟ هدف اصلی این مقاله مقایسه اثر مصرف حاد ترکیب سیترو لین، آب لبو و AAKG قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید بر شاخصهای اکسایشی فشار خونی در ورزشکاران مرد می باشد.

## مبانی نظری

## فعالیت ورزشی حاد و استرس اکسیداتیو

فعالیت ورزشی حاد باعث افزایش استرس اکسیداتیو و آسیب عضلانی می شود به ویژه هنگامی که شدت ورزش بالا هست (مهربانی و همکاران ۱۳۹۲) سنجش مستقیم تولید رادیکالهای آزاد در انسان بسیار دشوار است در عوض از شاخصهای غیر مستقیم برای نشان دادن افزایش یا کاهش تولید ROS استفاده می شود. ازدیدگاه نظری هنگام فعالیت ورزشی باید انتظار

تولید سوپراکسید بیش تر در نتیجه رادیکالهای پراکسید هیدوژن و هیدرواکسیدل داشته باشیم (پترام، تیدوس مبانای بیوشیمی ورزشی، گائینی). یا به عبارتی دیگر استرس اکسیداتیو در بافت های عضلانی و چربی ممکن است منجر به آسیب اکسیداتیو و در نتیجه کاهش عملکردی سیستم ایمنی، افزایش خستگی و کاهش عملکردی شود در صورت ادامه تمرین شدید و طولانی مدت و افزایش مقدار عوامل التهابی اکسایشی فاکتورهای ضد اکسیداتیو از جمله SOD و همچنین فاکتور MDA فعال می شود (مهربانی و همکاران ۱۳۹۲).

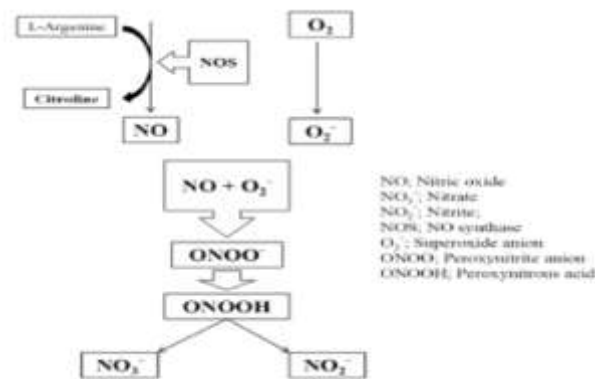
### آرژنین آلفا کتو گلو تارات (AAKG)

آرژنین آلفا کتو گلو تارات (AAKG) حاصل پیوندی بین آمینو اسید آرژنین با آلفا کتو گلو تارات است (کوپن دی تیپتون راهبردهای مربیگری تغذیه، ۱۳۹۶) آلفا کتو گلو تارات مولکولی است که نقش های واسطه ای مختلفی را در متابولیسم انرژی و همین طور در تشکیل سلولی ایفا میکند. این ماده به عنوان یک جز تشکیل دهنده از واکنش کربوکسیل زدای اکسایشی می باشد که این واکنش در تولید ATP دخیل است (ویلگی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). آرژنین یک اسید آمینه غیر ضروری است که به طور طبیعی در گوشت قرمز، مرغ، ماهی و لبنیات یافت می شود (بیل فیلیپس ۱۳۹۷) آرژنین در شرایط خاص یک اسید آمینه ضروری محسوب می شود در شرایط که بدن ما قادر به سنتز و تولید آرژنین نیست؛ مانند بیماری یا استرس شدید در این مواقع نمی تواند به مقدار کافی تولید کند. (مولر و همکاران ۱۳۹۴، تاپیرو و همکاران ۲۰۰۲) آرژنین یکی از بیست اسید آمینه اصلی یاخته های زنده است. در جانوران فرم L-form آرژنین بسیار رایج است؛ که در سال ۱۹۸۶ برای اولین بار توسط دانشمند سوئسی Ernst Schultze از نهال *Lupinus* استخراج گردید. L- آرژنین شکل طبیعی رایج این آمینو اسید می باشد. آرژنین به صورت مکمل وقتی که بلعیده شد به سرعت از پلاسما پاک می شود و متابولیسم آرژنین از طریق تعدادی مسیر اتفاق می افتد، اگرچه همه مسیرها به خوبی مشخص نیستند. آرژنین در دو مسیر متابولیک اصلی درگیر است: مسیر نیتریک اکسید سنتاز (NOS) و مسیر آرژیناز، در مسیر NOS، ال آرژنین به NO و ال سیتروکسین تبدیل می شود. سه ایزوفرم NOS (عصبی، القایی و اندوتلیال) کشف شده است که هر کدام عملکرد متفاوتی دارند. NO یک رادیکال آزاد است که دارای ویژگی های گشادکننده عروق و رگ زایی است. متابولیسم مواد مغذی را تنظیم می کند، در سیستم گردش خون و تنفس، به ویژه عملکرد آندوتلیال نقش دارد و اثرات متعدد دیگری در بدن اعمال میکند. در مسیر آرژیناز، تبدیل ال-آرژنین به ال-اورنیتین و اوره با فعالیت آرژیناز، با تولید پلی آمین های بعدی مانند پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین کاتالیز می شود. پلی آمین ها برای تکثیر و تمایز سلولی، رشد و توسعه بافت ضروری هستند. در پستانداران دو ایزوفرم آرژیناز نقش کلیدی را ایفا می کنند. آرژنین در بسیاری از مسیرهای بیوشیمیایی مهم و متنوع نقش دارد. ال-آرژنین و متابولیت های آن اثرات بی شماری را در بدن ایجاد می کنند، از جمله تنظیم pH، دیپولاریزاسیون غشای سلول های آندوتلیال، متابولیسم درشت مغذی ها، ایمنی واسطه سلولی و فعالیت ضد توموری، و یک واسطه ضروری در چرخه اوره است (میرا و همکاران در سال ۲۰۱۵) آرژنین همچنین بر ترشح هورمون هایی مانند فاکتور آزاد کننده کورتیکوتروفین، انسولین، گلوکاکون، پرولاکتین، آلدوسترون و سوماتواستاتین تأثیر می گذارد. اگرچه مسیر آرژنین-NO تنها کسری از متابولیسم کل آرژنین را نشان می دهد، اما به دلیل نقش های زیادی که NO تقریباً در تمام سیستم های اندام ایفا می کند، توجه قابل توجهی را به خود جلب کرده است. NO یک مولکول رادیکال آزاد است که در تمام سلول های پستانداران از آرژنین توسط NOS سنتز می شود. NO به عنوان یک واسطه در همه جا شناخته می شود که توسط انواع سلولی تولید می شود و دارای اعمال متنوع و پیچیده در سیستم های چندگانه اندام است. (والی<sup>۲</sup> و همکاران ۲۰۱۷) آرژنین یک آمینو اسید ضروری شرطی است که عمدتاً توسط آرژنین دکربوکسیلاز (ADC)، آرژنین: گلیسین ترانسفراز (AGAT)، آرژیناز (ARG) و نیتریک اکسید سنتاز (NOS) متابولیزه می شود و منجر به سنتز مولکول های مهم بیولوژیکی می شود، (لیانق<sup>۴</sup> و همکاران ۲۰۱۸). به عبارت بهتر این مکمل می تواند با افزایش سطح NO، خونرسانی به عضلات را افزایش دهد (کوپن دی تیپتون، راهبردهای مربیگری

<sup>۱</sup> Willoughby

<sup>۲</sup> Myra-  
<sup>۳</sup> Valae  
<sup>۴</sup> Liang

تغذیه، امیرساسان (۱۳۹۶) علاوه بر این، آرژنین نقش مهمی در حذف آمونیاک از بدن از طریق چرخه اوره ایفا می کند و به عنوان بستری برای سنتز درون زا کراتینین و پرولین عمل می کند (موهان و همکاران ۲۰۱۱). آرژنین سازنده بلوک پروتئینی است که باعث اتساع عروق می شود) و آرژنین ماده ی اولیه گاز نیتریک اکسید NO است که سبب گشادی عروق شده و این امر خون رسانی به اندام هایی را که در جریان فعالیت ورزشی درگیر هستند، تسهیل نموده و در نتیجه می تواند کارایی ورزشکار را به ویژه در فعالیت های هوازی افزایش دهد. همچنین این آمینو اسید قادر به پاکسازی رادیکالهای آزاد از خون، بهبود عملکرد سیگنال های سلول های عضلانی، رها سازی هورمون رشد، حمایت از کلسترول خوب و تنظیم متابولیسم چربی و سطح نمک در بدن است اخیراً تأکید فزاینده ای بر بهبود عملکردهای فیزیولوژیکی آرژنین که با از بین بردن رادیکالهای آزاد خون باعث کاهش استرس اکسیداتیو، تقویت عملکرد ایمنی، جلوگیری از هیپرکلسترولمی و غیره شده است. (لیانق و همکاران ۲۰۱۵).

