بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشکده تربیت بدنی**

**پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد فعالیت بدنی و تندرستی**

# تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر ظرفیت هوازی، بی هوازی و پاسخ لاکتات خون و برخی شاخص های آسیب عضلانی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست

**نگارنده : افسانه زارعی**

**استاد راهنما :**

دکتر علی حسنی

**اساتید مشاور :**

دکتر فرهاد غلامی

دکتر خسرو جلالی دهکردی

شهریور ۱۳۹۵

**دانشکده : تربیت بدنی وعلوم ورزشی**

**گروه : فیزیولوژی ورزشی**

**پایان نامه کارشناسی ارشد خانم افسانه زارعی** به شماره دانشجویی: **۹۳۰۸۸۰۴**

**تحت عنوان: تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر ظرفیت هوازی، بی هوازی و پاسخ لاکتات خون و برخی شاخص های آسیب عضلانی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست**

در تاریخ ۹۵/۶/۱۸ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه عالی مورد پذیرش قـرار گرفت.

| اساتید راهنما | امضاء | اساتید مشاور | امضاء |
|---|---|---|---|
| نام و نام خانوادگی: دکتر علی حسنی | | نام و نام خانوادگی : دکتر فرهاد غلامی | |
| نام و نام خانوادگی : | | نام و نام خانوادگی : دکتر خسرو جلالی دهکردی | |

| اساتید داور | امضاء | نماینده تحصیلات تکمیلی | امضاء |
|---|---|---|---|
| نام و نام خانوادگی : دکتر سید جواد ضیاءالحق | | نام و نام خانوادگی : دکتر علی یونسیان | |
| نام و نام خانوادگی : دکتر سید رضا حسینی‌نیا | | | |
| نام و نام خانوادگی : | | | |
| نام و نام خانوادگی : | | | |

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم که همیشه در طول زندگی و تحصیل پشتوانه گرمی برایم بوده اند و تمامی زحماتم را تحمل کرده اند، از ایشان صمیمانه سپاسگزارم. امیدوارم ذره ای از محبت هایشان را جبران کرده باشم.

**تشکر و قدردانی**

از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر حسنی، که از دانش ایشان راه و رسم پژوهش و از رفتار و منش ایشان درسهایی به مراتب با ارزش تر از یک پایان نامه و چند واحد درسی آموختم، نهایت سپاس و قدردانی را دارم.

همچنین از اساتید محترم جناب آقای دکتر غلامی و جناب آقای دکتر خسرو جلالی دهکردی که با تبلور مهربانی، مظهر تواضع و صداقت و دلسوزی، خوان بی دریغ علمتان را در برابرم گشودید و با راهنمایی ها و پرتو افشانی های خویش مانند آفتاب روشنی به وجود تاریک این حقیر روشنایی بخشیدید، نهایت تقدیر و تشکر را دارم.

**اقرار نامه و واگذاری حقوق**

اینجانب **افسانه زارعی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه:

**تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر ظرفیت هوازی، بی هوازی و پاسخ لاکتات خون و برخی شاخص های آسیب عضلانی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست**.

تحت راهنمایی **دکتر علی حسنی** متعهد می‌شوم:

•تحقیقات در این پاین نامه 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 پایان نامه 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 صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتیشاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.

•حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.

• در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.

•در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه 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، نرم‌افزارهاو تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضیدر تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

• استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

## چکیده

هدف از این پژوهش، مطالعه‌ی تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر ظرفیت هوازی، بی‌هوازی، و پاسخ لاکتات خون و برخی شاخص‌های آسیب عضلانی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست بود.

**روش شناسی**: در یک تحقیق نیمه‌تجربی ۱۸ بازیکن بسکتبال (سن: ۱/۹۲±۲۲/۷۷ سال، وزن: ۵/۲۷±۶۰/۸۷ کیلوگرم، قد: ۵/۱۱±۱۶۷/۵۶ سانتی‌متر، شاخص توده بدن: ۱/۰۶±۲۴/۳۵ کیلوگرم/مترمربع) بر اساس حداکثر اکسیژن مصرفی به صورت زوج‌های همتا به دو گروه تجربی (۹ نفر) و کنترل (۹ نفر) تقسیم شدند. از آزمون بروس بعنوان فعالیت وامانده‌ساز استفاده شد. در طول دوره‌ی آماده‌سازی (به مدت ۴ هفته) آزمودنی‌ها ۶/۴ گرم در روز مکمل بتاآلانین یا دارونما (نشاسته) استفاده کردند. در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون قبل و بعد از فعالیت وامانده‌ساز نمونه‌های خونی به منظور تعیین سطوح لاکتات خون و لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز سرم گرفته شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار spss نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شد. توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون شپیرو-ویلک بررسی شد و آزمون تحلیل واریانس مکرر و تی وابسته برای تحلیل داده‌ها در سطح معنی‌داری$P<۰/۰۵$ استفاده شد.

**نتایج:** تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی بسکتبال تأثیر مضاعف معنی‌داری بر ظرفیت هوازی و بی‌هوازی نداشت($P>۰/۰۵$). همچنین، مشاهده شد که فعالیت وامانده‌ساز در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون باعث افزایش معنی‌دار سطوح کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز شد. اما مکمل‌دهی بتاآلانین تأثیر معنی‌داری بر این پاسخ نداشت($P>۰/۰۵$). با این‌حال، پاسخ لاکتات خون به فعالیت وامانده‌ساز در اثر مکمل‌دهی بتآلانین تضعیف شد($P<۰/۰۵$).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد، اگرچه مکمل‌دهی بتاآلانین تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ورزشی نداشت، اما ظرفیت بافری را افزایش داد که می‌تواند در به تأخیر انداختن خستگی موثر باشد. علاوه‌براین، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که بتاآلانین احتمالاً قابلیت ضداکسایشی ندارد اما با توجه به محدودیت‌های پژوهشی نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه وجود دارد.



**واژگان کلیدی: بتاآلانین، عملکرد ورزشی، لاکتات دهیدروژناز، کراتین کیناز، بسکتبال**

# فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**

**فصل اول: کلیات تحقیق**


۱-۱. مقدمه ..... ۲

۱-۲. بیان مسئله ..... ۳

۱-۳. اهمیت و ضرورت انجام تحقیق ..... ۵

۱-۴. اهداف تحقیق ..... ۶

۱-۴-۱. هدف کلی تحقیق ..... ۶

.۱-۴-۲. اهداف اختصاصی تحقیق ..... ۷

۱- ۵. فرضیه های تحقیق ..... ۷

۱-۶. پیش فرض‌های تحقیق ..... ۸

۱-۷. محدودیت‌های تحقیق ..... ۸

۱-۷-۱. محدودیت‌های قابل کنترل ..... ۸

۱-۷-۲. محدودیت های خارج از کنترل ..... ۸

۱-۸. تعاریف نظری و عملیاتی واژه ها و اصطلاحات ..... ۹

۱-۸-۱. تعاریف مفهومی ..... ۹

۱-۸-۲. تعاریف عملیاتی ..... ۱۰


**فصل دوم: مبانی نظری و ادبیات تحقیق**


۲-۱. مقدمه ..... ۱۴

۲-۲. مبانی نظری ..... ۱۴

۲-۲-۱. کلیاتی در مورد مکمل‌ها ..... ۱۴

۲-۲-۲. نقش مکمل‌ها در چگالی مواد مغذّی رژیم غذایی ..... ۱۵

۲-۲-۳. کارنوزین/ بتاآلانین ..... ۱۶

۲-۲-۴. نقش ضداکسایشی کارنوزین ..... ۲۲

۲-۲-۵. مکمل‌های بافری و عملکرد ورزشی ..... ۲۴

۲-۲-۶.آسیب عضلانی ۲۹
۲-۳. پیشینه تحقیق ۳۱
۲-۴. جمع بندی ۳۶

**فصل سوم: روش‌شناسی پژوهش**

۳-۱. مقدمه ۳۸
۳-۲. طرح تحقیق ۳۸
۳-۳. جامعه و نمونه آماری تحقیق ۴۰
۳-۴. متغیرهای تحقیق ۴۰
۳-۴-۱. متغیر مستقل ۴۰
۳-۴-۲. متغیرهای وابسته ۴۱
۳-۵. روش جمع‌آوری داده‌ها ۴۱
۳-۵-۱. ابزار و وسایل اندازه‌گیری ۴۱
۳-۵-۲. روش اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریک ۴۲
۳-۵-۳. روش تعیین شاخص‌های عملکردی ۴۲
۳-۵-۴. روش اندازه‌گیری آزمایشگاهی ۴۴
۳-۵-۵. شیوه مصرف مکمل در طول تحقیق ۴۴
۳-۵-۶. رژیم غذایی در طول تحقیق ۴۴
۳-۶. روش اجرا ۴۴
۳-۷. مسائل اخلاقی تحقیق ۴۵
۳-۸. تجزیه و تحلیل آماری ۴۶

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱. مقدمه ۴۸
۴-۲. توصیف یافته‌های تحقیق ۴۸
۴-۳. بررسی توزیع داده‌ها ۵۰
۴-۴. آزمون فرضیه‌های تحقیق ۵۱
۴-۴-۱. فرضیه اول ۵۱
۴-۴-۲. فرضیه دوم ۵۳

۴-۴-۳. فرضیه سوم ..... ۵۵
۴-۴-۴. فرضیه چهارم ..... ۵۶
۴-۴-۶. فرضیه ششم ..... ۶۰
۴-۴-۷. فرضیه هفتم ..... ۶۱
۴-۴-۸. فرضیه هشتم ..... ۶۳
۴-۵. جمع‌بندی ..... ۶۵

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱. مقدمه ..... ۶۸
۵-۲. خلاصه تحقیق ..... ۶۸
۵-۳. بحث و بررسی ..... ۶۹
۵-۳-۱. شاخص‌های عملکردی ..... ۶۹
۵-۳-۲. متغیرهای مرتبط با آسیب سلولی (لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز) ..... ۷۳
۵-۴. نتیجه‌گیری کلی ..... ۷۶
۵-۵. پیشنهادات تحقیق ..... ۷۶
۵-۵-۱. پیشنهادات کاربردی ..... ۷۶
۵-۵-۲. پیشنهادات پژوهشی ..... ۷۷
پیوست ..... ۷۹
**پیوست پ: نمونه فرم ترکیب بدنی** ..... ۸۲
**پیوست ت: پرسشنامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی، ورزشی** ..... ۸۳
منابع ..... ۸۵

**فهرست جداول**


جدول۳-۱. طرح تحقیق ..... ۳۸

جدول ۳-۲. معیارهای ورود و خروج تحقیق ..... ٤٠

جدول ۳-۳. شیب و سرعت نوارگردان در آزمون بروس ..... ٤٣

جدول ۴-۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در مرحله پیش‌آزمون ..... ٤٩

جدول ۴-۲. شاخصهای عملکردی آزمودنی‌ها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٤٩

جدول ۴-۳. شاخصهای خونی آزمودنی‌ها قبل و بعد از فعالیت وامانده‌ساز در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٥٠

جدول۴-۴. نتایج آزمون شپیرو-ویلک برای ویژگی‌های فردی و متغیرهای خونی در مرحله پیش‌آزمون ..... ٥١

جدول ۴-۵. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات VO2max در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٥٢

جدول ۴-۶. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات VO2max ..... ٥٢

جدول ۴-۷. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات اوج توان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٥٣

جدول ۴-۸. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات اوج توان ..... ٥٤

جدول ۴-۹. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات حداقل توان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٥٥

جدول ۴-۱۰. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات حداقل توان ..... ٥٦

جدول ۴-۱۱. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات میانگین توان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٥٧

جدول ۴-۱۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات میانگین توان ..... ٥٧

جدول ۴-۱۳. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات شاخص خستگی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٥٨

جدول ۴-۱۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات شاخص خستگی ..... ٥٩

جدول ۴-۱۵. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات غلظت لاکتات خون در پاسخ به فعالیت وامانده‌ساز در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٦٠

جدول ۴-۱۶. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در پاسخ لاکتات خون به فعالیت وامانده‌ساز ..... ٦١

جدول ۴-۱۷. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات غلظت کراتین‌کیناز سرم در پاسخ به فعالیت وامانده‌ساز در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٦٢

جدول ۴-۱۸. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در پاسخ کراتین کیناز سرم به فعالیت وامانده‌ساز ..... ٦٣

جدول ۴-۱۹. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات غلظت لاکتات دهیدروژناز سرم در پاسخ به فعالیت وامانده‌ساز در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون ..... ٦٤

جدول ۴-۲۰. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در پاسخ لاکتات دهیدروژناز سرم به فعالیت وامانده‌ساز ..... ٦٥

## فهرست نمودار

شکل ۲-۱. بررسی اجمالی نقش بتا آلانین در عملکرد فعالیت ورزشی شدید. (برگرفته از آرتیولی و همکاران ۲۰۱۰). ..... ۱۹

شکل ۳-۱. طرح تحقیق ..... ۳۹

**نمودار ۴-۱.** تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه. ..... ۵۳

**نمودار ۴-۲.** تغییرات اوج توان در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه. ..... ۵٤

**نمودار ۴-۳.** تغییرات حداقل توان در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه. ..... ۵٦

**نمودار ۴-۴.** تغییرات میانگین توان در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه. ..... ۵۸

**نمودار ۴-۵.** تغییرات شاخص خستگی در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه. ..... ۵۹

**نمودار ۴-۶.** تغییرات غلظت لاکتات در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه. ..... ٦۱

**نمودار ۴-۷.** تغییرات کراتین کیناز در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه. ..... ٦۳

نمودار ۴-۸. تغییرات لاکتات دهیدروژناز در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه ..... ٦٥

# فصل اول

# کلیات تحقیق

## ۱-۱. مقدمه

باگذشت زمان، سطوح مهارتی ورزشکاران در رشته‌های مختلف ورزشی پیشرفت کرده، رکوردهای ورزشکاران به فرازهای جدیدی رسیده و مرز بین موفقیت و شکست کوچک‌تر شده است. بنابراین، ورزشکاران و مربیان هر عاملی که بتواند هر چند جزئی شانس پیروزی را افزایش دهد جستجو می‌کنند. به این ترتیب مصرف مکمل‌های غذایی در ورزش بسیار گسترده شده است. در این میان مکمل بتا آلانین در تمرینات جایگاه ویژه‌ای داشته و موضوع تحقیق بسیاری از فیزیولوژیست‌های ورزشی شده است؛ با این ادعا که توان عضلانی و ترکیب بدن را بهبود می بخشد[۱].

مکمل بتاآلانین از اسید آمینه‌ای تشکیل شده که به نظر می‌رسد در ظرفیت‌های هوازی و بی‌هوازی، افزایش حجم زمان تمرین، بهبود در عملکرد، افزایش کارنوزین و هیستیدین، تغییرات یون هیدروژن در سطح پلاسمای خون و کاهش خستگی اثر گذار است[۲]. بتاآلانین به عنوان یکی از پیش‌سازهای کارنوزین، از طریق جذب پروتون‌ها می‌تواند از اسیدوز ناشی از انقباض عضلانی جلوگیری کند[۳]. عضله اسکلتی قادر به سنتز دو پیش‌ساز کارنوزین یعنی ال-هیستیدین و بتاآلانین نیست. بنابراین، غلظت درون سلولی به میزان بالایی بستگی به دریافت این دو اسید آمینه از جریان خون دارد[۴]. در تأیید نقش بتاآلانین به واسطه‌ی تأثیر آن بر افزایش غلظت کارنوزین عضلانی، گزارش شده است که در عضلات ایزوله، عدم وجود کارنوزین سبب بروز خستگی در اثر اسیدوز گردید، ولی هنگامی که کارنوزین در محیط تزریق شد این اتفاق رخ نداد[۵]. گفته شده است، بتاآلانین می‌تواند به عنوان یک بافر شیمیایی در حفظ تعادل یون هیدروژن و عملکرد ورزشی نقش مهمی داشته باشد. درمورد تأثیر مکمل بتاآلانین بر ظرفیت‌های عملکردی و شاخص‌های آسیب عضلانی تحقیقات محدودی انجام شده است و نتایج بدست آمده از این مطالعات محدود، نیز متفاوت است[۴, ۶, ۷].

## ۱-۲. بیان مسئله

رقابت بسکتبال، فعالیت جسمانی با شدت بالاست که به سطح بالایی از آمادگی هوازی و بی‌هوازی نیاز دارد و به همین دلیل اظهار شده است ورزش بسکتبال، بازی شدید دارای تعداد زیادی حرکات تند و ناگهانی، کوتاه و سریع است که با تعداد زیادی حرکت در زمان کوتاه (دویدن آرام، پیاده‌روی و ایستادن) ترکیب شده است و ماهیت تناوبی دارد. بر اساس این گزارش‌ها، در ورزش بسکتبال هر دو سیستم بی‌هوازی (بدون لاکتیک/لاکتیک) برای فعالیت‌های با شدت بالا و کوتاه مدت شامل پرش‌ها و دوهای سرعت و سیستم هوازی به دلیل نیاز به این سیستم برای ریکاوری بین وهله‌های کار با شدت بالا حائز اهمیت است[۸, ۹]. امروزه در دنیای ورزش و رقابت، عوامل متعددی از فاکتورهای تعیین کننده افزایش سطح آمادگی جسمانی و بهبود عملکرد محسوب می‌شوند و برای رسیدن ورزشکار به اوج توانمندی در اجرا، عامل‌های گوناگون تغذیه‌ای، روانی، فیزیولوژیکی و بیومکانیکی اثر گذار هستند[۱۰].

همچنین برخی از گزارش‌های پژوهشی نشان می‌دهد انجام فعالیت‌های شدید بدنی با کاهش ذخایر گلیکوژن، تجمع متابولیتی داخل سلولی، تجمع یون هیدروژن، افزایش فسفات معدنی، و فشار اکسایشی همراه است که در نهایت منجر به خستگی در ورزشکاران می‌شود[۱۱] و از آنجا که امروزه بسیاری از رقابت‌های ورزشی مانند بسکتبال در فواصل زمانی نزدیک به‌هم دنبال می‌شود، توان و استقامت بی‌هوازی دارای اهمیت بسیار بالایی است و هرعاملی که بتواند شاخص خستگی را کاهش دهد و یا منجر به افزایش توان و استقامت بی‌هوازی شود، نه تنها از لحاظ ارگوژنیکی حائز اهمیت است، بلکه می‌تواند در ایجاد زمینه‌ی مناسب برای اعمال حداکثر فشار، مؤثر باشد[۱۲]. در کنار اهمیت برنامه‌های تمرینی، این موضوع که مصرف انواع مکمل‌های ورزشی چه تأثیری بر سلامت بدن و عملکرد ورزشی دارند، و آیا لازم است اینگونه مکمل‌ها مورد استفاده‌ی ورزشکاران قرار گیرد، همواره مورد بررسی است[۴].

امروزه گرایش به مصرف مکمل‌های ورزشی در بین ورزشکاران تمام رشته‌های ورزشی افزایش یافته است. به مواد یا روش‌هایی که نیاز به انرژی اضافی را جبران و عملکرد یک ورزشکار را افزایش می‌دهند کمک‌های نیروافزا گفته می‌شود[۱۳]. در این میان بتاآلانین یکی از مکمل‌هایی است که امروزه مورد توجه تحقیقات ورزشی قرار گرفته است. بتاآلانین یک اسیدآمینه‌ی غیرضروری و پیش‌ساز سنتز کارنوزین به همراه هیستیدین می‌باشد و با نام آمینوپروپانوئیک-۳ نیز نامگذاری می‌شود[۱۴]. میزان غلظت بتاآلانین به همراه کارنوزین و هیستیدین در عضلات تند انقباض ۲۰ میلی مول بر کیلوگرم و میزان غلظت آن در کل پلاسمای خون در بدن ۵ تا ۱۰میلی‌گرم می‌باشد. گفته شده است، بتاآلانین می‌تواند به عنوان یک بافر شیمیایی در حفظ تعادل یون هیدروژن و همچنین آزاد سازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک و ایجاد پتانسیل عمل و بهبود در عملکرد ورزشی نقش مهمی داشته باشد[۱۵]. پونت[۱] و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی تأثیر ۴ تا ۱۰ هفته مصرف مکمل بتاآلانین با دوز ۶/۴ گرم در روز را در زنان بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد مصرف مکمل بتاآلانین باعث بهبود عملکرد و کاهش خستگی در زنان شد[۱۳]. در مقابل اسمیت[۲] و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر۸۰۰ ×۲ میلی‌گرم بتا-آلانین را سه بار در روز بر ظرفیت بی‌هوازی افراد بررسی کردند و هیچگونه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ورزشی مشاهده نکردند. لذا بررسی پیشنه‌ی موجود نشان می‌دهد که بتاآلانین از مکمل‌هایی است که اخیراً عرضه شده و نتایج تحقیقات در این زمینه متناقض است.

از سوی دیگر تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت‌های ورزشی بسته به شدت فعالیت اجرا شده آسیب‌های عضلانی را در پی دارد. اگرچه این آسیب‌های جزئی یکی از عوامل زمینه‌ساز سازگاری‌های ورزشی است اما آسیب‌های عضلانی غیرمعمول می‌تواند عملکرد و ریکاوری پس از اجرا را تضعیف کند. بسا[۳] و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی تأثیر شدت فعالیت بر شاخص‌های آسیب‌های عضلانی و

[۱] Ponte et al
[۲] Smith et al
[۳] Bessa et al

استرس اکسیداتیو را بررسی کرردند و اینگونه گزارش کردند که فعالیت‌های شدید آسیب عضلانی را افزایش داده است، لذا فعالیت‌های ورزشی که در سطح بیشینه اجرا می‌شوند می‌توانند آسیب‌های عضلانی را در پی داشته باشند، که افزایش سطوح در گردش شاخص‌هایی مانند کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می‌تواند نشانگر آن باشد[۱۶].

در مقابل، تحقیقات نشان داده‌اند که مصرف بتاآلانین سطوح کارنوزین را افزایش می‌دهد و کارنوزین می‌تواند اثرات آنتی اکسیدانی به همراه داشته باشد. اسمیت و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر مکمل بتاآلانین بر استرس اکسیداتیو در زنان را بررسی کرده و اثر آنتی اکسیدانی بالقوه‌ای را از طریق افزایش کارنوزین مشاهده نمودند. بنابراین، بتاآلانین ممکن است از این طریق و بصورت غیر مستقیم تأثیرات محافظتی بر سلول داشته و آسیب‌های سلولی ناشی از فعالیت‌های ورزشی در سطح بیشینه را تعدیل نماید.

بنابراین، با توجه به ویژگی‌های خاص رشته بسکتبال و با توجه به گرایش ورزشکاران به مکمل‌های ورزشی و تأثیرات مطرح در مورد بتاآلانین، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی بر ظرفیت هوازی، بی‌هوازی و پاسخ لاکتات خون و برخی شاخص‌های آسیب عضلانی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست بود.

### ۱-۳. اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

هدف اصلی ورزشکاران و مربیان رسیدن به اوج عملکرد ورزشی است. درسطوح بالای ورزش قهرمانی، مرز بین پیروزی و شکست، بسیار باریک است. ورزشکاران برای کسب برتری به داروها و مکمل‌های نیروزا روی می‌آوردند. بنابراین، معرفی مکمل‌های مجاز با عوارض جانبی کمتر و تأثیرات عملکردی بیشتر ضروری به نظر می‌رسد. همچنین هنوز بسیاری از مربیان در مورد استفاده از این مکمل‌ها همراه با تمرینات برای ورزشکاران خود اطمینان کافی ندارند و همچنان بر روش آزمون و خطا متکی هستند. یکی از دلایل این امر می‌تواند وجود اختلافاتی باشد که در نتایج تحقیقات مربوط

به مصرف مکمل وجود دارد. این اختلافات شامل میزان دوز مصرفی، زمان مصرف، طول دوره‌ی مصرف، نوع تمرینات، سن و جنس ورزشکاران، استفاده از مکمل‌های دیگر بصورت ترکیبی و همزمان، سازگاری مکمل با تمرینات کوتاه مدت یا بلند مدت و میزان آمادگی ورزشکار است. تحقیقاتی که در سال‌های گذشته بر روی مکمل بتاآلانین انجام گرفته در رابطه با عملکرد جسمانی بوده است ضمن آنکه بتاآلانین بکار رفته در تحقیقات مذکور کمتر ویژه شاخص‌های آسیب سلولی و رشته بسکتبال بوده است. بنابراین، با توجه به کمبود اطلاعات علمی در این زمینه بررسی آثار بتاآلانین در شاخص‌های بیوشیمیایی و آسیب عضلانی نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. در سال‌های اخیر بیشترین تحقیقات استفاده از مکمل بتاآلانین بر روی شاخص‌های خستگی، ویژگی‌های تمرینات استقامتی و مقاومتی و ترکیب بدن بوده است. باگوت[1] و همکاران (۲۰۱۰) با مصرف روزانه ۵ گرم بتاآلانین، در ۷ هفته توسط قایقرانان نخبه، افزایش ۴۸ و ۲۵ درصدی عملکرد در عضلات نعلی و چهارسر ران را مشاهده کردند[۱۷]. با این حال، عوامل زیادی در افزایش و کاهش عملکرد ورزشی نقش دارند. شاید دلیل گستردگی و تنوع این موضوع، در نقش پیچیده و تردید برانگیز بسیاری از این عوامل و تعامل بین آنها باشد. لذا برای رسیدن به پاسخ دقیق‌تر انجام پژوهش‌های بیشتر و توجه به جزئیات ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق، نقش بافری و ضداکسایشی مکمل بتاآلانین و تأثیر آن بر عملکرد ورزشی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۱-۴. اهداف تحقیق

### ۱-٤-۱. هدف کلی تحقیق

تعیین تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی بر ظرفیت هوازی، بی هوازی و پاسخ لاکتات خون و برخی شاخص های آسیب عضلانی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز زنان بسکتبالیست.

[1] Baguet et al

**۱-٤-۲. اهداف اختصاصی تحقیق**

۱- تعیین تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر ظرفیت هوازی زنان بسکتبالیست.

۲- تعیین تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر ظرفیت بی‌هوازی زنان بسکتبالیست.

۳- تعیین تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر پاسخ سطوح کراتین کیناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست.

۴- تعیین تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر پاسخ سطوح لاکتات دهیدروژناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست.

۵- تعیین تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر پاسخ سطوح لاکتات خون به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست.

**۱- ۵. فرضیه های تحقیق**

۱- مصرف مکمل بتاآلانین برظرفیت هوازی زنان بسکتبالیست تأثیر معنی‌داری دارد.

۲- مصرف مکمل بتاآلانین بر اوج توان زنان بسکتبالیست تأثیر معنی‌داری دارد.

۳- مصرف مکمل بتاآلانین بر میانگین توان زنان بسکتبالیست تأثیر معنی‌داری دارد.

۴- مصرف مکمل بتاآلانین بر حداقل توان زنان بسکتبالیست تأثیر معنی‌داری دارد.

۵- مصرف مکمل بتاآلانین بر شاخص خستگی زنان بسکتبالیست تأثیر معنی‌داری دارد.

۶- مصرف مکمل بتاآلانین بر پاسخ کراتین کیناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده ساز در زنان بسکتبالیست تأثیر معنی‌داری دارد.

۷- مصرف مکمل بتاآلانین بر پاسخ لاکتات دهیدروژناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده ساز در زنان بسکتبالیست تأثیر معنی‌داری دارد.

۸- مصرف مکمل بتاآلانین بر پاسخ لاکتات خون به یک جلسه فعالیت وامانده ساز در زنان بسکتبالیست تأثیر معنی‌داری دارد.

## ۱-۶. پیش فرض‌های تحقیق

۱- فرض بر این است که آزمودنی‌های مورد مطالعه نمونه مناسبی از ورزشکاران بسکتبال می‌باشند.