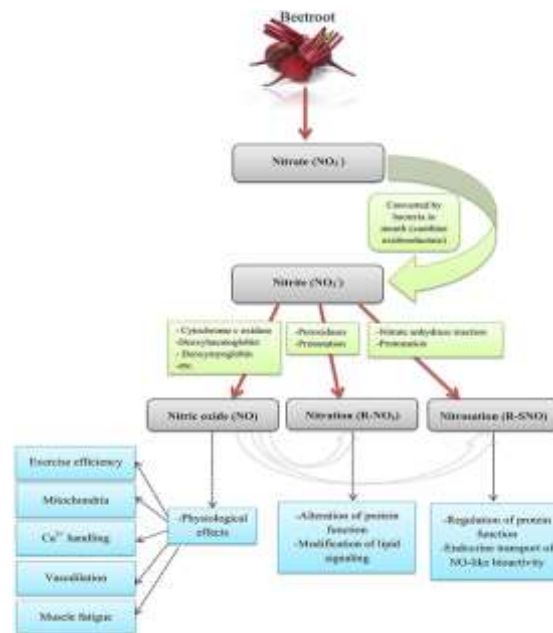


شکل شماره ۱ فرایند تبدیل شدن ال آرژنین به نیترات و نیتريت

## آب لبو

پیش از این، چغندر عمدتاً به عنوان یک افزودنی غذایی مصرف می شد (یوان کان و همکاران ۲۰۲۱). ریشه چغندر از خانواده همیشه بهار است (کوبین دی تیپتون، راهبردهای مربیگری تغذیه، امیرساسان ۱۳۹۶) در سال های اخیر، چغندر، به ویژه بتالین ها (بتالین) و نیترات های موجود در آن، به دلیل فعالیت بیولوژیکی موثر مورد توجه قرار گرفته است. آب چغندر سرشار از نیترات (NO<sub>3</sub>) است و پتانسیل کاهش فشار خون را دارد خاطر منبع طبیعی از نیترات که سبب افزایش عملکرد می شود معروف شده است (مولر و همکاران ۱۳۹۴، یوان کان و همکاران ۲۰۲۱) ثابت شده است که بتالین ها و نیترات موجود استرس اکسیداتیو را کاهش داده، واز آسیب DNA جلوگیری کرده و LDL کاهش میدهد. نیترات رژیم غذایی به نیتريت تجزیه می شود و متعاقباً به اکسید نیتريك (NO) و سایر واسطه های فعال نیتروژن تبدیل می شود که بر عملکرد فیزیکی جمعیت های ورزشی تأثیر می گذارد (یوان کان و همکاران ۲۰۲۱) ریشه چغندر شامل یک آنتی اسیدان نیرومند قوی به نام آنتوسیانین است که در پوست و مغز ارغوانی متمایل به قرمز آن قرار دارد. در افراد سالم بین غلظت نیتريت (NO<sub>2</sub>) پلاسمای و تحمل فعالیت ورزشی همبستگی قابل توجهی وجود دارد (کوبین دی تیپتون، راهبردهای مربیگری تغذیه، امیرساسان ۱۳۹۶). اهمیت نیترواکسید (NO) و نقش آن در کنترل سوخت ساز سلولی، افزایش کارای عضلات، کاهش استرس اکسیداتیو به هنگام ورزش مشخص شده است (ویلارل و همکاران ۲۰۱۸) افزایش غلظت NO باعث گشادی عضلات صاف عروقی با مکانیسم های مختلف سلولی می شود آبه عنوان مثال، فعال شدن کانال های K<sup>+</sup> (جانز و همکاران ۲۰۱۶). چندین مسیر برای متابولیسم NO<sub>2</sub>- به NO و سایر اکسیدهای نیتروژن از نظر بیولوژیکی وجود دارد. (ارازی و همکاران ۲۰۲۱) با مکمل سازی آب چغندر

که سرشار از نیترات (NO<sub>3</sub>) است. غلظت NO<sub>2</sub>) پلاسمای دو برابر و تحمل فعالیت ورزشی تا ۱۶٪ افزایش می‌یابد (کوبین دی تیپتون، راهبردهای مربیگری تغذیه، امیرساسان ۱۳۹۶)



شکل شماره ۲ فرایند تولید نیترواکسید از آب لبو

## MDA

یک زنجیر سه کربنی آلدهید است که در طی تجزیه هیدرو پراکسید لیپید تولید می‌گردد. آلدهیدها از جمله شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی محسوب می‌گردد؛ که MDA یکی از این شاخص‌ها است و شاخص مناسبی برای تعیین فشار اکسایشی است فرایندی که در آن افزایش تولید رادیکالهای آزاد در حدی است که سیستم آنتی اکسیدانی قادر به کنترل آن نبوده و افزایش صدمات مولکولی به بافت و سلول اجتناب ناپذیر است به طوری که سطوح اکسایش چربی‌های غشای پلاسمای و اسیدهای چرب و LDL اکسید شده افزایش می‌یابد شاخص پراکسیداسیون لیپیدی با توجه به نوع رادیکالهای آزاد و نیز شاخصی که مورد اکسایش قرار گرفته متنوع است (امیری و همکاران ۲۰۱۶).

## پیشینه پژوهش

مطالعه که توسط (لطفی و همکاران در سال ۲۰۱۸) با موضوع مصرف مکمل آب چغندر و تمرینات هوازی باعث افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی در ورزشکاران زن می‌شود انجام شده بود. آزمودنی‌ها تمرینات فوتبال خود را به مدت شش هفته (۳ جلسه در هفته به مدت ۹۰ دقیقه) با مصرف ۲۰۰ میلی لیتر آب چغندر ۲ ساعت قبل از شروع تمرین انجام دادند. نمونه‌های خون جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از جداسازی سرم از پلاسما، و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بررسی شد. یافته‌ها نشان داد که گروه آزمایش پس از مصرف آب چغندر افزایش معنی‌داری در TAC نسبت به پایه داشتند. همچنین در مقایسه با گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری بین گروه آزمایش و کنترل در تغییرات TAC وجود داشت.

پژوهشی توسط (والی<sup>۷</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۷) با عنوان اثرات مکمل ال سیترولین بر اکسید نیتریک و نشانگرهای آنتی اکسیدانی پس از تمرین تناوبی با شدت بالا در مردان جوان انجام شده بود؛ که در پژوهش مردان جوان ۱۲ گرم سیترولین

دریافت کرده بودن. داده‌های تحقیق نشان داد که مکمل سیتروولین (تک دوز ۱۲ گرمی قبل از ورزش) باعث بهبود نشانگرهای آنتی‌اکسیدانی پس از یک جلسه تمرین تناوبی با شدت بالا در مردان جوان می‌شود پژوهشی که توسط (گائینی و همکاران در سال ۱۴۰۰) با عنوان مقایسه تاثیر مکمل دهی بلند مدت و کوتاه مدت آب چغندر قرمز بر توان بی‌هوازی، شاخص خستگی، فعالیت سرمی مالون دی‌آلدئید بازیکنان دختر فوتبال) انجام دادند که در این پژوهش که به صورت تصادفی، یک سو کور و کنترل شده با دارونما انجام شد یافته‌ها نشان داد که با توجه به یافته‌های پژوهش مکمل سازی مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر (۱۲,۹۵ گرم/لیتر نیترات) آب چغندر قرمز به صورت کوتاه مدت (یک جلسه) و بلند مدت (چهار جلسه) تاثیر متفاوت و معناداری بر توان بی‌هوازی اوج، میانگین، شاخص خستگی و مقادیر سرمی مالون دی‌آلدئید ندارد.

مطالعه دیگری توسط (قاسمیان و همکاران در سال ۱۳۹۶) با بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین هوازی فزاینده با مصرف مکمل ال-آرژنین بر عملکرد استقامتی، تغییرات وزن، فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز عضله اسکلتی و سطوح سرمی هورمون لپتین در موش‌های صحرایی نر بود انجام شده بود. نتایج نشان داد که پس از ۸ هفته تمرین هوازی فزاینده به همراه مصرف مکمل ال-آرژنین تفاوت معناداری در میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز عضله اسکلتی در بین گروه‌ها وجود ندارد. همچنین پس از ۸ هفته تغییرات وزن گروه تمرین+ال-آرژنین نسبت به گروه کنترل به طور معناداری کمتر بود؛ و عملکرد استقامتی گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به طور معنادار افزایش یافته بود.

همچنین تحقیق دیگری توسط حق شناس و همکاران در سال (۱۳۹۶) صورت گرفت که تاثیر هشت هفته تمرین همزمان با مکمل دهی ال-آرژنین بر GPX, SOD, isoPGF2 $\alpha$ -۸ و CAT مردان سالمند بود. نتایج تحلیل، تاثیر معنادار گروه بر متغیر پنهان فشار اکسایشی (SOD, CAT, GPX و isoPGF2 $\alpha$ -۸) را نشان داد.

### روش انجام تحقیق

ابتدا به صورت ناشتا از همه آزمودنیها نمونه خون ورید از بازوی چپ آنها گرفته شد. بعد از صرف صبحانه مشترک (نان تست جو ۲ برش (۱۲۰ کالری) + خرما ۳ عدد (۶۰ کالری) + پنیر ۳۰ گرم (۶۰ کالری) برنامه ریزی شده، یک ساعت قبل از فعالیت ورزشی درمانده ساز، به آزمودنیها (گروه الف- سیتروولین ۱۰ گرم) - (گروه ب- AAKG 4 گرم) (گروه ج- آب لبو ۳۰ گرم پودر آب لبو محلول ۲۵۰ میلی لیتر آب داخل پاکت رنگی که محتوای پاکت قابل رویت نبود) - (گروه و ترکیب سه مکمل) - (گروه د) دارونما) داده شد. سپس، یک ساعت بعد از مصرف مکمل ها، آزمودنیها فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز (در مرحله اول تست بی‌هوازی رست و در مرحله دوم تست هوازی کوپر) را اجرا کردند. دومین مرحله خون گیری، یک ساعت بعد از فعالیت ورزشی از آزمودنیها بعمل آمد.