۲- فرض بر این است که آزمودنی‌ها در طول تحقیق خارج از برنامه تمرینات ورزشی خود فعالیت ورزشی و مؤثر دیگری نداشته باشند.

۳- فرض بر این است که هیچ یک از آزمودنی‌ها از داروهای غیر مجاز استفاده نکرده باشند.

## ۱-۷. محدودیت‌های تحقیق

### ۱-۷-۱. محدودیت‌های قابل کنترل

- عدم مصرف مکمل‌های نیروزا در طول تحقیق.

- استفاده از وسایل و ابزار آزمایشگاهی، زمان و مکان اندازه‌گیری و آزمون‌گر یکسان برای همه‌ی افراد در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون.

- همسان‌سازی تغذیه روز قبل از خون‌گیری، در ابتدا و انتهای تحقیق.

### ۱-۷-۲. محدودیت های خارج از کنترل

- میزان استراحت، خواب و فعالیت‌های روزانه آزمودنی‌ها.

- کنترل تغذیه‌ی آزمودنی‌ها در طی دوره‌ی تحقیق.

## ۱-۸. تعاریف نظری و عملیاتی واژه ها و اصطلاحات

### ۱-۸-۱. تعاریف مفهومی

**بتاآلانین**

بتاآلانین[۱] آمینو اسیدی است که در تمامی عضلات اسکلتی وجود دارد. زمانی که بتاآلانین با هیستیدین (آمینو اسیدی که در سنتز پروتئین نقش دارد) ترکیب می‌شود، تبدیل به کارنوزین می‌گردد. بتاآلانین نوعی از آمینو اسید است که در سنتز پروتئین (عضله سازی) در بدن نقشی ندارد، بلکه مسئول افزایش توانایی بافری (تنظیم اسیدیته بدن) است[۴].

**ظرفیت هوازی**

حداکثر اکسیژن مصرفی بیشترین مقدار اکسیژنی است که فرد می تواند در حین کار طاقت‌فرسا مصرف نماید و از طریق شدت کاری که به طور آهسته و منظم تا رسیدن به مرحله واماندگی افزایش می‌یابد اندازه گیری می‌شود[۱۸]. اوج مصرف اکسیژن تحت عنوان ظرفیت هوازی یا حداکثر اکسیژن مصرفی، یکی از بهترین روش‌های اندازه گیری استقامت قلبی-تنفسی و آمادگی هوازی است[۹].

**ظرفیت بی‌هوازی**

کل مقدار انرژی که عضلات می‌توانند آن را بدون مصرف اکسیژن تأمین کنند.

**لاکتات خون**

نمک یا استر اسید لاکتیک است و به عبارتی، لاکتات نامی است که برای اسید لاکتیک فاقد پروتون بکار می‌رود. غلظت‌های لاکتات بازتاب غیر مستقیم اسیدوز هستند چرا که تولید لاکتات با رهایش پروتون همراه است. مشکلی که با تولید لاکتات همراه است؛ وجود اسیدوز است ؛ نه خود مولکول لاکتات.

[۱] Beta-alanine

**لاکتات دهیدروژناز**

لاکتات دهیدروژناز آنزیمی است که به مقادیر فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت‌های بدن با غلظت‌های مختلف یافت می‌شود و در تبدیل پیروات به لاکتات یا به عکس در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی باعث سرعت آن می شود[۱۹].

**کراتین کیناز**

کراتین کیناز از آنزیم‌های دستگاه فسفاژن به شمار می‌رود که برای سوخت و ساز انرژی در بیشتر سلول‌های بدن به ویژه سلول‌های عضلانی و مغز مهم است[۱۹].

**فعالیت وامانده‌ساز**

یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز فعالیتی است که پایان آن زمانی است که فرد دیگر قادر به ادامه‌ی آن فعالیت نباشد.

**۱-۸-۲. تعاریف عملیاتی**

**بتاآلانین**

بتاآلانین مصرف شده توسط آزمودنی‌ها در این تحقیق مربوط به شرکت CNG و ساخت کشور آمریکا بود. دوز مصرفی مکمل دو وعده، هر بار به میزان ۳/۲ گرم در روز بود.

**ظرفیت هوازی**

در این پژوهش حداکثر اکسیژن مصرفی از طریق آزمون بروس اندازه‌گیری شد.

**ظرفیت بی‌هوازی**

در این پژوهش اوج توان، میانگین توان و حداقل توان با استفاده از آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای ارزیابی شد.

### لاکتات خون

لاکتات خون با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون (Pars Azmoom,Iran) و با روش رنگ‌سنجی بیوشیمیایی اندازه‌گیری شد. طبق بروشور کیت، مقادیر نرمال لاکتات بین ۲۲-۱۰ میلی گرم بر دسی‌لیتر می‌باشد.

### لاکتات دهیدروژناز

لاکتات دهیدروژناز با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون (Pars Azmoom,Iran) و با روش رنگ‌سنجی بیوشیمیایی اندازه‌گیری شد. طبق بروشور کیت، مقادیر نرمال لاکتات دهیدروژناز، کمتر از ۴۸۰ یول (واحد بین‌الملل) بر لیتر می‌باشد.

### کراتین کیناز

کراتین کیناز با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون (Pars Azmoom,Iran) و با روش رنگ‌سنجی بیوشیمیایی اندازه‌گیری شد. طبق بروشور کیت، مقادیر نرمال کراتین کیناز، بین ۱۷۰ یول (واحد بین‌الملل) بر لیتر می‌باشد.

### فعالیت وامانده‌ساز

از آزمون بروس به عنوان فعالیت وامانده‌ساز استفاده شد.

# فصل دوم

# مبانی نظری و ادبیات تحقیق

## ۲-۱. مقدمه

تحقیقات زیادی در زمینه‌ی مصرف مکمل بتاآلانین و حتی استفاده‌ی همزمان با مکمل‌های دیگر همچون کراتین، گلوتامین بر عملکرد ورزشی انجام گرفته است. در پژوهش‌های انجام شده محققان نتایج ارزشمندی را بدست آورده‌اند. در این فصل ابتدا مبانی نظری و ساختاری پژوهش و مکمل بتاآلانین و تأثیر آن بر ظرفیت هوازی، بی‌هوازی، لاکتات خون و شاخص‌های آسیب سلولی بررسی شده و سپس تحقیقات مرتبط در این زمینه گزارش می‌شود.

## ۲-۲. مبانی نظری

### ۲-۲-۱. کلیاتی در مورد مکمل‌ها

بر طبق قوانین جدید سلامتی مکمل‌های رژیم غذایی و آموزش رژیم غذایی مکمل‌ها از اداره‌ی مواد غذایی و دارویی ایالت متحده آمریکا، مکمل‌های رژیم غذایی بدین صورت تعریف می‌شوند [۲۰]: ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، گیاهان علفی دارویی یا دیگر گیاهان دارویی (به غیر از تنباکو) و هر نوع مادهٔ رژیم غذایی که توسط انسان برای تکمیل رژیم غذایی به وسیله افزودن آن به خوراک کل رژیم غذایی استفاده می‌شود، و هر نوع مادهٔ غلیظ شده یا مادهٔ واسطه درون سلولی، یا جزئی از ماده سازندهٔ کل یا مادهٔ استخراج شده و یا ترکیبی از هر یک از مواد و اجزاء سازنده‌ی فهرست شده در بالا، مکمل نامبرده می‌شوند[۱۳].

کمک‌های فزاینده به عملکرد، در حیطه‌های ورزشی، به وسیله ویلیامز[۱] تعیین و دسته‌بندی شده‌است. ویلیامز در توصیف این کمک‌ها به عنوان مواد نیروزا یا ارگوژنیک‌های ورزشی، آن‌ها را به کمک‌های تغذیه‌ای، کمک‌های دارویی و کمک‌های فیزیولوژیک طبقه‌بندی می‌کند. مکمل‌های غذایی در طبقه‌ی کمک‌های تغذیه‌ای قرار گرفته و به افزایش بافت عضلانی، تأمین و تولید انرژی در عضله

[۱] Williams

کمک می‌کنند. تعدادی از مکمل‌های غذایی نیز برای افزایش تمرکز فکری-روانی و انرژی استفاده می‌شوند[۱۳].

اغلب مکمل‌های غذایی مشخص و واضح هستند امّا تعدادی از آن‌ها صریح و واضح نمی‌باشند. مکمل‌هایی که در دسته‌ی وسیع کمک‌های تغذیه‌ای قرار می‌گیرند، عبارتند از: جای‌گزین‌های مایعات، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین/ اسیدهای آمینه و متابولیت‌های آن‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی، عصاره‌های گیاهی، عوامل غذایی ترکیبی، ترکیبات فیتوکیمیکال[۱] و مکمل‌های غذایی طراحی شده[۲][۲۱].

**۲-۲-۲. نقش مکمل‌ها در چگالي مواد مغذّي رژيم غذايي**

در این باب، شرح و تفصیل‌های بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهد مکمل‌سازی غذایی نقش مهمی در هر دو موضوع سلامتی و عملکرد بازی می‌کند. متداوّل‌ترین مثال زمانی است که گروه‌های غذایی یا مواد غذایی کلیدی به دلیل آلرژی‌ها یا عدم تحمل مواد غذایی باید به طور عمدی از رژیم غذایی حذف شود.

مکمل‌سازی با مواد معدنی و ویتامین‌های مرتبط با سلامتی استخوان در زمانی که افراد به پروتئین شیر گاو آلرژی دارند، ضرورت پیدا می‌کند. مکمل‌سازی ممکن است از طریق تقویت مواد غذایی، مانند افزودن کلسیم و ویتامین‌های A و D به شیر سویا انجام شود. همچنین مکمل‌سازی می‌تواند از طریق افزایش مقادیر روزانه مواد مغذّی و به شکل شربت‌ها، قرص‌ها یا کپسول‌ها انجام گیرد.

رژیم غذایی اغلب، ناآگاهانه و به دلیل فقدان دانش تغذیه‌ای، شیوه‌ی زندگی آشفته و نامنظم یا سایر دلایل، معیوب و ناقص می‌باشد. در این مورد، مکمل‌سازی روزانه با مولتی ویتامین/ مواد معدنی یک نوع بیمه‌نامه[۳] برای ارتقا سلامتی و پیش‌گیری از بیماری توصیه شده است[۱۳].

---

[۱] Phytochemicals
[۲] Engineered dietary supplements
[۳] Insurance policy

مکمل‌سازی تغذیه‌ای در ورزش با هدف افزایش عملکرد انجام می‌شود. چنآن‌چه در بالا ذکر شد، در این مورد چیزی نمی‌تواند جایگزین رژیم غذایی کامل با چگالی بالای مواد مغذّی گردد. با این حال، شرایطیّ وجود دارد که در آن ورزشکاران به دلیل افزایش نیازهایشان و ناتوانی در مصرف مقادیر زیاد مواد مغذّی حاصل از مواد غذایی از مکمّل‌سازی سود می‌برند. پروتئین مثال خوبی در این زمینه است. نیازهای پروتئینی ورزشکاران توانی و قدرتی سبک وزن یا میان وزن ممکن است به سختی منحصراً از طریق مواد غذایی تأمین شود. زیرا منابع غذایی متراکم پروتئین اغلب با چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها همراه هستند (سفیده‌ی تخم‌مرغ در این مورد استثنا است) و ممکن است دریافت کل کالری با رژیم غذایی بسیار بالا بوده و یا مواد غذایی برای خوردن در طول روز نامناسب و ناراحت کننده باشد. مکمّل پودری پروتئین می‌تواند پروتئین خالصی را عرضه کند که به راحتی با آب مخلوط شده و در هر زمانی از روز در حین ورزش مصرف شود[۲۱].

همچنین ورزشکاران ممکن است از افزایش مقادیر مواد مغذّی ویژه سود ببرند امّا لزوماً از مصرف مقادیر بیشتر مواد غذایی کامل که منبع این مواد مغذّی هستند، سودی نبرند. کراتین یک مثال عالی برای این موضوع است. اگرچه شواهد و مدارک در این زمینه نشان می‌دهد که بسیاری از ورزشکاران از مکمّل‌سازی کراتین سود می‌برند امّا دریافت کافی کراتین از مادّه‌ی غذایی (گوشت) به منظور دست‌یابی به مقادیر مورد نیاز، می‌تواند مشکل‌ساز و مغایر با سلامتی باشد[۲۱].

در هر دو مثال بالا مکمّل‌سازی غذایی نقش مهمی را در افزایش عملکرد، بازی می‌کند. با این حال این مکمل‌ها زمانی سودمند و مؤثر خواهند بود که به یک رژیم غذایی متراکم از مواد مغذّی اضافه شود، نه این‌که جای‌گزین رژیم غذایی مناسب و متراکم از مواد مغذّی بوده باشد[۲۱].

### ۲-۲-۳. کارنوزین/ بتاآلانین

کارنوزین برای اولین بار از گوشت لایبیق[۱] جداسازی شد و بعدها به عنوان بتا-آلانین-هیستیدین معرفی شد. از آن پس آمینوآسیل آمینو اسیدهای مختلف مانند مشتقات متالدئیدی آن، آنسرین[۱] (بتا-

[۱] Liebig

آلانین-متیل هیستیدین) و هوموکارنوزین[۲] (گاما-آمینو-بوتیریل-هیستیدین) و غیره، از بافت‌های تحریک‌پذیر استخراج شدند. تمام این پپتیدها از لحاظ ساختاری مشابهند و توسط کارنوزین سنتاز، آنزیمی با ویژگی اختصاصی سوبسترا سنتز می‌شوند[۲۲].

کارنوزین ترکیبی از دو اسید آمینه‌ی هیستیدین و بتاآلانین است که به طوری طبیعی در مغز، عضله قلبی، کلیه ها، معده و در مقادیر بیشتر در عضلات اسکلتی وجود دارد. کارنوزین به دلیل کمک به بهبود و التیام زخم و جراحت، فعّالیّت آنتی اکسیدانی و خواص ضد پیری، به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است[۲۱].