### فرضیه های تحقیق

- بین اثر مصرف حاد جداگانه سیتروولین، آب لبو و AAKG و ترکیب آنها قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز بر میزان TAC خون ورزشکاران مرد تفاوت وجود دارد.
- بین اثر مصرف حاد جداگانه سیتروولین، آب لبو و AAKG و ترکیب آنها قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز بر میزان MDA خون ورزشکاران مرد تفاوت وجود دارد.
- بین اثر مصرف حاد جداگانه سیتروولین، آب لبو و AAKG و ترکیب آنها قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز بر میزان SOD خون ورزشکاران مرد تفاوت وجود دارد.

### متغیرهای مستقل:

. سیتروولین: به آزمودنی ها گروه (الف) مکمل ورزشی سیتروولین (داخل پاکت رنگی) ۱۰ گرم شرکت protean ocean تولید کشور ترکیه قبل از اجرای فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز به صورت نوشیدنی داده شد؛ اما آزمودنیها از محتوای نوشیدنی بی اطلاع بودند.

آب لبو: به آزمودنی های گروه (ج) مکمل ورزشی ۳۰ گرم پودر لبو محلول در ۲۵۰ میلی لیتر آب (داخل پاکت های رنگی) تولید شرکت (آسا) کشور ایران قبل اجرای فعالیت ورزشی شدید در مانده ساز به صورت نوشیدنی داده شد؛ اما آزمودنیها از محتوای نوشیدنی بی اطلاع بودند.

آرژنین آلفا کتوگلو تارات: به آزمودنی های گروه (ب) مکمل ورزشی 4 AAKG گرم در قالب کپسول شرکت ساپلند تولید کشور ایران، قبل اجرای فعالیت ورزشی شدید در مانده ساز به صورت نوشیدنی داده شد؛ اما آزمودنیها از محتوای نوشیدنی بی اطلاع بودند.

ترکیب (آب لبو- سیترو لین- آرژنین آلفا کتوگلو تارات): به آزمودنی های گروه (و) مکمل ورزشی سیترو لین ۱۰ گرم - آب لبو ۲۵۰ میلی لیتر با ۳۰ گرم پودر آب لبو (داخل پاکت های رنگی) - ۴ گرم آرژنین آلفا کتوگلو تارات، قبل اجرای فعالیت ورزشی شدید در مانده ساز به صورت نوشیدنی داده شد؛ اما آزمودنیها از محتوای نوشیدنی بی اطلاع بودند.

دارونما: کپسول های خالی مشابه دارو بودند.

#### متغیرهای وابسته:

SOD: در این تحقیق برای تعیین مقدار SOD سرم آزمودنیها از روش آزمایشگاهی اسپکتروفتومتریک و با استفاده از کیت شرکت (Randox) انگلستان استفاده شد.

MDA: در این تحقیق برای تعیین مقدار MDA سرم آزمودنیها از روش اسپکتروفتومتریک با استفاده از کیت شرکت (Randox) انگلستان انجام شد.

TAC: در این تحقیق برای تعیین مقدار MDA سرم آزمودنیها از روش اسپکتروفتومتریک با استفاده از کیت شرکت (Randox) انگلستان انجام شد.

#### متغیر مداخله گر

\*تست بی هوازی رست:

- یک مسافت ۳۵ متر را که در دو سمت آن به اندازه کافی فضای خالی وجود دارد را انتخاب کردیم
- ورزشکاران به مدت ۱۰ دقیقه خود را گرم کردن
- وزن ورزشکار اندازه گیری کردیم
- ورزشکار با فرمان "رو" مسافت ۳۵ متر را با سرعت هر چه تمامتر طی کردن
- در انتهای مسافت ورزشکار به مدت ۱۰ ثانیه استراحت داده می شد
- بلافاصله بعد از ۱۰ ثانیه استراحت، ورزشکار مسافت طی شده را برمی گشت؛ یعنی ۳۵ متر دویدن مجدد
- مرحله قبل را تکرار کردن؛ یعنی ورزشکار باید ۶ بار مسافت را با حداکثر سرعت خود طی میکرد؛ یعنی سه بار رفت و برگشت

- در هر مرحله رکوردها ثبت می شدند

\*تست هوازی کوپر:

- گرم کردن: قبل از شروع آزمایش، ورزشکاران به مدت ۱۵ دقیقه، از جمله دویدن سبک و قدم زدن برای گرم شدن، صرف کردند

-آزمایش به صورت دویدن و طی حداکثر مسافت ممکن در ۱۲ دقیقه انجام دادند

#### روشهای تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق برای توصیف داده های تحقیق از شاخصهای آماری توصیفی میانگین و انحراف استاندارد استفاده گردید. برای آزمون فرضیه های تحقیق ابتدا پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده ها با کمک آزمون کلموگروف - اسمیرنف، جهت تعیین تفاوت های بین گروهی از آزمون مقایسه نمونه های وابسته (T زوجی) و از آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین بین پنج گروه استفاده گردید. همچنین سطح معنی داری در نظر گرفته شده در فرضیه های تحقیق ۰,۰۵ منظور شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS، نسخه ۱۹ انجام گرفت.

## تجزیه و تحلیل اطلاعات پژوهش

برای آزمون فرضیه های تحقیق در صورتیکه پیش فرض های لازم برقرار باشد از تحلیل کوواریانس استفاده خواهد شد. تحلیل کوواریانس حالت جامعی از انواع تحلیل واریانس است که در آن ضمن مقایسه میانگین های یک یا چند گروه و برآورد یک یا چند متغیر مستقل، اثر یک یا چند متغیر مداخله گر، همپراش و یا Covariate از معادله خارج می شود؛ به عبارت دیگر تحلیل کوواریانس روشی آماری است که اجازه می دهد اثر یک متغیر مستقل بر متغیر وابسته مورد بررسی قرار گیرد در حالی که اثر متغیر دیگری را حذف کرده و یا از بین می برد.

بهترین حالت استفاده از تحلیل کوواریانس وقتی است که آزمودنی ها به طور تصادفی در یکی از سطوح متغیر مستقل قرار داده شوند و متغیر همپراش یا Covariate پیش از استفاده از تحلیل اندازه گیری شود نه پس از آن، زیرا اگر پس از آن اندازه گیری شود ممکن است در معرض قرار گرفتن متغیر مستقل دچار تغییر شود.

نتایج اولیه نشان داد که برخی از پیش فرض های استفاده از تحلیل کوواریانس، از جمله وجود اختلاف معنادار در مرحله پیش - آزمون بین همه گروه ها، همگونی شب خط رگرسیون و خطی بودن همبستگی متغیر همپراش با متغیر مستقل برقرار نمی - باشند لذا برای آزمون فرضیه های تحقیق از آزمون مقایسه میانگین نمونه های وابسته (T زوجی) و همچنین از آنالیز واریانس تک عاملی استفاده شده است.

## طبیعی بودن ( نرمال بودن ) داده ها :

در این تحقیق برای بررسی فرض نرمال بودن نمرات از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف استفاده شده است.

## آزمون کلموگروف - اسمیرنوف ( آزمون نرمال بودن ) :

زمانی که برای داده های کمی بخواهیم آزمون نیکویی برازش را بکار ببریم از این آزمون استفاده می کنیم. بخصوص برای آزمون نرمال بودن نمونه های مورد مطالعه از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف استفاده می شود. به عبارت دیگر می خواهیم فرضهای زیر را آزمون کنیم :

$$\begin{cases} H_0 : \text{نمونه دارای توزیع نرمال است} \\ H_1 : \text{نمونه دارای توزیع نرمال نیست} \end{cases}$$

تصمیم گیری : در صورتیکه مقدار احتمال یا Sig کوچکتر از مقدار ۰,۰۵ باشد فرض صفر یعنی فرض نرمال بودن توزیع نمونه مورد مطالعه در سطح خطای ۵ درصد رد می شود و در غیر اینصورت فرض صفر تأیید می شود و این به معنی آن است که توزیع نمونه مورد مطالعه، نرمال می باشد. لازم به ذکر است در صورتیکه فرض نرمال بودن نمونه ها پذیرفته شود در انجام آزمون فرضیه های تحقیق از روش های پارامتری و در غیر این صورت از روش های ناپارامتری استفاده خواهد شد. نتایج انجام آزمون فوق در جداول ۱ الی ۳ آمده است :

جدول ۱- بررسی نرمال بودن نمونه های متغیر SOD در پنج گروه مورد مطالعه

گروه	مرحله	سطح معناداری	تصمیم گیری	نتیجه آزمون
مکمل سیتروکلین	پیش آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
مکمل AAKG	پیش آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
مکمل آب لبو	پیش آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
دارونما (کنترل)	پیش آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است



پیش‌آزمون	۰,۱۷	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است	ترکیبی سه مکمل
پس‌آزمون	۰,۱۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است	

با توجه به مقادیر Sig بدست آمده در جدول فوق که همگی بیشتر از ۰,۰۵ می باشند فرض صفر یعنی فرض نرمال بودن متغیر SOD در هر پنج گروه و در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در سطح خطای ۰,۰۵ پذیرفته می‌شوند.