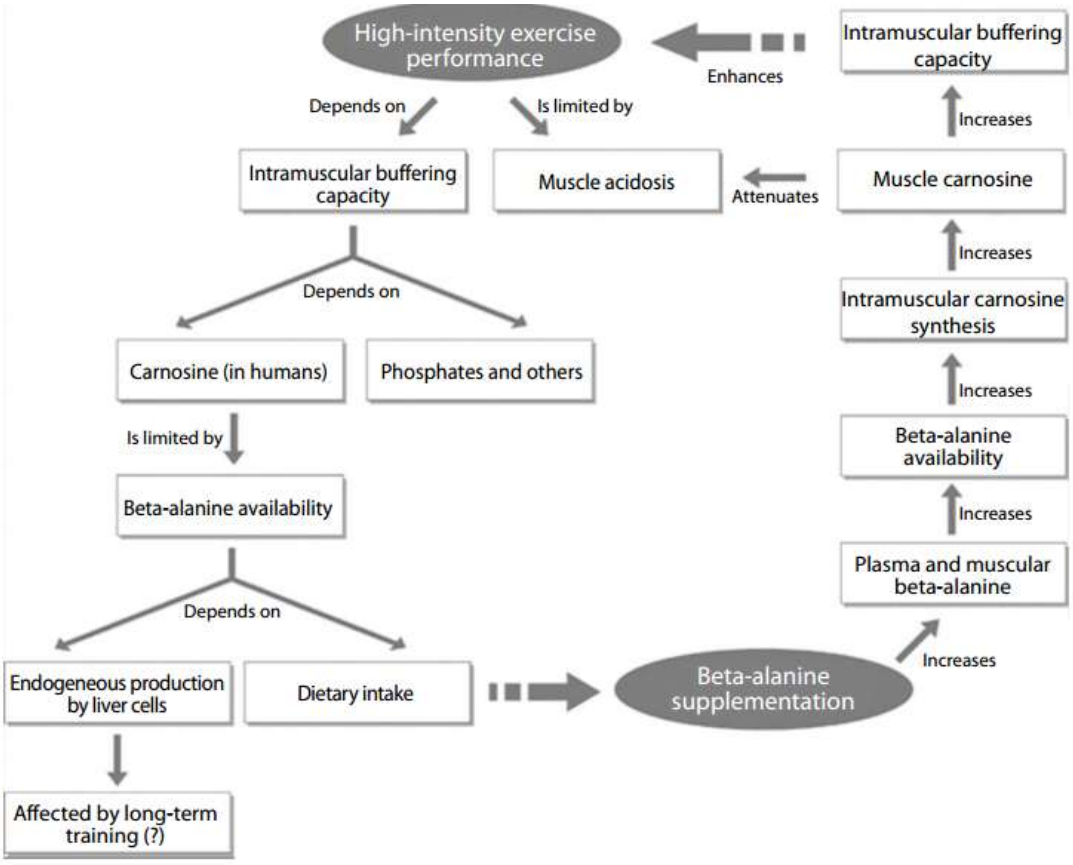
همانطور که بیکربنات یک بافر خارج سلولی است، دی‌پپتید کارنوزین (بتاآلانین-ال-هستیدین) نیز یک بافر نیرومند درون سلولی است. غلظت کارنوزین در تارهای نوع II نسبت به نوع I، در دوندگان سرعت نسبت به دوندگان ماراتون بیشتر است[۲۱]. در تحقیقی، در بررسی ظرفیت بافری و غلظت کارنوزین توسط نمونه‌برداری عضلانی، گزارش شد که نه ظرفیت بافری و نه محتوای کارنوزین عضلانی بعد از ۱۶ هفته تمرین استقامتی ایزومتریک تغییر نکرد[۲۲]. کارنوزین در عضلات اسکلتی، به ویژه فیبرهای عضلانی نوع II (تارهای تند انقباض که در حرکات شدید و انفجاری مثل وزنه‌برداری و دوی سرعت استفاده می‌شوند)، در غلظت‌های بالایی یافت می‌شود[۲۱]. همچنین، غلظت کارنوزین در حیواناتی که به تولید انرژی بی‌هوازی جهت شکار و فرار نیازمندند (مانند سگ سانان[۳] و آهوی کوهی) و حیواناتی که در شرایط هایپوکسی زندگی می‌کنند (مانند نهنگ‌ها)، زیاد است[۲۳]. علاوه براین، محتوای کارنوزین عضله ممکن است با تمرینات سرعتی افزایش یابد اما این مسئله در همه‌ی موارد مشاهده نشده است[۲۱]. با توجّه به این مطلب می‌توان حدس زد که غلظت کارنوزین در ورزشکارانی که اجرای آن‌ها وابسته به برون‌ده بی‌هوازی شدید است، بالاتر باشد. بعلاوه، کارنوزین به بافر کردن یون $H^+$ نیز کمک می‌کند، بنابراین باعث کاهش سقوط PH مرتبط با سوخت و سازی بی‌هوازی

---

[۱] Anserine
[۲] Homocarnosine
[۳] Canines

می‌شود. کارنوزین اثر زیادی در بافر کردن یون هیدروژن ناشی از تولید اسید لاکتات دارد و عقیده بر آن است که کارنوزین یکی از اوّلین و اصلی‌ترین مواد بافری در دسترس در عضلات اسکلتی است[۲۴-۲۶].

به لحاظ نظری، اگرکارنوزین بتواند از افت PH ناشی از فعّالیّت ورزشی با شدت بالا جلوگیری کند، ممکن است باعث طولانی‌تر شدن زمان اجرای فعّالیّت ورزشی شود. بااین‌حال، به دلیل فعّالیّت آنزیم کارنوزیناز، کارنوزین سریعاً پس از ورودش به داخل خون به بتاآلانین و هیستیدین تجزیه می‌شود. به همین دلیل، در این مورد مزیتی برای استفاده مستقیم از مکمّل‌سازی کارنوزین وجود ندارد. مکمل‌دهی غذایی کارنوزین محتوای کارنوزین قلبی، کبدی و عضله اسکلتی را تغییر نمی‌دهد[۲۲]. لذا دلیل افزایش کارنوزین در عضلات اسکلتی می‌تواند اسید آمینه‌ی بتاآلانین باشد. بااین‌حال، آمینو اسید بتاآلانین، که یک فاکتور محدود کننده در سنتز درون‌زاد کارنوزین است، می‌تواند به منظور افزایش محتوای کارنوزین عضله مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۲-۱)[۲۲]. بتاآلانین اسید آمینه‌ای است که در پروتئین‌های ساختاری یافت نمی‌شود، بلکه با سایر اسید آمینه‌ها مانند هیستیدین ترکیب شده و کارنوزین را شکل می‌دهد. با این حال فرآیند سنتز، تحت تأثیر برخی از انواع عوامل کنترلی محدود شده می‌باشد[۲۴, ۲۷, ۲۸].




شکل ۲-۱. بررسی اجمالی نقش بتا آلانین در عملکرد فعالیت ورزشی شدید. (برگرفته از آرتیولی و همکاران ۲۰۱۰).

استفاده از بتا آلانین به شکل مکمّل می‌تواند به طور معنی‌داری فرآیند سنتز را افزایش داده و تسریع بخشد. هیستیدین به طور آماده و فراوان در عضلات اسکلتی وجود دارد، بنابراین، بتا آلانین است که به عنوان عامل تعیین کننده میزان تولید کارنوزین عمل می‌کند[۲۹]. اخیراً، در یک پژوهش به وسیله هریس[۱] و همکارانش نشان داده شد که دریافت بتاآلانین خوراکی در افزایش سطوح کارنوزین مؤثر است. افرادی که در یک روند منظمی، بتاآلانین خوراکی دریافت کرده بودند، افزایش ۶۴ درصدی در میزان سنتز کارنوزین عضلانی نشان دادند. همچنین این مطالعه اشاره داشت که بدن تنها یک مقدار معینی از کارنوزین را تولید می‌کند و نهایتاً سطوح کارنوزین به فلات می‌رسد. در این شرایط تنها راه افزایش تولید کارنوزین بدن، دریافت خوراکی بتا آلانین است. اخیراً در یک مطالعه، ۲۴

[۱] Harris et al

آزمودنی مرد برای ۱۰ هفته بتاآلانین مصرف کردند. کارنوزین عضلانی به طور معنی‌داری به میزان ۵۸/۸٪ و ۸۰/۱٪ پس از چهار و ۱۰ هفته مکمّل‌سازی با بتاآلانین افزایش یافت. کارنوزین با یک غلظت بالاتر ۱/۷۱ برابری اوّلیّه در تارهای نوع IIa، به طور مساوی در هر دو نوع تارهای I و IIa افزایش یافت. در این مطالعه هیچ افزایشی در آزمودنی‌های گروه کنترل مشاهده نشد.

محققانی مانند هاریس[۱] و استوات به توسعه تحقیقات خود در زمینه مکمّل‌سازی با بتاآلانین برای ورزشکاران قدرتی پرداخته‌اند. استوات و همکارانش پژوهشی را به منظور ارزیابی تأثیر مکمّل‌سازی بتا آلانین بر ظرفیت کار جسمانی در آستانه‌ی خستگی (PWCFT)[۲] در مردان جوان تمرین نکرده انجام دادند. نتایج افزایش معنی‌دار ۹ درصدی را در PWCFT در مقایسه با گروه دارونما نشان داد. این یافته‌ها اشاره داشتند که مکمّل سازی بتاآلانین برای یک دوره‌ی ۲۸ روزه ممکن است شروع خستگی عضلانی را به تأخیر اندازد. به همین ترتیب در یک مطالعه‌ی دیگر به وسیله گروه استوات، تأثیر مکمّل‌سازی ۲۸ روزه با بتاآلانین بر ظرفیت کار جسمانی در آستانه‌ی خستگی، آستانه‌ی تهویه، مصرف بیشینه‌ی اکسیژن و زمان واماندگی(خستگی مفرط) در زنان مورد پژوهش قرار گرفت. نتایج این مطالعه آشکار کرد که مکمّل‌سازی با بتاآلانین، شروع خستگی عصبی-عضلانی و آستانه‌ی تهویه‌ای را در بارهای کاری زیربیشینه به تأخیر انداخته و زمان کل واماندگی را طیّ یک اجرای بیشینه روی چرخ کارسنج افزایش می‌دهد. این پژوهشگران نتیجه گرفتند که مکمّل‌سازی بتاآلانین سبب بهبود و پیشرفت در اجرای زیر بیشینه با چرخ کارسنج و زمان کل واماندگی در زنان جوان می‌شود که احتمالاً به عنوان پیامد افزایش ظرفیت بافری به دلیل افزایش غلظت کارنوزین عضلانی است[۳۰].

اخیراً چندین مطالعه تأثیر مکمّل بتاآلانین به همراه کراتین را مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعات احتمال افزایش ظرفیت کار وکاهش زمان خستگی را به عنوان مزایای این نوع مکمّل مورد

---

[۱] Harris and stout
[۲] Physical Working Capacity at Fatigue Thershold (PWCFT)

بررسی قرار داده بودند. در این راستا هافمن[۱] و همکارانش تأثیر کراتین و کراتین به اضافه‌ی بتاآلانین را روی قدرت، توان، ترکیب بدنی و تغییرات غدد درون‌ریز، طیّ ۱۰ هفته برنامه‌ی تمرین مقاومتی در بازیکنان فوتبال دانشگاهی را مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌های این مطالعه آشکار کرد که کراتین + بتا آلانین در ارتقاء و افزایش عملکرد قدرتی مؤثر بود. همچنین مکمل سازی کراتین + بتا آلانین در مقایسه با کراتین تنها، اثر بزرگتری بر بافت بدون چربی و ترکیب چربی بدن دارد.

استوارت[۲] و همکاران (۲۰۰۵) نیز تأثیر بتا آلانین و کراتین را روی شروع خستگی بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که بتا آلانین در کاهش خستگی مؤثر بود امّا کراتین این اثر اضافی را نداشت. اغلب مطالعات اخیر که به عنوان سند اثربخشی بتاآلانین محسوب می‌شوند، به تازگی برای چاپ و انتشار آماده می‌شوند. با این حال روشن است که به موازات آن باید پژوهش‌های کافی برای ارزیابی تأثیر و اثربخشی این مکمّل انجام شوند. در کل نه تنها بتاآلانین سبب افزایش سطوح کارنوزین عضلانی می‌شود بلکه تغییرات حاصل، فواید و مزایای این مکمّل را بر عملکرد و اجرا نشان می‌دهد[۳۱]. هابسون[۳] و همکاران (۲۰۱۲) نتایج ۱۵ تحقیق را تجزیه و تحلیل کرده و بهبودی ۲/۸۵ درصدی در عملکرد را متعاقب مصرف بتاآلانین گزارش کردند. بنابراین، به نظر می‌رسد بتاآلانین همانند کراتین منوهیدرات و بیکربنات سدیم اثر مطلق جزئی داشته باشد اما این اثر جزئی می‌تواند برای ورزشکاران نخبه قابل توجه باشد. از لحاظ عملی، زمان اجرا در دوی ۱۵۰۰ متر (تقریباً ۴ دقیقه) می‌تواند تا ۶ ثانیه کاهش پیدا کند اما اندازه‌ی این اثر در یک ورزشکار نخبه نامعلوم و مردد است. هابسون و همکاران ۲۰۱۲ نتایج عملکردی را به ۳ دوره‌ی زمانی مشخص تفکیک کردند و مشاهده کردند که فعالیت ورزشی بیش از ۲۴۰ ثانیه و بین ۶۰ تا ۲۴۰ ثانیه با مکمل‌دهی بهبود پیدا کرد اما در فعالیت‌هایی که کمتر از ۶۰ ثانیه طول می‌کشد تأثیری نداشت. این مسئله منطقی به نظر می‌رسد، زیرا بعید است که علت خستگی در فعالیت‌های کمتر از ۶۰ ثانیه، اسیدوز شدید باشد[۳۲]. کوئسنل[۴]

---

[۱] Hoffman et al
[۲] Stuart et al
[۳] Hobson et al
[۴] Coessnel et al

و همکاران (۲۰۱۴) در یک مطالعه بازنگری از ۱۹ تحقیق، دامنه‌ی دوز مصرفی مکمل را بین ۲ تا ۶/۴ گرم در روز به مدت ۴ تا ۱۳ روز گزارش کردند. اگرچه دوز مصرفی دقیق توصیه شده فعلاً نامشخص است، رژیم مکمل‌دهی قابل قبول که تحقیقات بر آن تأکید دارند ۳ تا ۶ گرم در روز به مدت ۴ تا ۸ هفته است[۲۱]. به نظر می‌رسد این مقدار برای افزایش محتوای کارنوزین عضله تا مقادیر ۵۰-۴۰٪ کافی است و می‌تواند تا ۱۰ الی ۱۵ هفته پس از قطع مصرف مکمل در سطح بالا حفظ شود. اطلاعات اندکی در مورد ایمنی و بی‌خطر بودن مکمل‌دهی بتاآلانین وجود دارد؛ بااین‌حال، با توجه به اینکه بتاآلانین یک آمینو اسید است، اثرات مضر جدی غیرقابل انتظار است. تنها اثر جانبی شناخته شده تاکنون پارستزی[۱] (اختلال حس لمس به صورت خارش) است اما به نظر می‌رسد این مسئله با مکمل‌های زمانبندی شده برطرف می‌شود[۲۲].