#### جدول ۲- بررسی نرمال بودن نمونه‌های متغیر TAC در پنج گروه مورد مطالعه

گروه	مرحله	سطح معناداری	تصمیم‌گیری	نتیجه آزمون
مکمل سیترولین	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۰۸	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
مکمل AAKG	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
مکمل آب لبو	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
دارونما (کنترل)	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
ترکیبی سه مکمل	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۱۳	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است

با توجه به مقادیر Sig بدست آمده در جدول فوق که همگی بیشتر از ۰,۰۵ می باشند فرض صفر یعنی فرض نرمال بودن متغیر TAC در هر پنج گروه و در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در سطح خطای ۰,۰۵ پذیرفته می‌شوند.

#### جدول ۳- بررسی نرمال بودن نمونه‌های متغیر MDA در پنج گروه مورد مطالعه

گروه	مرحله	سطح معناداری	تصمیم‌گیری	نتیجه آزمون
مکمل سیترولین	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۱۱	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
مکمل AAKG	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
مکمل آب لبو	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
دارونما (کنترل)	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
ترکیبی سه مکمل	پیش‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است
	پس‌آزمون	۰,۲	قبول فرض صفر	توزیع نرمال است

با توجه به مقادیر Sig بدست آمده در جدول فوق که همگی بیشتر از ۰,۰۵ می باشند فرض صفر یعنی فرض نرمال بودن متغیر MDA در هر پنج گروه و در هر دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون، در سطح خطای ۰,۰۵ پذیرفته می‌شوند. فرضیه اول: بین اثر مصرف حاد جداگانه سیترولین، آب لبو و AAKG و ترکیب آنها قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید بر میزان SOD خون ورزشکاران نخبه مرد تفاوت وجود ندارد.

آزمون مقایسه میانگین گروه‌ها در مرحله پیش آزمون و پس آزمون

با توجه به نرمال بودن نمونه‌های مورد مطالعه برای آزمون فرضیه فوق از آزمون‌های پارامتری استفاده شده است. ابتدا با استفاده از آزمون مقایسه نمونه‌های وابسته (T زوجی) میانگین متغیر SOD در مرحله پیش آزمون و پس آزمون مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

جدول ۴- نتایج آزمون T زوجی برای مقایسه میانگین متغیر SOD(unit/ml) بین پیش آزمون و پس آزمون در پنج گروه مورد مطالعه

نتیجه آزمون	Sig	مقدار آماره‌ی آزمون T	اختلاف بین میانگین‌ها	میانگین	تعداد	مرحله	گروه																																		
اختلاف معنادار است	*۰,۰۱	۴,۵۶	۱۱۶,۴۹	۱۱۶۸,۸۶	۵	پیش آزمون	مکمل سیترولین																																		
				۱۲۸۵,۳۶		پس آزمون		اختلاف معنادار نیست	۰,۳۶	۱,۰۳	۸۶,۸۶	۱۰۷۰,۰۲	۵	پیش آزمون	AAKG مکمل	۱۱۵۶,۸۸	پس آزمون	اختلاف معنادار نیست	۰,۳۴	۱,۰۵	۵۸,۹۷	۱۱۲۷,۵۳	۶	پیش آزمون	مکمل آب لبو	۱۱۸۶,۵۰	پس آزمون	اختلاف معنادار است	۰,۰۳	۲,۸۳	۱۳۴,۶۸	۱۰۶۰,۶۰	۶	پیش آزمون	دارونما (کنترل)	۱۱۹۵,۲۸	پس آزمون	اختلاف معنادار نیست	۰,۱۱	۱,۹۲	۹۱,۹۰
اختلاف معنادار نیست	۰,۳۶	۱,۰۳	۸۶,۸۶	۱۰۷۰,۰۲	۵	پیش آزمون	AAKG مکمل																																		
				۱۱۵۶,۸۸		پس آزمون		اختلاف معنادار نیست	۰,۳۴	۱,۰۵	۵۸,۹۷	۱۱۲۷,۵۳	۶	پیش آزمون	مکمل آب لبو	۱۱۸۶,۵۰	پس آزمون	اختلاف معنادار است	۰,۰۳	۲,۸۳	۱۳۴,۶۸	۱۰۶۰,۶۰	۶	پیش آزمون	دارونما (کنترل)	۱۱۹۵,۲۸	پس آزمون	اختلاف معنادار نیست	۰,۱۱	۱,۹۲	۹۱,۹۰	۱۰۱۲,۴۳	۶	پیش آزمون	ترکیبی سه مکمل	۱۱۰۴,۳۳	پس آزمون				
اختلاف معنادار نیست	۰,۳۴	۱,۰۵	۵۸,۹۷	۱۱۲۷,۵۳	۶	پیش آزمون	مکمل آب لبو																																		
				۱۱۸۶,۵۰		پس آزمون		اختلاف معنادار است	۰,۰۳	۲,۸۳	۱۳۴,۶۸	۱۰۶۰,۶۰	۶	پیش آزمون	دارونما (کنترل)	۱۱۹۵,۲۸	پس آزمون	اختلاف معنادار نیست	۰,۱۱	۱,۹۲	۹۱,۹۰	۱۰۱۲,۴۳	۶	پیش آزمون	ترکیبی سه مکمل	۱۱۰۴,۳۳	پس آزمون														
اختلاف معنادار است	۰,۰۳	۲,۸۳	۱۳۴,۶۸	۱۰۶۰,۶۰	۶	پیش آزمون	دارونما (کنترل)																																		
				۱۱۹۵,۲۸		پس آزمون		اختلاف معنادار نیست	۰,۱۱	۱,۹۲	۹۱,۹۰	۱۰۱۲,۴۳	۶	پیش آزمون	ترکیبی سه مکمل	۱۱۰۴,۳۳	پس آزمون																								
اختلاف معنادار نیست	۰,۱۱	۱,۹۲	۹۱,۹۰	۱۰۱۲,۴۳	۶	پیش آزمون	ترکیبی سه مکمل																																		
				۱۱۰۴,۳۳		پس آزمون																																			

\* سطح معنی‌داری  $0.05 \leq$

همانطوریکه در جدول فوق مشاهده می‌شود:

در گروه مکمل سیترولین بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر SOD در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود دارد ( $Sig = 0.01 < 0.05$ ).

در گروه مکمل AAKG بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر SOD در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.36 > 0.05$ ).

در گروه مکمل آب لبو بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر SOD در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.34 > 0.05$ ).

در گروه دارونما بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر SOD در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود دارد ( $Sig = 0.03 < 0.05$ ).

در گروه ترکیب سه مکمل بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر SOD در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.11 > 0.05$ ).

## آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین SOD بین پنج گروه در مرحله پیش‌آزمون:

در ادامه با استفاده از آزمون آنالیز واریانس تک عاملی، برای مرحله پیش‌آزمون، میانگین‌های متغیر SOD در پنج گروه مکمل سیترولین، مکمل AAKG، مکمل آب لبو، دارونما و گروه ترکیب سه مکمل مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

## جدول ۵- نتایج آنالیز واریانس در مرحله پیش‌آزمون برای مقایسه میانگین متغیر SOD در پنج گروه مورد

## مطالعه

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار آزمون F	آماره سطح معناداری Sig	نتیجه آزمون
بین گروه	۸۲۲۹۷،۰۴	۴	۲۰۵۷۴،۲۶			اختلاف
درون گروه	۱۴۴۴۶۰،۷۵	۲۳	۶۲۸۰،۹۰	۳،۲۷	*۰،۰۳	معنادار است
کل	۲۲۶۷۵۷،۷۹	۲۷				

\* سطح معنی‌داری  $0.05 \leq$ 

همانطوری که در جدول فوق ملاحظه می‌شود نتیجه آنالیز واریانس در مرحله پیش‌آزمون برای متغیر SOD معنادار است ( $Sig = 0.03 < 0.05$ ). ب؛ براین می‌توان نتیجه گرفت که در سطح خطای ۵ درصد بین میانگین SOD در حداقل دو گروه از ۵ گروه تفاوت معنادار وجود دارد به منظور پیدا کردن گروه‌هایی که با هم اختلاف معناداری دارند از آزمون تعقیبی LSD استفاده شده که نتایج در جدول زیر ثبت شده است:

## جدول ۶- نتایج آزمون تعقیبی LSD

گروه ا	گروه ج	Sig	نتیجه آزمون LSD
مکمل سیترولین	مکمل AAKG	۰،۰۶	اختلاف معنادار نیست
	مکمل آب لبو	۰،۳۹	اختلاف معنادار نیست
	دارونما (کنترل)	۰،۰۳	اختلاف معنادار است
	ترکیبی سه مکمل	۰،۰۰۳	اختلاف معنادار است
مکمل AAKG	مکمل آب لبو	۰،۲۴	اختلاف معنادار نیست
	دارونما (کنترل)	۰،۸۵	اختلاف معنادار نیست
	ترکیبی سه مکمل	۰،۲۴	اختلاف معنادار نیست
مکمل آب لبو	دارونما (کنترل)	۰،۱۵	اختلاف معنادار نیست
	ترکیبی سه مکمل	۰،۰۱	اختلاف معنادار است
	دارونما (کنترل)	۰،۳۰	اختلاف معنادار نیست

\* سطح معنی‌داری  $0.05 \leq$ 

همانطوری که در جدول فوق مشاهده می‌شود در مرحله پیش‌آزمون برای متغیر SOD :  
 اختلاف بین گروه سیترولین و گروه AAKG معنادار نیست. ( $Sig = 0.06 > 0.05$ ).  
 اختلاف بین گروه سیترولین و گروه آب لبو معنادار نیست. ( $Sig = 0.39 > 0.05$ ).  
 اختلاف بین گروه سیترولین و گروه دارونما معنادار است. ( $Sig = 0.03 < 0.05$ ).

اختلاف بین گروه سیتروکلین و گروه ترکیبی هر سه مکمل معنادار است. ( $Sig = 0.03 < 0.05$ ).  
 اختلاف بین گروه AAKG و گروه مکمل آب لبو معنادار نیست. ( $Sig = 0.24 > 0.05$ ).  
 اختلاف بین گروه AAKG و گروه کنترل معنادار نیست. ( $Sig = 0.85 > 0.05$ ).  
 اختلاف بین گروه AAKG و گروه ترکیبی سه مکمل معنادار نیست. ( $Sig = 0.24 > 0.05$ ).  
 اختلاف بین گروه مکمل آب لبو و گروه کنترل معنادار نیست. ( $Sig = 0.15 > 0.05$ ).  
 اختلاف بین گروه مکمل آب لبو و گروه ترکیبی سه مکمل معنادار است. ( $Sig = 0.01 < 0.05$ ).  
 اختلاف بین گروه کنترل و گروه ترکیبی سه مکمل معنادار نیست. ( $Sig = 0.30 > 0.05$ ).  
**آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین SOD بین پنج گروه در مرحله پس آزمون:**

حال با استفاده از آزمون آنالیز واریانس تک عاملی، برای مرحله پس آزمون، میانگین‌های متغیر SOD در پنج گروه مکمل سیتروکلین، مکمل AAKG، مکمل آب لبو، دارونما و گروه ترکیب سه مکمل مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

**جدول ۷- نتایج آنالیز واریانس در مرحله پس آزمون برای مقایسه میانگین متغیر SOD در پنج گروه مورد مطالعه**

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار آزمون F	آماره سطح معناداری Sig	نتیجه آزمون
بین گروه	۹۳۹۰۸,۰۲	۴	۲۳۴۷۷			اختلاف معنادار نیست
درون گروه	۲۴۷۸۲۴,۱۸	۲۳	۱۰۷۷۴,۹	۲,۱۸	۰,۱۰	
کل	۳۴۱۷۳۲,۲۰	۲۷				

همانطوری که در جدول فوق ملاحظه می‌شود نتیجه آنالیز واریانس در مرحله پس آزمون برای متغیر SOD معنادار نیست ( $Sig = 0.10 > 0.05$ ). ب؛ براین می‌توان نتیجه گرفت که در مرحله پس آزمون در سطح خطای ۵ درصد بین میانگین SOD در ۵ گروه مورد مطالعه اختلاف معناداری وجود ندارد.

**فرضیه دوم:** بین اثر مصرف حاد جداگانه سیتروکلین، آب لبو و AAKG و ترکیب آنها قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید بر میزان TAC خون ورزشکاران نخبه مرد تفاوت وجود ندارد.

**آزمون مقایسه میانگین گروه‌ها در مرحله پیش آزمون و پس آزمون**

با توجه به نرمال بودن نمونه‌های مورد مطالعه برای آزمون فرضیه فوق از آزمون‌های پارامتری استفاده شده است. ابتدا با استفاده از آزمون مقایسه نمونه‌های وابسته (T زوجی) میانگین متغیر TAC در مرحله پیش آزمون و پس آزمون مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

**جدول ۸- نتایج آزمون T زوجی برای مقایسه میانگین متغیر TAC ( $\mu\text{mol}$ ) بین پیش آزمون و پس آزمون در پنج**

**گروه مورد مطالعه**

گروه	مرحله	تعداد	میانگین	اختلاف بین میانگین‌ها	مقدار آماره‌ی آزمون T	Sig	نتیجه آزمون
مکمل سیتروکلین	پیش آزمون	۵	۱,۶۵	۰,۲۵	۱,۶۷	۰,۱۷	اختلاف معنادار نیست
	پس آزمون		۱,۹۱				
AAKG مکمل	پیش آزمون	۵	۱,۵۳	۰,۳۸	۳,۰۱	۰,۰۳۹	اختلاف معنادار است
	پس آزمون		۱,۹۱				

مکمل آب لبو	پیش‌آزمون	۶	۱,۸۳	۰,۲۶	۲,۶۸	۰,۰۴۴	اختلاف معنادار است
	پس‌آزمون		۲,۰۹				
دارونما (کنترل)	پیش‌آزمون	۶	۱,۵۷	۰,۲۴	۲,۹۷	۰,۰۳۱	اختلاف معنادار است
	پس‌آزمون		۱,۸۰				
ترکیبی سه مکمل	پیش‌آزمون	۶	۱,۶۸	۰,۳۱	۲,۲۷	۰,۰۷	اختلاف معنادار نیست
	پس‌آزمون		۱,۹۹				

همانطوریکه در جدول فوق مشاهده می‌شود:

در گروه مکمل سیتروکلین بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر TAC در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.17 > 0.05$ ).

در گروه مکمل AAKG بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر TAC در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود دارد ( $Sig = 0.04 < 0.05$ ).

در گروه مکمل آب لبو بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر TAC در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود دارد ( $Sig = 0.04 < 0.05$ ).

در گروه دارونما بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر TAC در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود دارد ( $Sig = 0.03 < 0.05$ ).

در گروه ترکیب سه مکمل بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر TAC در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.07 > 0.05$ ).

**آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین TAC بین پنج گروه در مرحله پیش‌آزمون:**

در ادامه با استفاده از آزمون آنالیز واریانس تک‌عاملی، برای مرحله پیش‌آزمون، میانگین‌های متغیر TAC در پنج گروه مکمل سیتروکلین، مکمل AAKG، مکمل آب لبو، دارونما و گروه ترکیب سه مکمل مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

**جدول ۹- نتایج آنالیز واریانس در مرحله پیش‌آزمون برای مقایسه میانگین متغیر TAC در پنج گروه مورد**

#### مطالعه

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار آماره F	سطح معناداری Sig	نتیجه آزمون
بین گروه	۰,۳۱۸	۴	۰,۰۸	۰,۸۴	۰,۵۱	اختلاف معنادار نیست
درون گروه	۲,۱۶۹	۲۳	۰,۰۹۴			
کل	۲,۴۸۷	۲۷				

همانطوری که در جدول فوق ملاحظه می‌شود نتیجه آنالیز واریانس در مرحله پیش‌آزمون برای متغیر TAC معنادار نیست ( $Sig = 0.51 > 0.05$ ). ب؛ براین می‌توان نتیجه گرفت که در سطح خطای ۵ درصد بین میانگین TAC در ۵ گروه مورد مطالعه در مرحله پیش‌آزمون اختلاف معناداری وجود ندارد.

**آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین TAC بین پنج گروه در مرحله پس‌آزمون:**

حال با استفاده از آزمون آنالیز واریانس تک‌عاملی، برای مرحله پس‌آزمون، میانگین‌های متغیر TAC در پنج گروه مکمل سیتروکلین، مکمل AAKG، مکمل آب لبو، دارونما و گروه ترکیب سه مکمل مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

## جدول ۱۰- نتایج آنالیز واریانس در مرحله پس آزمون برای مقایسه میانگین متغیر TAC در پنج گروه مورد

## مطالعه

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار آماره آزمون F	سطح معناداری Sig	نتیجه آزمون
بین گروه	۰,۲۷	۴	۰,۰۶۷			اختلاف
درون گروه	۲,۲۸۷	۲۳	۰,۰۹۹	۰,۶۸	۰,۶۱	معنادار
کل	۲,۵۵۷	۲۷				نیست

همانطوری که در جدول فوق ملاحظه می‌شود نتیجه آنالیز واریانس در مرحله پس آزمون برای متغیر TAC معنادار نیست ( $Sig = 0.61 > 0.05$ ). ب؛ برای می توان نتیجه گرفت که در مرحله پس آزمون در سطح خطای ۵ درصد بین میانگین TAC در ۵ گروه مورد مطالعه اختلاف معناداری وجود ندارد.

فرضیه سوم: بین اثر مصرف حاد جداگانه سیترولین، آب لبو و AAKG و ترکیب آنها قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید بر میزان MDA خون ورزشکاران نخبه مرد تفاوت وجود ندارد.

## آزمون مقایسه میانگین گروه‌ها در مرحله پیش آزمون و پس آزمون

با توجه به نرمال بودن نمونه‌های مورد مطالعه برای آزمون فرضیه فوق از آزمون‌های پارامتری استفاده شده است. ابتدا با استفاده از آزمون مقایسه نمونه‌های وابسته (T زوجی) میانگین متغیر MDA در مرحله پیش آزمون و پس آزمون مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

جدول ۱۱ نتایج آزمون T زوجی برای مقایسه میانگین متغیر MDA (nmol) بین پیش آزمون و پس آزمون در پنج

## گروه مورد مطالعه

گروه	مرحله	تعداد	میانگین	اختلاف بین میانگین‌ها	مقدار آماره‌ی آزمون T	Sig	نتیجه آزمون
مکمل سیترولین	پیش آزمون	۵	۱,۶۲	۰,۰۴	۰,۲۴	۰,۸۲	اختلاف معنادار نیست
	پس آزمون		۱,۵۸				
AAKG	پیش آزمون	۵	۲,۱۰	۰,۳۲	۱,۷۵	۰,۱۵	اختلاف معنادار نیست
	پس آزمون		۱,۷۸				
مکمل آب لبو	پیش آزمون	۶	۱,۷۲	۰,۲۷	۱,۳۶	۰,۲۳	اختلاف معنادار نیست
	پس آزمون		۱,۹۸				
دارونما (کنترل)	پیش آزمون	۶	۲,۱۵	۰,۰۸	۰,۳۷	۰,۷۳	اختلاف معنادار نیست
	پس آزمون		۲,۰۶				
ترکیبی سه مکمل	پیش آزمون	۶	۱,۸۸	۰,۲۰	۱,۵۵	۰,۱۸	اختلاف معنادار نیست
	پس آزمون		۲,۰۸				

همانطوری که در جدول فوق مشاهده می‌شود:

در گروه مکمل سیترولین بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر MDA در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.82 > 0.05$ ).