### ۲-۲-۴. نقش ضداکسایشی کارنوزین

کارنوزین یک متابولیت طبیعی محلول در آب در بافت‌های حیوانی است. کارنوزین به علت نقش آن در اسکاونج کردن گونه‌های اکسیژن فعال دارای ویژگی‌های ضداکسایشی است. کارنوزین اسکاونجر قوی رادیکال‌های هیدروکسیل و سوپراکسید و خاموشگر[۲] اکسیژن مولکولی منفرد است. فعالیت ضداکسایشی کارنوزین همچنین در سیستم‌های مدل اکسایشی حاوی امولوسیون اسید لینولئیک[۳]، ماکروزوم‌های عضله اسکلتی و شبکه سارکوپلاسمی نشان داده شده است. بعلت حلالیت آن در آب، کارنوزین سیستم ضداکسایشی برای سلول فراهم می‌کند که در محیط سیتوزولی عمل می‌کند، که در آنجا واسطه‌های اکسایشی محلول در آب (مانند فلزات واسطه[۴] و رادیکال‌های اکسیژن) در غلظت بالایی حضور دارند. مطالعات بسیاری، هم در سطح بافتی و هم در سطح سلولی نشان داده‌اند که کارنوزین و پپتیدهای مرتبط با آن می‌تواند مانع اکسیداسیون سیستم‌های غشایی شود. بنابراین، چنین بیان شده است که کارنوزین به عنوان یک ضداکساینده محلول در آب با ضداکساینده‌های

---

[۱] Paresthesia
[۲] Quencher
[۳] Linoleic acid emulsion
[۴] Transiotion metals

محلول در چربی مانند آلفا-توکوفرول در محافظت از غشای سلولی در مقابل آسیب اکسایشی همکاری می‌کند. برای مثال، افزایش غلظت آلفا-توکوفرول بافتی احتمال واکنش‌های اکسیداسیون لیپیدی را در کبد، کلیه و عضله اسکلتی کاهش می‌دهد. مکمل‌دهی غذایی با کارنوزین و آلفا-توکوفرول در کاهش تشکیل مواد واکنشی اسید تیوباربیتوریک[۱] در عضلات اسکلتی موش‌های همگون مؤثر بود و ترکیب آلفاتوکوفرول و کارنوزین در مقایسه با هر یک از آن‌ها به‌طور مجزا مؤثرتر بود. کارنوزین ممکن است، با ترکیبی از اسکاونج کردن رادیکال‌های آزاد و شلاته کردن فلزات[۲] مانع اکسیداسیون لیپیدی شود. در یک مطالعه، که از دو مدل حیوانی با آسیب ایسکمیک مغزی استفاده شده بود، مشاهده شد که کارنوزین، زمان از دست رفتن تحریک‌پذیری را افزایش داده و زمان ریکاوری را کاهش داد. بیان شد که این عمل به علت ویژگی‌های محافظتی کارنوزین در مقابل آسیب رادیکال‌های آزاد بود. گزارش شده است که کارنوزین آزادسازی میوگلوبین و نوکلئوزید را از سلول‌های عضلانی (میوسیت‌ها) کاهش می‌دهد که نشانگر نقش محافظتی کارنوزین از غشا است. نشان داده شده است که در pH قلیایی ضعیف، کارنوزین براحتی می‌تواند از پراکسیداسیون لپیدی جلوگیری کند[۲۲].

مطالعات انجام شده با غشای شبکه‌ی سارکوپلاسمی نشان داد که باز شدن پمپ کلسیم و مهار Ca-ATPase توسط پراکسیداسیون چربی می‌تواند با کارنوزین یا آنسرین مهار شده یا کاهش یابد. زمانیکه این دو ترکیب به ترکیبات واکنشی افزوده شدند، منجر به کاهش غلظت مالون دی آلدئید (نشانگر کاهش پراکسیداسیون چربی) در یک الگوی وابسته به دوز شدند. ماهیت آبدوستی بخشی از مولکول کارنوزین این امکان را فراهم می‌کند که به شکاف‌ها (ناشی از اکسیداسیون) در لیپیدهای دولایه غشا متصل شده و محصولات پراکسیداسیونی در مجاورت محل آسیب دیده را از بین ببرد[۲۲].

[۱] Thiobarbituruc acid
[۲] Metal chelation

### ۲-۲-۵. مکمل‌های بافری و عملکرد ورزشی

در اثر فعالیت‌های ورزشی شدید و کوتاه مدت اتکاء به تامین انرژی از طریق سیستم انرژی بی‌هوازی افزایش می‌یابد که این مسئله در نهایت منجر به افزایش تولید یون‌های هیدروژن و اسیدی شدن محیط داخل سلولی و خون می‌شود. در همین راستا، استفاده از مکمل‌های ورزشی با خاصیت بافری جهت مقابله با آثار منفی تجمع یون‌های هیدروژن قابل توجه بوده است. از جمله مکمل‌های بافری معروف و متداول بیکربنات سدیم (بعنوان یک بافر خارج سلولی) و کارنوزین (بعنوان یک بافر داخل سلولی) مورد توجه تحقیقات بوده است. تأثیرات مکمل‌دهی سدیم بیکربنات ($NaHCO_3$) بر عملکرد ورزشی درقالب متاآنالیز و بازنگری‌های متعددی، مطالعه و بررسی شده است[۳۳-۳۶]. فعالیت ورزشی شدید باعث تجمع یون $H^+$ می‌شود که آن نیز افت تولید نیرو و خستگی سریع را در پی دارد. بیکربنات سدیم یک بافر است و مصرف مقادیر بالای آن می‌تواند غلظت بیکربنات مایع خارج سلولی را از ۲۵ میلی‌مول در لیتر را به ۳۰ میلی‌مول در لیتر افزایش دهد که در نتیجه می‌تواند خستگی ناشی از اسیدوز را به تأخیر اندازد[۳۴]. دو دهه پیش، ماتسون[۱] و ترن یک بازنگری فراتحلیلی از ۲۹ تحقیق در مورد تأثیر مکمل‌دهی بیکربنات سدیم بر عملکرد ورزشی بی‌هوازی انجام دادند. آن‌ها ضریب تأثیر ۰/۴۴ را گزارش کردند که به طور محتمل بهبودی ۰/۸ ثانیه‌ای در یک دوی سرعت یک دقیقه است[۳۵]. اخیراً، پییرت[۲] و همکاران (۲۰۱۲) در یک مطالعه‌ی فراتحلیلی از ۴۰ تحقیق، ضریب تأثیر ۰/۳۶ را گزارش کردند و کار[۳] و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق فراتحلیلی خود بهبودی ۱/۷ درصدی در دوی سرعت یک دقیقه‌ای را گزارش کردند[۳۳, ۳۶]. بنابراین، شواهد متقاعد کننده‌ای در مورد تأثیر مثبت جزئی مکمل‌دهی بیکربنات سدیم بر عملکرد ورزشی کوتاه مدت شدید وجود دارد. اگرچه تأثیرات مکمل‌دهی بیکربنات سدیم نوعاً جزئی است، اما این تأثیرات می‌تواند برای یک ورزشکار نخبه قابل توجه باشد. یک سؤال بدون پاسخ این است که آیا افراد تمرین کرده و تمرین نکرده تأثیرات مشابهی را تجربه می‌کنند، که هر دو نظریه مطرح شده است[۳۳, ۳۶].

---

[۱] Matson and tran
[۲] Peart et al
[۳] Carr et al

مصرف بیکربنات سدیم به میزان ۰/۳ تا ۰/۵ گرم بر هر کیلوگرم از وزن بدن، یک تا دو ساعت قبل از ورزش یک توصیه محتاطانه است، اما ورزشکاران باید استراتژی‌های مکمل‌دهی را خارج از مسابقه تمرین کنند. در ۵۰٪ آزمودنی‌های داوطلب برای تحقیقات، مشخص شده است که مکمل‌دهی بیکربنات سدیم موجب اختلالات معدی-روده‌ای می‌شود، که می‌تواند بر عملکرد آسیب برساند. به منظور افزایش نسبت سود به ضرر، به نظر می‌رسد بهترین استراتژی مصرف بیکربنات سدیم در دوزهای متوالی و در ترکیب وعده کربوهیدراتی یا یک خوراک مختصر است. در واقع، توصیه شده است که مکمل‌دهی بیکربنات سدیم در طول ۳ تا ۵ روز با دوز ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از وزن بدن انجام شود. همانطور که جونز[۱] (۲۰۱۴) بیان کرد، این ممکن است برای ورزشکارانی که در رویدادهای مختلفی در یک روز یا در طی چند روز شرکت می‌کنند مناسب باشد. اگرچه ثابت شده است که مکمل‌دهی حاد بیکربنات بعنوان یک کمک ارگوژنیک در رشته‌های ورزشی سرعتی که ۱ تا ۷ دقیقه طول می‌کشند اثربخش است، مطالعات اندکی در مورد مکمل‌دهی بیکربنات بر نتایج تمرینات قدرتی صورت گرفته است. کار[۲] و همکاران (۲۰۱۳) و دونکن[۳] و همکاران (۲۰۱۴) بهبود عملکرد ورزشی قدرتی (یعنی افزایش تکرارها) را متعاقب مکمل‌دهی حاد بیکربنات گزارش کردند[۳۷, ۳۸]. این (یافته) نظریه مکمل‌دهی طولانی مدت را مطرح می‌کند، که می‌تواند سازگاری‌های تمرینات مقاومتی را بهبود بخشد و متعاقباً منجر به بهبود عملکرد ورزشی شود؛ با این‌حال، این تأثیر هنوز مشاهده نشده است و نیاز به بررسی دارد. ورزشکاران قدرتی-توانی که سعی بر بهبود عملکرد ورزشی دارند و ورزشکارانی که تلاش می‌کنند قدرت و توان خود را در سالن‌های وزنه بهبود بخشند باید نسبت سود به زیان را در نظر بگیرند (بهبود عملکرد در مقابل اختلال معدی-روده‌ای). علاوه‌براین، این ورزشکاران باید در نظر داشته باشند که آیا رشته ورزشی و برنامه تمرینی آن‌ها بر افزایش سیستم

[۱] Jones
[۲] Carr et al
[۳] Duncan

بافری بر اساس شدت ورزش (بیشینه در مقابل زیربیشینه) و مدت (۱ تا ۷ دقیقه در مقابل کمتر از ۱ دقیقه) تأکید دارد یا خیر؟[۳۷, ۳۸].

همانطور که بیکربنات یک بافر خارج سلولی است، دی‌پپتید کارنوزین (بتا-آلانین،ال-هستیدین) نیز یک بافر نیرومند درون سلولی است. اخیراً نقش مکمل بتاآلانین و کارنوزین موجود در آن در تنظیم PH عضلانی در تمرینات پر شدت مشخص شده است. نتایج امیدوار کننده‌ای با توجه به مصرف مکمل بتاآلانین در پروتکل‌های تمرینی در عملکرد بهینه‌ی ورزشی بدست آمده است. با وجود برخی تناقض‌ها مکمل بتاآلانین در تقویت عملکرد ورزشی و خستگی نقش مؤثری داشته است ولی در تحقیقات انجام شده تأثیری در بهبود قدرت حداکثر مشاهده نشده است[۳۹]. این یافته‌ها تعجب‌آور نیست با توجه به اینکه بتاآلانین ظرفیت بافری را افزایش می‌دهد، ولی به تنهایی عامل اصلی عملکرد حداکثر قدرت نمی‌باشد و در مطالعات و پژوهش‌های قبلی عواملی همچون بافر بیکربنات سدیم در از بین بردن حالت اسیدوز و اثرات بهبود در سازگاری PH و قدرت تأثیر گذار بوده است. درتحقیقی که زوئلر[۱] و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام دادند هیچ تأثیری از مصرف مکمل بتاآلانین در افزایش میزان ظرفیت‌های هوازی گزارش نکردند. همچنین مکمل بتاآلانین در آستانه‌ی لاکتات، بهبود عملکرد ورزشی را نشان داد. محیط زیست داخل سلولی در عضلات که در عملکرد شدید ورزشی تا آستانه لاکتات قرار دارند باعث تجمع ظرفیت یک بافر بزرگتر در محیط سلولی می‌شوند که این افراد برای رسیدن به بالاترین توان خروجی با مصرف مکمل بتاآلانین با یک غلظت پائینی از لاکتات مواجه می‌شوند. اگرچه انتظار می‌رود افزایش ظرفیت بافری به منظور ارتقاء بلند مدت در عملکرد استقامتی باشد ولی بتاآلانین یک اثرگسسته یا غیرارگوژنیک پس از آستانه بی‌هوازی در دورهٔ انتقال و عملکرد استقامتی دارد[۴۰].

زوئلر و همکاران یک پروتکل تمرینی پر شدت از ۶۰ ثانیه تا ۵ دقیقه را همراه مکمل بتاآلانین به طور خاص با افزایش ظرفیت بافری در عضلات درگیر زانو و بهبود گشتاور مشاهده کردند. مصرف

[۱] Zoeller et al

عصارهٔ سینه مرغ که  یک منبع غنی از هیستیدین و یک پروتئین دی پپتید می‌باشد در افزایش میزان کارنوزین و یک اثر نیروزا در تمرینات بی‌هوازی و تناوب در بهبود عملکرد مشاهده شده است[۴۱].