در گروه مکمل AAKG بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر MDA در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.15 > 0.05$ ).

در گروه مکمل آب لبو بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر MDA در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.23 > 0.05$ ).

در گروه دارونما بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر MDA در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.73 > 0.05$ ).

در گروه ترکیب سه مکمل بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون متغیر MDA در سطح خطای ۵ درصد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $Sig = 0.18 > 0.05$ ).

**آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین MDA بین پنج گروه در مرحله پیش آزمون:**

در ادامه با استفاده از آزمون آنالیز واریانس تک عاملی، برای مرحله پیش آزمون، میانگین‌های متغیر MDA در پنج گروه مکمل سیترولین، مکمل AAKG، مکمل آب لبو، دارونما و گروه ترکیب سه مکمل مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

**جدول ۱۲- نتایج آنالیز واریانس در مرحله پیش آزمون برای مقایسه میانگین متغیر MDA در پنج گروه مورد**

**مطالعه**

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار آزمون F	آماره	سطح معناداری Sig	نتیجه آزمون
بین گروه	۱,۱۷	۴	۰,۲۹۲				اختلاف
درون گروه	۱۸,۵۸	۲۳	۰,۸۰۸	۰,۳۶		۰,۸۳	معنادار
کل	۱۹,۷۵	۲۷					نیست

همانطوری که در جدول فوق ملاحظه می‌شود نتیجه آنالیز واریانس در مرحله پیش آزمون برای متغیر MDA معنادار نیست ( $Sig = 0.51 > 0.05$ ). ب؛ براین می‌توان نتیجه گرفت که در سطح خطای ۵ درصد بین میانگین MDA در ۵ گروه مورد مطالعه در مرحله پیش آزمون اختلاف معناداری وجود ندارد.

**آزمون آنالیز واریانس برای مقایسه میانگین MDA بین پنج گروه در مرحله پس آزمون:**

حال با استفاده از آزمون آنالیز واریانس تک عاملی، برای مرحله پس آزمون، میانگین‌های متغیر MDA در پنج گروه مکمل سیترولین، مکمل AAKG، مکمل آب لبو، دارونما و گروه ترکیب سه مکمل مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج این آزمون در جدول زیر ثبت شده است:

**جدول ۱۳- نتایج آنالیز واریانس در مرحله پس آزمون برای مقایسه میانگین متغیر MDA در پنج گروه مورد**

**مطالعه**

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار آزمون F	آماره	سطح معناداری Sig	نتیجه آزمون
بین گروه	۰,۹۸۸	۴	۰,۲۵				اختلاف
درون گروه	۲۱,۱۵	۲۳	۰,۹۲	۰,۲۷		۰,۸۹	معنادار
کل	۲۲,۱۳	۲۷					نیست

همانطوری که در جدول فوق ملاحظه می‌شود نتیجه آنالیز واریانس در مرحله پس‌آزمون برای متغیر MDA معنادار نیست ( $Sig = 0.89 > 0.05$ ). ب؛ براین می‌توان نتیجه گرفت که در مرحله پس‌آزمون در سطح خطای ۵ درصد بین میانگین MDA در ۵ گروه مورد مطالعه اختلاف معناداری وجود ندارد.

## بحث

موضوع اصلی تحقیق ما در مورد مقایسه اثر مصرف حاد مکملهای سیتروپولین، AAKG و آب لبو و ترکیب آنها بر روی شاخص‌های (MDA-TAC SOD) می‌باشد. سوپراکسید دیسموتاز که نخستین خط دفاعی در برابر رادیکال سوپر اکسید است و TAC که نشانگر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام است و MDA که شاخص اکسایش لیپیدی است. ابتدا به بررسی اثر مصرف حاد جداگانه مکمل سیتروپولین می‌پردازیم. تحقیقات ما نشان داد که مصرف جداگانه مکمل سیتروپولین قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز در ورزشکاران مرد بر میزان SOD در مقایسه با مکمل‌ها دیگر اختلاف معنی‌داری نداشت؛ و همین‌طور ترکیب این سه مکمل بر میزان SOD در مقایسه با سایر مکمل‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت به عبارت دیگر هیچ تغییر معنی‌داری در سطوح این آنزیم (SOD) با مصرف جداگانه مکمل سیتروپولین و آب لبو و AAKG و ترکیب سه مکمل در مقایسه با یک دیگر مشاهده نشد.

همچنین تحقیقات ما نشان داد که مصرف حاد جداگانه مکمل سیتروپولین قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز در ورزشکاران مرد بر میزان TAC اثری نداشت؛ به عبارت دیگر هیچ تغییر معنی‌داری در سطوح این آنزیم (TAC) با مصرف مکمل سیتروپولین مشاهده نشد و همچنین تحقیق حاضر ناهمسو بود با تحقیق والی و همکاران در سال (۲۰۱۷) این تحقیق با عنوان اثرات مکمل ال سیتروپولین بر اکسید نیتریک و نشانگرهای آنتی‌اکسیدانی پس از تمرین تناوبی با شدت بالا در مردان جوان انجام شده بود؛ که در پژوهش مردان جوان ۱۲ گرم سیتروپولین دریافت کرده بودند. داده‌های تحقیق نشان داد که مکمل سیتروپولین (تک دوز ۱۲ گرمی قبل از ورزش) باعث بهبود نشانگرهای آنتی‌اکسیدانی پس از یک جلسه تمرین تناوبی با شدت بالا در مردان جوان می‌شود. از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مقدار مصرف مکمل پروتکل تمرین می‌تواند باشد.

در این قسمت به بررسی اثر مصرف حاد جداگانه مکمل آب لبو بر شاخص‌های (SOD, TAC, MDA) می‌پردازیم نتایج تحقیق ما در مورد بررسی اثر مصرف حاد مکمل آب لبو بر روی شاخص‌های اکسایشی نام برده، نشان داد؛ که مصرف حاد جداگانه آب لبو قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز در ورزشکاران مرد در مقایسه با سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری در میزان ظرفیت شاخص‌های اکسایشی (SOD, TAC, MDA) نداشت. تحقیق حاضر ناهمسو بود با تحقیق صدیقانی، مهربانی در سال (۱۳۹۸) با موضوع بررسی اثر مکمل کوتاه مدت آب کافئین و چغندر بر آنتی‌اکسیدان‌ها و عملکرد ورزش در ورزشکاران استقامتی بود؛ که شامل مصرف مکمل ۷ روزه- و دارونما بود. ده دونه مرد به دو گروه تقسیم شدند: ۱- دارونما (آب چغندر بدون نیترات)؛ ۲- دوز کم آب چغندر ۲۰۰ میلی لیتر میلی مول نیترات ۲۰۰ میلی گرم کافئین؛ ۳- دوز بالا ۱۴۰ میلی لیتر آب چغندر ۹٫۶ میلی مول نیترات ۴۰۰ میلی گرم کافئین). کارآزمایی‌ها طی ۸ روز و پروتکل تمرین شامل ۵ کیلومتر دویدن با حداکثر تلاش بود. نتایج بدست آمده نشان داد که مکمل آب چغندر باعث افزایش معنی‌دار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود. از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مدت زمان مصرف مکمل و مقدار نیترات موجود و پروتکل تمرین می‌تواند باشد. نتایج تحقیق حاضر ناهمسو بود با مطالعه لطفی و همکاران در سال (۲۰۱۸). نتیجه به دست آمده توسط این محققین این‌طور نشان داد که مصرف مکمل آب چغندر و تمرینات هوازی باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ورزشکاران زن می‌شود. یافته‌های آنها نشان داد که گروه آزمایش پس از مصرف آب چغندر افزایش معنی‌داری در TAC نسبت به پایه داشتند. همچنین در مقایسه با گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری بین گروه آزمایش و کنترل در تغییرات TAC وجود داشت. از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مدت زمان مصرف مکمل و مقدار نیترات موجود و پروتکل تمرین می‌تواند باشد. همچنین نتایج تحقیق حاضر ناهمسو بود با تحقیق صدیقانی، مهربانی در سال (۱۳۹۸) با موضوع بررسی اثر مکمل کوتاه مدت آب کافئین و چغندر بر آنتی‌اکسیدان‌ها و عملکرد ورزش در ورزشکاران استقامتی بود؛ که شامل مصرف مکمل ۷ روزه- و دارونما بود. ده دونه مرد به دو گروه تقسیم شدند: ۱- دارونما (آب چغندر بدون نیترات)؛



۲- دوز کم آب چغندر ۲۰۰ میلی لیتر میلی مول نیترات ۲۰۰ میلی گرم کافئین؛ ۳- دوز بالا ۱۴۰ میلی لیتر آب چغندر ۹،۶ میلی مول نیترات (۴۰۰ میلی گرم کافئین). کارآزمایی ها طی ۸ روز و پروتکل تمرین شامل ۵ کیلومتر دویدن با حداکثر تلاش بود. نتایج بدست آمده نشان داده بودن که مکمل آب چغندر باعث افزایش معنی دار نتایج نشان داد که مکمل آب چغندر باعث افزایش معنی دار آنزیم های آنتی اکسیدانی (SOD، CAT، GPx) شد. از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مدت زمان مصرف مکمل و مقدار نیترات موجود و پروتکل تمرین میتواند باشد.