مطالعات زیادی در ارزیابی اثرات مکمل بتاآلانین در شروع خستگی عصبی-عضلانی انجام پذیرفته است که نشان می‌دهد این مکمل در تأخیر زمان خستگی عصبی-عضلانی، حتی در افراد چاق، در ظرفیت کار فیزیکی در آستانه‌ی خستگی آنان نقش داشته است[۲۰]، هیل[۱] و همکاران در سال ۲۰۱۰ با استفاده از یک پروتکل تمرینی عملکرد بتاآلانین را در ۱۰ هفته در دوچرخه سواران در حالت اسیدوز بدن مورد بررسی قرار دادند. ۶۰ درصد افزایش کارنوزین در هفته‌ی چهارم، ۱۳ درصد افزایش در کل کار انجام شده، کاهش در کل زمان اجرای فعالیت که تمامی این داده‌ها معنی‌دار بودند و این نتایج نشان داد که اثر نیروزایی مکمل بتاآلانین در تمرینات پرشدت بر روی خستگی تأثیرگذاراست[۴۲]. در پروتکل‌های تمرینی با شدت پائین (کمتر از ۶۰ ثانیه) که حالت اسیدوز در بدن مشاهده نمی‌شود، در گروه‌های عضلانی کوچک هیچ اثر عملکردی از مکمل بتاآلانین مشاهده نشد[۱۵]، در چهارهفته مصرف مکمل بتاآلانین به همراه دوی ۴۰۰ متر و همچنین قدرت ایزومتریک زانو در زمان پس از دویدن و حداکثر قدرت عملکردی، خستگی مشاهده نشد. اگرچه زمان اجرای دویدن ۴۰۰ متر، ۴۵ ثانیه بیشتر طول نمی‌کشد ولی سهم افزایش ظرفیت بافری بالا در تمرینات پرشدت بی‌هوازی کاملاً آشکار است[۶].

درمطالعه‌ای که اخیراً ون[۲] و همکاران در سال ۲۰۰۹ با استفاده از مصرف ۸ هفته مکمل بتاآلانین انجام دادند، بهبود متوسط توان خروجی ۵ درصدی وخروجی اوج قدرت ۱۱/۵ درصدی در ۳۰ ثانیه با حداکثر دویدن (دوی سرعت) و الگوی شبیه‌سازی مسابقه‌ی دوچرخه سواری (دوچرخه ثابت) را مشاهده کردند[۲۵].

---

[۱] Hill et al
[۲] Van et al

در خصوص مقدار مصرفی این مکمل تحقیقات انجام شده بر روی نمونه‌های انسانی در محدوده‌ی طیف دوز مصرفی ۱/۶ گرم تا ۶/۴ گرم روزانه از ۱۶ تا ۷۰ روز بوده است و در این محدوده‌های دوز مصرفی مکمل بتاآلانین افزایش و غلظت کارنوزین عضلات متفاوت بوده است. بطور مثال ۳/۲ گرم بتاآلانین و ۶/۴ گرم آن در افزایش محتوای کارنوزین عضله راست رانی به ترتیب ۴۲ و ۶۱ درصد بوده است. تخمین زده می‌شود که ظرفیت بافری عضله با کارنوزیناز ۹ تا ۱۴ درصد افزایش یافته است. همچنین با دوز مصرفی ۶/۴ گرم بتاآلانین میزان کارنوزین در فیبرهای عضلانی کند و تند انقباض از ۱۰ تا ۱۸ درصد بسته به زمان مصرف و نوع تمرینات و ارتفاع افزایش داشته است[۱۱]. محققان بهترین زمان دوز مصرفی مکمل بتاآلانین را به جهت کاهش علائم پارستزی هر سه ساعت یکبار در زمانهای مختلف و با مقدارهای پائین پیشنهادکرده‌اند. اخیراً یک فرمول انتشار یافته با ۱/۶ گرم ۴ بار در روز بمدت چهار هفته که این بالاترین دوز مصرفی مکمل می‌باشد که هیچ علائم پارستزی با مصرف آن مشاهده نشده است[۴۳].

مصرف مکمل بتاآلانین افزایش در میزان غلظت و سطوح سرمی کارنوزین عضلات را در متغیرهای مختلف عملکردی در اجراهای ورزشی نشان داده است. که این تغییرات شامل: بهبود زمان خستگی، افزایش توان خروجی در ثانیه‌های آخر، تأخیر در شروع خستگی عصبی-عضلانی، افزایش ظرفیت کارایی فیزیکی، افزایش آستانه‌ی تنفسی، بهبود در زمان کل عملکرد و اجراء، بهبود در گشتاور عضلات در طی تمرینات تناوبی شدید و انقباضات پویا در عضلات تند انقباض می‌باشد[۴۴]. در مطالعه‌هایی که هیچگونه رژیم غذایی و مکمل تغذیه‌ای دیگری را شامل نمی‌شد با یک پروتکل تمرینی وینگیت ۳۰ ثانیه و نمونه‌گیری بایوپسی از عضله راست رانی قبل و بعد از سیکل حداکثر عملکرد، میزان کارنوزین عضله مورد بررسی قرارگرفت. تجزیه و تحلیل نشان داد که رابطه‌ی مستقیم بین غلظت کارنوزین عضلات مخطط و عملکرد ورزشی در این تست وجود دارد. و این رابطه و مصرف مکمل بتاآلانین نشان از بهبود عملکرد ورزشی در تمرینات شدید بی‌هوازی است[۴۵].

اکثر مطالعات انجام شده با مصرف مکمل بتاآلانین در افراد جوان مرد ۲۰-۲۹ سال انجام گرفته است. و این تشابه کمتر در زنان جوان تحقیق شده است. و اکثر دستاوردهای تمرینی بصورت عملکردی در اندازه گیری‌های ظرفیت‌های آستانه‌ی تنفسی، لاکتات، و زمان خستگی بوده است[۲۰]، به نظر نمی‌رسد که مصرف مکمل بتاآلانین تأثیری جداگانه بر روی جنس داشته باشد، بطوریکه درتحقیقات ۱۲-۱۵ درصد افزایش در ظرفیت کار و آستانه خستگی-عصبی عضلانی در هر دو جنس مشاهده شده است. در صورتیکه محققان در سالمندان دو برابر ۲۸ درصد افزایش را مشاهده کردند و این بدلیل کاهش ۴۵ درصدی کارنوزین در دوران سالمندی است. در متغیر تجربه‌ی تمرینی، افزایش سطوح کارنوزین در دوندگان سرعت و بدنسازان بالاتر از ورزشکاران استقامتی و افراد تمرین نکرده گزارش شده است. علاوه بر این نتایج بین افراد تمرین کرده و تمرین نکرده متفاوت است، آنچه که معلوم است تفاوت تغییرات با مصرف مکمل بتاآلانین در افراد تمرین کرده بیشتر و مؤثرتر بوده است[۱۳].

**۲-۲-۶.آسیب عضلانی**

شاخص‌های آسیب عضلانی شامل بروز تغییرات ریخت‌شناسی در بافت‌ها، کاهش سطوح عملکرد، التهاب، بروز کوفتگی عضلانی تأخیری و نیز نشانگرهای غیرمستقیم مانند تغییرات غلظت آنزیم‌های کراتین کیناز (CK)[۱] و لاکتات دهیدروژناز ( LDH)[۲] می‌باشند. لاکتات دهیدروژناز ( LDH) و کراتین کیناز (CK) از جمله آنزیم‌هایی هستند که در مسیرغیرهوازی تولیدATP نقش دارند و از شاخص‌های فشار اکسایشی نیز شناخته می‌شوند[۲۸]. در اثر فعالیت بدنی شدید، آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز افزایش پیدا می‌کنند و در دوره‌ی بازیافت به سطح قبلی می‌رسند. لاکتات دهیدروژناز ( LDH) واکنش زیر را کاتالیز می‌کند:

$$\text{پیروات} + NADH \Longleftrightarrow \text{لاکتات} + NAD$$

[۱] Creatine kinase
[۲] Lactate dehydrogenase

این‌آنزیم در تمام بافت‌ها (حتی در گلبول‌قرمز) به فراوانی وجود دارد. مقدار طبیعی آن در سرم ۳۰±۱۱۵ میلی‌واحد در میلی‌لیتر است (در بعضی منابع ۱۰۵ تا ۳۳۳ واحد در لیتر بیان شده است)[۲۹]. تغییرات آنزیم LDH دیرتر از تغیرات CK است. کراتین کیناز(CK) واکنش زیر را کاتالیز می‌کند:

$$\text{ATP+ Creatine} \Longleftrightarrow \text{Creatine phosphate + ADP}$$

کراتین کیناز یکی از آنزیم‌های مهم سوخت و ساز انرژی است. این آنزیم به طور معمول در بیشتر سلول‌های بدن وجود دارد، اما در گلبول قرمز وجود ندارد، و در اثر بروز آسیب وارده به غشای سلول به درون مایعات خارج سلولی رها می‌گردد. از این‌رو با تعیین مقادیر و فعالیت این آنزیم در مایعات خارج سلولی به ویژه سرم می‌توان به بروز آسیب سلولی پی برد. این آنزیم دارای سه ایزوزیم بوده که هریک از دو زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی به نام های M و B یا مخلوطی از هر دو ساخته شده‌اند. بافت‌های مختلف دارای ترکیبی متفاوتی از ایزوزیم‌های کراتین‌کیناز هستند، به‌طوری که به ترتیب، عضلات اسکلتی، میوکارد و مغز، دارای ایزوزیم MM، MB وBB بیشتری هستند. البته عضله‌ی قلبی ترکیبی از هر سه نوع ایزوآنزیم را دارد[۴۹]. مقدار طبیعی آن در سرم ۵ ±۴۰ میلی واحد در میلی‌لیتر است ( در بعضی منابع ۲۳ تا ۱۹۸ واحد در لیتر بیان شده است)[۲۹]. افزایش CK در پلاسمای خون گرچه منجر به تغییرات متابولیکی زیادی در سلول‌ها نمی‌شود، اما فعالیت بالای CK در خون، شاخصی برای فعالیت افزایش یافته آن در سلول‌ها، بویژه سلول‌های ماهیچه‌ای افراد ورزشکار است. پس از کشف تکنیک اندازگیری کراتین کیناز در سال ۱۹۶۱ در افراد مبتلا به دیستروفی عضلانی پیشرونده و دیگر بیماری‌های عصبی- عضلانی و با انجام تحقیقات بعدی مشخص شد که فعالیت بدنی همانند عوامل بیماری‌زا و آسیب‌زا می‌تواند موجب افزایش فعالیت کراتین کیناز پلاسما به عنوان شاخص آسیب سلولی شود. فعالیت ورزشی با حداکثر شدت و مدت کم، نسبت به تمرینات با شدت کم و طولانی مدت، سبب افزایش بیشتر فعالیت آنزیم‌های سرم می‌شود و همراه با افزایش

ضایعات عضلانی، مقدار آنها به حداکثر خواهد رسید. بنابراین، میزان انتشار آنزیم کراتین کیناز به نوع، شدت و زمان فعالیت بستگی دارد و با افزایش شدت فعالیت ورزشی، غلظت کراتین‌کیناز سرمی نیز زیاد می‌شود[۳۰].

## ۲-۳. پیشینه تحقیق

در این قسمت، تحقیقات انجام شده در زمینهٔ تأثیر مکمل بتاآلانین در ورزش‌های استقامتی و عملکرد ظرفیت ورزشی مرور می‌شود. مصرف مکمل‌های ورزشی ممکن است برای افزایش ظرفیت ورزشی مفیدباشد، ولیکن بایستی استفاده از مقدارهای مشخص تحت نظر پزشک و یا متخصص تغذیه و با در نظر گرفتن امکان تداخلات فیزیولوژیکی مصرف باشد. مکمل‌های ورزشی زمانی مفید و قابل استفاده وضروری می‌باشند که با توجه به جدول محتویات گروه‌های غذایی موجود در رژیم ورزشکاران و نیاز کالریک رشته‌های ورزشی مختلف اعم از سرعتی و استقامتی و عدم وجود امکان استفاده از وعده‌های غذایی مضاعف و یا نیاز ورزشکاران به یک گروه غذایی خاص بصورت افزایش کالری مصرفی باشد. تحقیقات بسیار زیادی تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بصورت عملکردی و فیزیولوژیکی و در نتیجه ظرفیت ورزشی را مورد بررسی قرار داده است که در ادامه به آنها اشاره شده است.

سوزوکی[۱] و همکاران (۲۰۰۲) ارتباط بین غلظت کارنوزین عضلات و انجام ۳۰ دقیقه دوچرخه سواری با شدت حداکثر را در ۱۱ مرد سالم مورد بررسی قرار دادند. بایوپسی عضلانی از عضله پهن جانبی در شرایط استراحت برای بررسی غلظت کارنوزین عضلانی بدست آمد. آزمودنی‌ها فعالیت دوچرخه سواری را برای مدت ۳۰ ثانیه با حداکثر سرعت انجام دادند، توان تولیدی طی هر ۵ ثانیه محاسبه شد. نتایج نشان داد که ارتباط مثبتی بین غلظت کارنوزین عضله و توان تولید شده طی دو ۵ ثانیه آخر فعالیت وجود دارد. محققین بیان داشتند که غلظت کارنوزین می‌تواند فاکتور مهمی برای

[۱] Suzuki et al

عملکرد ورزشی با شدت حداکثر داشته باشد[۲۷]. هافمن[۱] و همکاران (۲۰۰۸) اثر معنی‌داری را بین مکمل بتاآلانین و میزان خستگی در ۲۶ بازیکن فوتبال دبیرستانی طی کارهای سرعتی مشاهده نکردند. با وجود این کاهشی در میزان خستگی (P= ۰.۰۷) به دنبال تست تعدیل شده‌ی بی‌هوازی وینگیت مشاهده شد و در گروهی که مکمل بتاآلانین مصرف نمودند احساس خستگی پایین‌تر بود[۴۶]. مدت زمان انجام فعالیت با حداکثر شدت در این پروتکل کمتر از ۶۰ ثانیه می‌باشد و پایین‌تر از فعالیت‌هایی است که مکمل بتاآلانین توانست بر عملکرد ورزشی اثر داشته باشد. شاید طول اجرای پروتکل تمرینی توضیح دهنده‌ی عدم معنی‌داری باشد، که مدت زمان فعالیت ورزشی بتواند اثر معنی‌داری بر تجمع +H داشته باشد و به دنبال آن PH درون سلولی افت کرده و عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد.

هیل[۲] و همکاران (۲۰۰۷) اثر بتاآلانین را بر ظرفیت دوچرخه سواری ۱۱۰٪ مورد بررسی قرار دادند که در حدود دو تا چهار دقیقه طول کشید. آن تست پروتکلی است که با شدت حداکثر طراحی شده و باعث تجمع یون هیدروژن و کاهش PH میشود. بنابراین این تست میتواند ظرفیت بهبود عملکرد ورزشی را توسط کارنوزین مورد بررسی قرار دهد. ۲۴ آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند. ۱۳ نفر در ابتدا مکمل بتاآلانین را مصرف نمودند و ۱۱ نفر نیز پلاسبو، مالتودکسترین را مصرف کردند. گروه تجربی در هفته‌ی اول ۴ گرم در روز مکمل مصرف نموده و در هفته‌ی چهارم به ۶/۴ گرم رسید و تا هفته‌ی دهم ادامه یافت. افزایش تقریباً ۶۰ تا ۸۰٪ را در هفته چهارم و دهم در مقدار کارنوزین مشاهده کردند. در نتیجه افزایش در کارنوزین عضلات، مدت زمان انجام تست در هفته‌ی چهارم ۱۳٪ و درهفته‌ی دهم ۱۶.۲۵٪ نسبت به شروع افزایش یافت. این نتایج پیشنهاد می‌کند که مکمل بتاآلانین باعث افزایش کارنوزین عضلات شده و به دنبال آن ظرفیت بافری عضلات را افزایش

[۱] Hoffman et al
[۲] Hill et al

داده و به‌دنبال آن باعث افزایش در ظرفیت اجرای دوچرخه‌سواری با حداکثر شدت با کاهش تجمع یون هیدروژن در عضلات میشود[۲۴].

زوئلر[۱] و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی اثر مکمل بتاآلانین به تنهایی و ترکیب با کراتین منوهیدرات بر ظرفیت استقامتی شامل آستانه‌ی تهویه و آستانه‌ی لاکتات پرداختند. آزمودنی‌ها به چهار گروه پلاسبو، کراتین منوهیدرات، بتاآلانین و ترکیب بتاآلانین-کراتین تقسیم شدند. هیچ تفاوتی در آستانه‌ی تهویه و آستانه‌ی لاکتات در گروه بتاآلانین و ترکیب بتاآلانین-کراتین مشاهده نشد. اما نویسنده برخی اختلاف‌ها را در گروه ترکیبی مشاهده کرد که شامل افزایش در VO2 (۵.۷٪)، توان خروجی (۹٪)، آستانه لاکتات (۷.۹٪)، VO2peak (۷.۹٪) و آستانه‌ی تهویه بود. هر چند این تفاوت‌ها معنی‌دار نبوده است، با وجود این افزایشی در زمان رسیدن به خستگی به وجود آمد[**۴۳**].

ویلیام[۲] و همکاران (۲۰۱۳)، تحقیقی را بر روی۶۰ مرد و زن، بر روی ظرفیت کار جسمانی در بزرگسالان بمدت ۱۲هفته، و با دوز مصرفی۸۰۰ میلی گرم و ۱۲۰۰ میلی گرم بتاآلانین را ۲ بار در روز مصرف کردند. نتایج نشان داد که بهبود قابل توجهی در گروه مکمل با دوز مصرفی ۱۲۰۰ میلی گرم روزانه نسبت به گروه مکمل با دوز مصرفی ۸۰۰ میلی گرم روزانه ایجاد شده[۲۱].

چانگ[۳] و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیقی تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر عملکرد رقابتی و تمرینی را به مدت ۱۰ هفته در ۴۱ شناگر نخبه با میانگین سنی سال ۲۴ بررسی کردند. گروه تجربی (مکمل) ۴ هفته‌ی اول به مصرف روزانه ۴/۸ گرم مکمل بتاآلانین پرداختند و ۶ هفته‌ی بعدی، روزانه ۳/۲ گرم روزانه مکمل بتاآلانین را مصرف کردند با این حال، نتایج هیچگونه تغییرات معناداری را در گروه مکمل نشان ندادند[۴۷].

[۱] Zoeller et al
[۲] William et al
[۳] Chung et al

هافمن[1] و همکاران (۲۰۰۸)، تحقیقی را بر روی فوتبالیست‌های دانشگاهی با مصرف۴/۵ گرم روزانه مکمل بتاآلانین بمدت ۳ هفته بر روی حجم تمرین و احساس خستگی انجام دادند. اندازه‌گیری‌های عملکردی شامل تست بی‌هوازی وینگیت و تست ۲۰۰ یارد شاتل ران بود، نتایج بهبود قابل توجهی را در زمان رسیدن به خستگی و ظرفیت بی‌هوازی نشان ندادند[۴۸].

کِرن[2] و همکاران (۲۰۰۹)، تحقیقی را در مورد مصرف مکمل بتاآلانین در ۲۲ کشتی‌گیر و ۱۵ فوتبالیست در دانشگاه با سن ۲۲ سال با مقدار مصرفی ۴/۸ گرم بتاآلانین (هرسه ساعت یک دوز ۱/۶ گرمی) بمدت ۸ هفته ۳ جلسه تمرینات کشتی و دوی شاتل ران در تمرینات فوتبال در ترکیب بدنی و عملکرد بهینه‌ی ورزشی اندازه‌گیری کردند. تغییرات بیوشیمیایی در میزان تستوسترون، لاکتات خون، کورتیزول، پس از ۸ هفته تمرین در هر دو گروه نرمال بود و افزایش معنی‌داری نداشت. تغییرات معنی‌داری در بهبود عملکرد کشتی‌گیران مشاهده نشد ولی تغییرات معنی‌داری در کاهش وزن بدن و افزایش تودهٔ عضلانی در کشتی‌گیران مشاهده شد. همچنین تغییرات معنی‌داری در سرعت در زمان انجام دوی شاتل ران در۳۰۰ متر پایانی در فوتبالیست‌ها مشاهده شد. ۱/۲ درصد افزایش در میزان تودهٔ عضلانی بدون چربی در فوتبالیست‌ها مشاهده شد که البته این افزایش معنی‌دارنبود[۴۹].

اسمیت[3] و همکاران (۲۰۰۹)، تحقیقی را بر روی ۵۱ مرد تمرین نکرده با سن ۲۴ سال با ۸ هفته تمرین اینتروال پرشدت و خستگی عصبی-عضلانی با مصرف مکمل بتاآلانین اندازه‌گیری کردند. تمرینات شامل دوهای ۵۰ و۱۰۰ متر با ۱۰۰ درصد Vo2Max و تکرارهای ۶-۸ ست و استراحت‌های ۳۰ ثانیه در هر ست و مقدار مصرفی ۳/۲ گرم و سه جلسه تمرین در هفته بود. تغییرات بیوشیمیایی معنی‌داری در ۸ هفته تمرین و مصرف مشاهده نشد. هیچگونه تغییرات معنی‌داری در ترکیب بدنی مشاهده نشد. ۱۶ درصد کاهش خستگی عصبی-عضلانی در طی ۸ هفته تمرین و

[1] Hoffman et al
[2] Keren et al
[3] Smith et al

مصرف مشاهده شد که این تغییرات معنی‌دار بودند[۵۰]. هیل[۱] و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی ۱۰ هفته‌ای به همراه مصرف مکمل بتاآلانین در مردان ۲۲ سال دوچرخه‌سوار سرعت با مقدار مصرفی مکمل ۴/۸ گرم و سه جلسه تمرین در هفته در حالت اسیدوز بدن را مورد بررسی قرار دادند. در پایان ۱۰ هفته، ۶۰ درصد افزایش کارنوزین در هفتهٔ چهارم، افزایش ۱۳ درصدی ظرفیت هوازی و کل کار انجام شده، ۲/۲ کاهش در زمان اجرا و تأخیر در زمان اسیدوز بدن را مشاهده کردند[۲۴].

کندریک[۲] و همکاران (۲۰۰۸)، تحقیقی ۱۰ هفته‌ای با مصرف مکمل بتاآلانین و پلاسیبو و تمرینات مقاومتی در هر دو گروه به جهت عملکرد سطوح کارنوزین عضلات در مردان ۲۲ سال با مقدار مصرفی ۶/۴ گرم بتاآلانین و پلاسیبو انجام دادند. تمرینات شامل سه حرکت قدرتی در اندام فوقانی و سه حرکت در اندام تحتانی با ۸۰ درصد ۱RM و استراحت ۶۰ ثانیه سه جلسه در هفته در پایان ۱۰ هفته در گروه کارنوزین ۸ ±۱۲/۸ میلی مول افزایش کارنوزین مشاهده شد. با این حال مکمل بتاآلانین از نظر عملکردی بر روی قدرت کل بدن و تولید نیروی ایزوکنتیک و استقامت عضلانی در این گروه هیچ تأثیر معنی‌داری نداشت[۵۱].

در مطالعه‌ی دیگری که اسمیت[۳] و همکاران در سال (۲۰۰۹)، به بررسی یک دوره مصرف مکمل بتاآلانین همراه با تمرینات تناوبی شدید بر عملکرد استقامتی و ترکیب بدن در مردان پرداختند، نشان داده شد که ۴ هفته مصرف مکمل بتاآلانین با دوز مصرفی ۱/۵ گرم روزانه در ۲۱ روز اول و دوز مصرفی ۳ گرم روزانه آن هم دو بار در روز، بر حداکثر اکسیژن مصرفی، آستانه‌ی تهویه و کل کار انجام شده تأثیر قابل توجهی داشته است[۵۰].

[۱] Hill et al
[۲] Kendrick et al
[۳] Smith et al

## ۲-۴. جمع بندی

بدلیل تنوع در رشته‌های ورزشی مختلف و اهمیت آنها چه در خارج از فصل مسابقه و چه در فصل مسابقه همراه با مصرف بتاآلانین، پژوهش‌های بیشتر و دقیق‌تری نیازاست. از طرف دیگر بیشتر نتایج در رابطه با بتاآلانین و عملکرد خستگی عصبی-عضلانی است که در این تحقیق هدف، بهبود فاکتورهای مرتبط با عملکرد ورزشی می‌باشد، که یکی از سوالات اساسی است که نیازمند انجام پژوهش‌ها و تحقیقات بیشتر و دقیق‌تر است. نتایج تحقیقات پیشین کمتر به اهمیت فاکتورهای فیزیولوژیکی که باعث بهبود عملکرد و سازگاری‌های ناشی از آن با مصرف بتاآلانین و پاسخ مقادیر لاکتات خون و برخی شاخص‌های آسیب سلولی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز پرداخته است. لذا پژوهش حاضر در صدد است فاکتورهای فیزیولوژیکی و سازگاری‌های ناشی از آن را همراه با مصرف مکمل بتاآلانین در یک دوره‌ی ۴ هفته‌ای متعاقب یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست بررسی کند. لذا هدف از این پژوهش بررسی اثر یک دوره مصرف مکمل بتاآلانین بر ظرفیت هوازی، بی هوازی و پاسخ لاکتات خون و برخی شاخص های آسیب عضلانی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز زنان بسکتبالیست می‌باشد.

# فصل سوم

# روش‌شناسی پژوهش

## ۳-۱. مقدمه

در این فصل اطلاعاتی در مورد روش تحقیق، جامعه و نمونه آماری تحقیق، نحوه‌ی انتخاب آزمودنی‌ها و شرایط ورود به تحقیق، متغیرهای تحقیق، روش و ابزار جمع آوری داده‌ها، روش اجرای تحقیق و مصرف مکمل بتاآلانین، مسائل اخلاقی تحقیق و تجزیه و تحلیل آماری ارائه شده است.

## ۳-۲. طرح تحقیق

تحقیق حاضر در قالب طرح‌های نیمه تجربی دو گروهی (تجربی و کنترل) با اندازه گیری پیش‌آزمون-پس‌آزمون انجام شد(جدول۳-۱ )(شکل۳-۱).