در این قسمت به بررسی نتایج بدست آمده از تحقیق ما در مورد بررسی اثر مصرف حاد جداگانه مکمل AAKG بر روی شاخصهای (TAC، SOD، MDA) قبل از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز در ورزشکاران مرد میپردازیم. تحقیقات ما نشان داد که مصرف جداگانه AAKG تاثیری در میزان TAC نداشت. همچنین یافته های تحقیق حاضر همسو بود با تحقیق گائینی و همکاران در سال (۱۴۰۰) با عنوان مقایسه تاثیر مکمل دهی بلند مدت و کوتاه مدت آب چغندر قرمز بر توان بی هوازی، شاخص خستگی، فعالیت سرمی مالون دی آلدئید بازیکنان دختر فوتبال. یافته های پژوهش مکمل سازی مقدار ۲۵۰ میلی لیتر (۱۲،۹۵ گرم/لیتر نیترات) آب چغندر قرمز به صورت کوتاه مدت (یک جلسه) و بلند مدت (چهار جلسه) تاثیر متفاوت و معناداری بر توان بی هوازی اوج، میانگین، شاخص خستگی و مقادیر سرمی مالون دی آلدئید ندارد. همچنین تحقیق حاضر همسو بود با تحقیق قاسمیان و همکاران در سال (۱۳۹۶). نتایج تحقیق آنها با موضوع تاثیر ۸ هفته تمرین هوازی فزاینده با مصرف مکمل ال-آرژنین بر عملکرد استقامتی، تغییرات وزن، فعالیت آنزیم SOD عضله اسکلتی و سطوح سرمی هورمون لپتین در موش های صحرایی نر بود انجام شده بود. نتایج نشان دادن که پس از ۸ هفته تمرین هوازی فزاینده به همراه مصرف مکمل ال-آرژنین تفاوت معناداری در میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیداسموتاز عضله اسکلتی در بین گروه ها وجود ندارد. این تحقیق نا همسو بود با تحقیق حق شناس و همکاران در سال (۱۳۹۶)، با موضوع تاثیر هشت هفته تمرین همزمان با مکمل دهی ال-آرژنین بر isoPGF2 $\alpha$ ، SOD، GPX و CAT مردان سالمند. نتایج تحقیق، تاثیر معنادار مکمل ال-آرژنین را بر متغیرهای پنهان فشار اکسایشی (SOD، CAT، GPX و isoPGF2 $\alpha$ ) نشان داد. از علل مغایرت نتایج تحقیق حاضر با تحقیق فوق، می توان به پروتکل تمرین و مدت زمان مصرف مکمل اشاره کرد. همچنین یافته های تحقیق حاضر همسو بود، با تحقیق توسط ذوالفقاری و همکاران در سال (۱۳۸۹). با موضوع تاثیر تمرین وامانده ساز همراه با ال آرژنین بر شاخص های استرس اکسیداتیو در بدنسازان ۲۰ مرد جوان بدنساز در ۲ گروه ۱۰ نفری دارونما و مصرف مکمل قرار گرفتن که مصرف مکمل آرژنین ۳ گرم به مدت ۷ روز بود همراه با ۷ روز تمرین یافته های تحقیق حاکی از آن بود که مصرف ال آرژنین باعث کاهش معنی دار SOD نسبت به گروه دارونما نبود. نتایج تحقیق حاضر همچنین ناهمسو بود با تحقیق لیانق و همکارانش در سال (۲۰۱۸) که بر روی موشها نر انجام گرفت تا اثر آرژنین روی پاسخ آنتی اکسیدانی را برای جلوگیری از استرس اکسیداتیو از طریق تحریک سنتز گلوپتایون و فعال کردن مسیر Nrf2، بررسی کند. روزانه ال-آرژنین در سطوح مختلف ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن به صورت خوراکی تجویز شدند. پس از ۱۴ روز تغذیه، سطوح mRNA و بیان پروتئین Keap1 و Cul3 به تدریج با افزایش مصرف ال-آرژنین کاهش یافت و در نتیجه فاکتور هسته ای Nrf2 فعال شد. نتایج نشان می دهد که در دسترس بودن ال-آرژنین یک عامل حیاتی برای سرکوب استرس اکسیداتیو و القای پاسخ آنتی اکسیدانی درون زا است. از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مدت زمان مصرف مکمل، مقدار مصرف مکمل و پروتکل تمرین میتواند باشد.

یافته های تحقیق حاضر نا همسو بود، با تحقیق توسط ذوالفقاری و همکاران در سال (۱۳۸۹) با موضوع تاثیر تمرین وامانده ساز همراه با ال آرژنین بر شاخص های استرس اکسیداتیو در بدنسازان انجام شده بود. ۲۰ مرد جوان بدنساز در ۲ گروه ۱۰ نفری دارونما و مصرف مکمل قرار گرفتن که مصرف مکمل آرژنین ۳ گرم به مدت ۷ روز بود همراه با ۷ روز تمرین یافته های تحقیق حاکی از آن بود که مصرف ال آرژنین باعث کاهش معنی دار MDA نسبت به گروه دارونما بود. از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مدت زمان مصرف مکمل و مقدار مکمل و پروتکل تمرین میتواند باشد. همچنین تحقیق حاضر ناهمسو با تحقیق چانگ هونگ و همکاران در سال (۲۰۰۹) با بررسی اثر مکمل آرژنین در برابر استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش در بافت موش های جوان انجام شد. هدف این مطالعه، بررسی این موضوع بود که آیا مکمل L-Arg از استرس اکسیداتیو سلولی،

التهاب)، در بافت‌های موش‌های جوان در طول ورزش خسته‌کننده محافظت می‌کند یا خیر. نتایج نشان از افزایش معنی‌داری در فعالیت‌های گزانتین اکسیداز (XO) و میلوپراکسیداز (MPO) و سطح پراکسید لیپیدی (مالون دی‌آلدهید (MDA) بافت‌های عضلانی، کبدی و کلیوی در موش‌های ورزش کرده در مقایسه با موش‌های کم‌تحرك بود. افزایش سطح XO، MPO و MDA این بافت‌ها به طور قابل توجهی در موش‌های ورزشکار مکمل L-Arg کاهش یافت. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مکمل L-Arg آسیب اکسیداتیو و پاسخ التهابی در عضلات اسکلتی، کبد و کلیه‌ها را که در اثر ورزش خسته‌کننده در موش‌های جوان ایجاد می‌شود، کاهش می‌دهد. از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مدت زمان مصرف مکمل و مقدار مصرف مکمل و پروتکل تمرین و تفاوت بین آزمون دهند ها می‌تواند باشد. همچنین تحقیق حاضر ناهمسو بود با تحقیق کاظمی و همکاران در سال (۱۳۹۸) که در مورد اثر ال-آرژنین بر استرس اکسیداتیو-نیتروزاتیو ناشی از ورزش حاد در عضله موش صحرائی انجام شده بود. ۳۲ موش صحرائی نر ویستار به طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: کنترل بی تحرک، کنترل بی تحرک با درمان آرژنین، تمرین کامل، و ورزش خسته‌کننده با درمان آرژنین. یک تست دویدن حاد به مدت ۱ ساعت یا تا زمان خستگی روی تردمیل (۲۶-۱۶ متر) انجام دادند. ورزش حاد باعث کاهش NO در همه گروه‌ها نسبت به گروه کنترل بود اما تغییرات معنی‌دار فقط در گروه تمرین با مکمل آرژنین بود تعادل آنتی اکسیدانها در گروه تمرین کامل نسبت به گروه کنترل کاهش یافت. CPK در همه گروه‌ها نسبت به گروه کنترل افزایش یافت نتایج مطالعه حاضر وجود استرس اکسیداتیو-نیتروزاتیو و اثر مکمل را در عضله گاستروکنمیوس ۱ ساعت پس از تمرین فاز حاد نشان نداد. از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مدت زمان مصرف مکمل و مقدار نیترات موجود و پروتکل تمرین و تفاوت آزمون دهند ها، می‌تواند باشد همچنین تحقیق حاضر ناهمسو بود با تحقیق بورگر و همکاران در سال (۲۰۱۷) که با بررسی اثرات مکمل ال-آرژنین بر عملکرد و استرس اکسیداتیو موش‌های صحرائی نر (تمرین کرده یا غیر تمرین کرده)، به یک جلسه تمرین با شدت بالا انجام گرفته بود. متغیرهای مربوط به استرس اکسیداتیو و سیستم آنتی اکسیدانی نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. علاوه بر این، مکمل‌سازی عملکرد فیزیکی موش‌ها را در هر دو گروه، شاهد و تمرین کرده بهبود بخشید. بهبودهای متفاوتی بین گروه‌ها در ظرفیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد از علل اختلاف تحقیق حاضر با تحقیق فوق مدت زمان مصرف مکمل و پروتکل تمرین می‌تواند باشد.

### نتیجه گیری

به طور خلاصه نتایج بدست آمده نشان داد که مصرف مکمل‌های فوق (نتایج آزمون درون گروهی)، در گروه سیترولین، مصرف مکمل سیترولین می‌تواند در افزایش SOD موثر باشد. مصرف مکمل آب لبو می‌تواند در افزایش TAC موثر باشد، مصرف مکمل AAKG می‌تواند در افزایش TAC موثر باشد؛ اما نتایج همچنین نشان داد که مصرف مکمل‌های فوق در مقایسه با یک دیگر معنی‌دار نبودند و بر روی شاخص‌های اکسایشی خون بی تاثیر بودند .

### منابع

۱. امیری، بابایی، ستاری، قربانی (۱۳۹۵). ارزیابی تأثیر مصرف کوتاه مدت انگور سفید فخری روی استرس اکسیداتیو از طریق اندازه‌گیری میزان مالون دی‌آلدهید (MDA) و ظرفیت آنتی اکسیدان تام (TAC) در زنان دارای اضافه وزن در ملایر. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران ۱۳۹۵؛ ۲۶ (۱۳۸): ۸۵-۹۵
۲. پیترام، تیدوس ای راسل تاپلینگ (۱۳۹۶) مبانی بیوشیمی ویژه علوم ورزشی، عباسعلی گائینی، انتشارات حتمی
۳. جهانی فیروززای، متین همایی، تاروردی زاده و همکاران (۱۳۸۹)، تاثیر تمرینات ورزشی منظم و مستمر بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان اریتروسیستی و استرس اکسیداتیو در بازیکنان جوان فوتبال نشریه: علوم پزشکی رازی (مجله دانشگاه علوم پزشکی ایران) سال: ۱۳۸۹، دوره: ۱۷، شماره: ۷۴، ص ۲۲-۳۲
۴. حائری، یثربی، (۱۳۹۳) اثر تعاملی تمرین مقاومتی و مصرف مکمل پروتئین و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام پلاسما مردان جوان، تحقیقات در علوم زیستی ورزشی بهار ۱۳۹۳، شماره ۱۲ (ص ۲۷ ص ۳۶)

۵. حق شناس، آوندی، نازنین (۱۳۹۶): تاثیر هشت هفته تمرین همزمان با مکمل دهی ال-آرژنین بر isoPGF2α، SOD، GPX و CAT مردان سالمند مقاله، علوم زیستی ورزشی زمستان ۱۳۹۶، دوره نهم، شماره ۴ رتبه ب (وزارت علوم) ص ۵۱۵ ص ۵۲۶
۶. دانشمندی، بمبئی چی، رهنما (۱۳۹۳) پاسخ برخی از شاخصهای فشار اکسایشی و التهابی به یک جلسه فعالیت ورزشی کوتاه مدت در اثر سازگاری ناشی از هشت هفته تمرین تناوبی دویدن
۷. دولتی - وزارت علوم، تحقیقات، و فناوری - دانشگاه زنجان - دانشکده ادبیات و علوم انسانی - ۱۳۹۶
۸. رشیدی دارائی، رضوان؛ گایینی، عباسعلی؛ کردی، محمدرضا. (۱۴۰۰). مقایسه تاثیر مکمل دهی بلند مدت و کوتاه مدت آب چغندر قرمز بر توان بی هوازی، شاخص خستگی، فعالیت سرمی مالون دی آلدئید بازیکنان دختر فوتبال). دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.
۹. روحی، (۱۳۹۵): استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت- آیا مصرف آنتی اکسیدان ها لازم است؟ پژوهشنامه فیزیولوژی ورزشی کاربردی پاییز و زمستان ۱۳۹۵، شماره ۲۴ رتبه علمی، پژوهشی (وزارت علوم ص ۱۲ - ص ۱۲۹ ص ۱۴۰
۱۰. شکیب، امیر و امیر ساسان، رامین. ۱۳۹۷. تاثیر یک هفته مکمل سازی سیترولین مالات، ال-آرژنین و ترکیب آن ها بر توان هوازی، بی هوازی و مقادیر CK، LDH، CRP و مردان کشتی گیر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
۱۱. همتی نفر محمد، مصلی نژاد زهرا، عبدالهی محمدحسن، یزدانی حسین، صمصامی پور افروز، کورش فرد نگار و همکاران. (۱۴۰۰). تاثیر مکمل آب چغندر بر خستگی، عملکرد هوازی، بی هوازی و غلظت نیتريت پلاسما در بازیکنان فوتبال دانشگاهی. مجله علوم پزشکی رازی ۱۴۰۰؛ ۲۸ (۲): ۹۲
۱۲. واعظ موسوی، افروز موسوی (۱۳۹۳)، عوامل مؤثر در موفقیت ورزشی مبتنی بر نظریه ها و مدل های مرتبط. نشریه علمی (وزارت علوم) مطالعات روان شناسی ورزشی زمستان ۱۳۹۳ شماره ۱۰

13. Document Type: Research Paper- Authors i

14. Dominguez, R.; Cuenca, E.; Mate-Munoz, J.L.; Garcia-Fernandez, P.; Serra-Paya, N.; Estevan, M.C.L.; Herreros, P.V.; Garnacho-Castano, M.V. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients* 2017, 9, 43
15. Farzaneh Amiri<sup>1</sup> Mohammad Satari<sup>3</sup> Arash Babaie<sup>2</sup> Mahmood Ghorbani<sup>4</sup>, 2016, Effect of Short-term Consumption of White Grape on Oxidative Stress by Measuring the Serum Malondialdehyde and Total Antioxidant Capacity Levels in Overweight Women
16. Gahche J, Bailey R, Burt V, Hughes J, Yetley E, Dwyer J, Picciano MF, McDowell M, Sempos C: Dietary supplement use among U.S. adults has increased since NHANES III (1988–1994). *NCHS Data Brief*. 2011, 61: 1-8.
17. Gaitanos, G.C.; Williams, C.; Boobis, L.H.; Brooks, S. 1993, Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.*, 75, 712–719.
18. Lee Taylor 1 2, Ben J Lee 3 4, Oliver R Gibson 5 6, Adrian W Midgley 7, Peter Watt 5, Alexis Mauger 8, Paul Castle, 2016, Effective microorganism - X attenuates circulating superoxide dismutase following an acute bout of intermittent running in hot, humid conditions
19. Liping Chen, 1 Yuankang Zhu, 2 Zijing Hu, 3 Shengjie Wu, corresponding author 1 and Chengtao Jin corresponding author 1 Beetroot as a functional food with huge health benefits: Antioxidant, antitumor, physical function, and chronic metabolomics activity

20. Martínez-Sánchez ORCID Icon, Domingo J. Ramos-Campo, Bárbara Fernández-Lobato, Jacobo A. Rubio-Arias, 2017, Fernando Alacid & Encarna Aguayo Biochemical, physiological, and performance response of a functional watermelon juice enriched in L-citrulline during a half-marathon race
21. Maryam Sedighian Rad 1 Javad Mehrabani Short-term effect of caffeine and beetroot juice supplementation on antioxidative variables and performance in endurance athletes
22. Masume Kazemi<sup>1</sup>, Sayed Mohammad Marandi<sup>1</sup>, Ahmad Movahedian<sup>2\*</sup>, Zeinab Rezaee<sup>3</sup>, Hossien Mohammadian<sup>4</sup> Samaneh Noori Emamzadeh Action of L-Arginin on oxidative- nitrosative stress induced by acute exercise in muscle of rat Received: 9 November 2016 Accepted: 15 January 2017 First published online: 29 April 2018,
23. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018 June-July; 40(2):64-7
24. Mehdi Jafarlu, Mahdiyeh Shamizadeh, Mohammadreza Zolfaghari Effects of exhaustive training with L-arginine consumption on biomarkers of oxidative stress in bodybuilders
25. Myra O. Villareal, Toshiya Matsukawa, Hiroko Isoda l-Citrulline Supplementation- Increased Skeletal Muscle PGC-1 $\alpha$  Expression Is Associated with Exercise Performance and Increased Skeletal Muscle Weight
26. Nyawose, S.; Naidoo, R, Naumovski, N.; McKune, A.J. The Effects of Consuming Amino Acids L-Arginine, L-Citrulline (and Their Combination) as a Beverage or Powder, on Athletic and Physical Performance: A Systematic Review. *Beverages* 2022, 8, 48
27. Pages 281-293 | Received 08 Dec 2016, Accepted 26 Feb Accepted author version posted online: 01 Mar 2017, Published online: 22 Mar 2017
28. Palmer RM: The L-arginine: nitric oxide pathway. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 1993, 2: 122-128. 10.1097/00041552-199301000-00018
29. Poortmans, J.R.; Gualano, B.; Carpentier, A. Nitrate supplementation and human exercise performance: Too much of a good thing? *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 2015, 18, 599–604
30. SedighianRad, Mehrabani, 2021, Short-term effect of caffeine and beetroot juice supplementation on antioxidative variables and performance in endurance athletes
31. Silva Jr.,L. S. Borges,C. Mendes-da-Silva,S. M. Hirabara &R. H. Lambertucci 1, 2017, -Arginine supplementation improves rats' antioxidant system and exercise performance
32. Srinidi Mohan,a Chia-Ching Wu, Soyoung Shin, and Ho-Leung Fung,2011,alpha-Lipoic acid as a biological antioxidant
33. Timothy D. Allerton 1, David N Spielmann 1,4 and Brian A. Proctor 2, Jacqueline M. Stephens 1, Tammy R. Dugas 3, Guillaume Irving 1, 4,\*ORCID L-Citrulline Supplementation: Impact on Cardiometabolic Health.