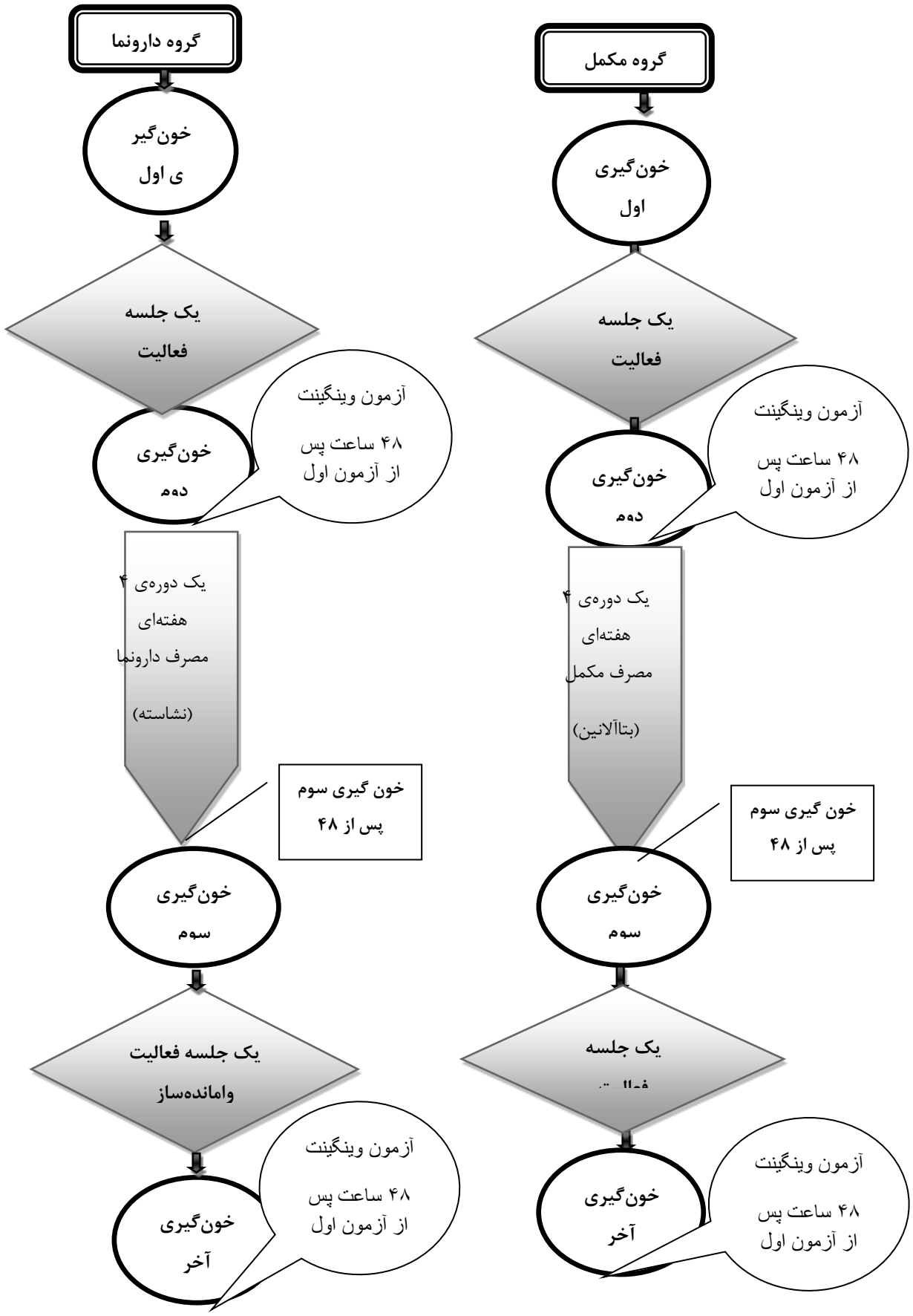
| مراحل / گروه‌ها | خونگیری ۱ | پروتکل ورزشی | خونگیری ۲ | پروتکل تمرینی و مکمل‌دهی | خونگیری ۳ | پروتکل ورزشی | خونگیری ۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تجربی | $S_1$ | آزمون وامانده‌ساز (بروس) | $S_2$ | تجربی | $S_3$ | آزمون وامانده‌ساز (بروس) | $S_4$ |
| کنترل | $S'_1$ | آزمون وامانده‌ساز (بروس) | $S'_2$ | کنترل | $S'_3$ | آزمون وامانده‌ساز (بروس) | $S'_4$ |

***جدول۳-۱. طرح تحقیق***

-خونگیری‌های ۱ و ۳ قبل از اجرای فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در حالت ناشتا انجام شد.

- خونگیری‌های ۲ و ۴ بلافاصله پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز انجام شد.

شکل ۳-۱. طرح تحقیق



## ۳-۳. جامعه و نمونه آماری تحقیق

در تحقیق حاضر ۱۸ نفر از بازیکنان بسکتبالیست دانشگاه صنعتی شاهرود که سابقه شرکت در مسابقات و المپیادهای منطقه ای را داشتند و دارای حداقل سابقه تمرین منظم ۵ ساله بودند جهت ارزیابی‌های اولیه و تعیین اکسیژن مصرفی بیشینه دعوت شدند. این تعداد از بسکتبالیست‌های انتخاب شده برای هماهنگی‌های اولیه به یک جلسه‌ی توجیهی دعوت شدند. در این جلسه، شرایط و نحوه‌ی انجام پژوهش به صورت شفاهی و در قالب فرم‌های ویژه تحقیقات انسانی بر اساس اصول کمیته‌ی اخلاق در پژوهشکده تربیت بدنی به افراد توضیح داده شد و سپس از افراد رضایت‌نامه‌ی کتبی گرفته شد (پیوست الف). آزمودنی‌ها بر اساس حداکثر اکسیژن مصرفی در دو گروه همگن بتاآلانین (B) و دارونما (P) قرار گرفتند.

***جدول ۳-۲. معیارهای ورود و خروج تحقیق***

| معیارهای ورود به تحقیق | معیارهای خروج از تحقیق |
|---|---|
| - دامنه‌ی سنی ۱۸تا ۲۵ سال<br>- سابقه‌ی تمرین بسکتبال منظم>۵سال<br>- عدم مصرف مکمل ۶ ماه قبل از اجرا و در طول تحقیق<br>- فاقد هرگونه بیماری<br>- عدم مصرف داروهای ضدالتهاب | - عدم پیروی از برنامه تمرینی ارائه شده و حضور نامنظم در تمرینات<br>- عدم رعایت موارد لازم برای حضور در جلسات خون‌گیری |

## ۳-۴. متغیرهای تحقیق

### ۳-۴-۱. متغیر مستقل

متغیرهای مستقل این تحقیق مصرف مکمل بتاآلانین به مدت ۴ هفته و یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز بود.

**۳-٤-۲. متغیرهای وابسته**

متغیر های وابسته در این مطالعه عبارتند از توان هوازی (حداکثر اکسیژن مصرفی)، توان بی هوازی، میزان لاکتات خون، لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز سرم.

## ۳-۵. روش جمع‌آوری داده‌ها

**۳-۵-۱. ابزار و وسایل اندازه‌گیری**

- **دستگاه سنجش قد:** جهت اندازه گیری قد آزمودنی ها از قدسنج SECA با دقت نیم سانتی متر استفاده شد.

- **دستگاه سنجش ترکیب بدن:** برای ارزیابی ترکیب بدن از دستگاه Inbody استفاده شد.

- **نوارگردان:** از نوارگردان ساخت ایتالیا با مارک تکنوجیم، برای اجرای تست بروس به عنوان فعالیت وامانده‌ساز استفاده شد.

- **چرخ کارسنج:** از دوچرخه مونارک ساخت شرکت آلمان جهت اجرای تست وینگیت استفاده شد.

- سرنگ ۱۰ میلی لیتر جهت خون‌گیری.

- ویال‌های حاوی EDTA.

- دستگاه اتوآنالایزر Mindray BS800.

- **کیت‌های مخصوص:** به منظور اندازه‌گیری‌های متغییرهای لاکتات خون، لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز سرم از کیت پارس آزمون استفاده شد.

- **برگه‌ی ثبت اطلاعات فردی:** جهت ثبت مشخصات فردی و تمرینی آزمودنی‌ها.

- **فرم یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته:** به منظور همسان‌سازی تغذیه‌ی آزمودنی‌ها طی ۲۴ ساعت قبل از روزهای نمونه‌گیری.

- **فرم توضیح روش اجرای طرح و رضایت‌نامه:** به منظور رعایت اخلاق در پژوهش و اطمینان از رضایت آزمودنی‌ها.

**۳-۵-۲. روش اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریک**

طی یک جلسه حضور در آزمایشگاه ارزیابی عوامل آنتروپومتریک (قد، وزن، شاخص توده‌ی بدن، درصد چربی بدن) با استفاده از قدسنج و دستگاه ترکیب بدن Inbody بعمل آمد. قد آزمودنی‌ها به‌طور ایستاده و با چسباندن پاشنه‌ها، باسن و پشت سر به دیواره‌ی دستگاه قدسنج بر حسب سانتی‌متر تعیین شد. علاوه براین، از آزمودنی‌ها خواسته شد پس از تخلیه‌ی روده و مثانه، تنها با یک شورت ورزشی بر روی دستگاه در حالت ایستاده و سکون قرار گیرند و دسته‌های مخصوص بر روی دستگاه را با دو دست و با فاصله از بدن بگیرند. جهت همسان سازی شرایط اولیه برای اندازه‌گیری ترکیب بدن در ابتدا و انتهای تحقیق، اندازه‌گیری‌ها در حالت ناشتا و قبل از خون‌گیری انجام شد.

**۳-۵-۳. روش تعیین شاخص‌های عملکردی**

برای تعیین ظرفیت هوازی از آزمون نوارگردان بروس استفاده شد. این آزمون ۷ مرحله دارد و معمولا در آغاز فرد روی نوارگردان راه می‌رود و با افزایش سرعت و شیب از مرحله سوم و چهارم به راه رفتن سریع می‌پردازد و در صورت توانایی برای ادامه فعالیت شروع به دویدن می‌کند. هر مرحله از آزمون بروس ۳ دقیقه طول می‌کشد و شیب و سرعت دستگاه در هر مرحله مطابق جدول ۳-۳ افزایش می‌یابد.

*جدول ۳-۳. شیب و سرعت نوارگردان در آزمون بروس*

| مرحله | شیب(درصد) | سرعت | | |
|---|---|---|---|---|
| | | مایل در ساعت | کیلو متردرساعت | متر در دقیقه |
| اول | ۱۰ | ۱/۷ | ۲/۷ | ۴۵ |
| دوم | ۱۲ | ۲/۵ | ۴ | ۶۷ |
| سوم | ۱۴ | ۳/۴ | ۵/۵ | ۹۲ |
| چهارم | ۱۶ | ۴/۲ | ۶/۸ | ۱۱۳ |
| پنجم | ۱۸ | ۵ | ۸ | ۱۳۳ |
| ششم | ۲۰ | ۵/۵ | ۸/۸ | ۱۴۷ |
| هفتم | ۲۲ | ۶ | ۹/۶ | ۱۶۰ |

(مدت هر مرحله ۳ دقیقه است)

در نهایت رکورد به دست آمده در فرمول زیر قرار داده می‌شود تا اکسیژن مصرفی بیشینه تخمین زده شود.

فرمول برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی در بانوان ❋ : ۴/۳۸ × زمان – ۳ /۹ =

**میلی لیتر بر دقیقه به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن**

همچنین برای برآورد ظرفیت بی‌هوازی از آزمون چرخ کارسنج ۳۰ ثانیه‌ای وینگیت استفاده شد. این آزمون حداکثرتلاش۳۰ ثانیه‌ای بر روی دوچرخه کارسنج است که عملکرد بی‌هوازی را ارزیابی می‌کند. بالاترین بازده توان که به صورت اوج توان ثبت می‌شود که طی ۳ تا ۵ ثانیه‌ی اول رخ میدهد. عملکرد دوم توان حداقل می‌باشد و عملکرد سوم میانگین توان می‌باشد. در نهایت با استفاده از فرمول زیر شاخص خستگی بدست می‌آید که درجه میزان افت و تنزل توان را نشان می دهد و به صورت درصد اوج توان محاسبه می‌شود. در این پژوهش فشار اولیه و اصلی آزمون وینگیت ۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن اعمال شد.

۱۰۰ × توان اوج / (توان حداقل – توان اوج) : فرمول برای برآورد شاخص خستگی ❋

**۳-۵-٤. روش اندازه‌گیری آزمایشگاهی**

مقادیر لاکتات خون، لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون (ParsAzmoom,Iran) و با روش رنگ‌سنجی بیوشیمیایی اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری خونی ورزشکاران در صبح یک روز در حالت ناشتا (۴۸ ساعت بدون تمرین) از ورید بازویی به مقدار ۵ سی‌سی قبل از انجام فعالیت شدید و بلافاصله پس از آزمون بروس گرفته شد. نمونه‌های خونی وارد لوله‌های حاوی EDTA شده و پس از سانتریفیوژ شدن، سرم‌های جدا شده در دمای ۷۰- جهت آنالیزهای بعدی نگهداری شد.

**۳-۵-۵. شیوه مصرف مکمل در طول تحقیق**

گروه مکمل، روزانه ۶/۴ گرم مکمل بتاآلانین در ۲ نوبت، هر بار ۳/۲ گرم در روزهای تمرین قبل و بعد از تمرین و در روزهای غیر تمرین صبح و بعد ظهر در یک دوره‌ی ۴ هفته‌ای مصرف کردند. گروه دارونما نیز در این دوره همان الگوی مصرفی گروه‌های قبلی را داشتند با این تفاوت که به جای مکمل بتاآلانین از دارونما (پودر نشاسته) در کپسول های مشابه بتاآلانین استفاده شد.

**۳-۵-٦. رژیم غذایی در طول تحقیق**

جهت همسان‌سازی رژیم غذایی در روزهای قبل از خونگیری، در جلسه‌ی اول برگه‌های یادآمد غذایی (پیوست ب) به آزمودنی‌ها داده شد و از آن‌ها خواسته شد تا رژیم غذایی روز قبل از خون‌گیری اول را ثبت کنند و در روز قبل از جلسه خون‌گیری نهایی، از آزمودنی‌ها خواسته شد همان رژیم غذایی را پیروی کنند.

**۳-۶. روش اجرا**

پس از قرارگیری آزمودنی‌ها در گروه‌های مکمل و کنترل، از افراد گروه کنترل خواسته شد فعالیت روزانه و مصرف مکمل خود را در طی دوره‌ی ۴ هفته بر اساس دستور محقق ادامه دهند و در

صورت هر گونه تغییر، محقق را مطلع نمایند. در طی این دوره آزمودنی جهت آمادگی برای شرکت در مسابقات المپیاد دانشجویان کشوری، در تمرینات آماده‌سازی شرکت کردند در هر جلسه، تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن و تمرینات بال‌هندینگ، ۶۰ دقیقه تمرینات تکنیکی و تاکتیکی، ۱۰ دقیقه تمرین شوت و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود.

در ابتدای تحقیق و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین از آزمودنی‌ها خواسته شد برای تهیه‌ی نمونه‌ی خون از ساعت ۷/۵ الی ۸/۵ صبح به صورت ناشتا در آزمایشگاه حضور داشته باشند. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود شب قبل از جلسات خون‌گیری شام را تا ساعت ۱۰ میل کرده و از ساعت ۱۲ شب به بعد از خوردن و آشامیدن امتناع کنند. از آزمودنی‌ها خواسته شد از ۴۸ ساعت قبل از خونگیری از انجام هرگونه فعالیت ورزشی شدید خودداری نموده و اقدامات لازم ارائه شده توسط محقق را پیش از حضور در آزمایشگاه رعایت نمایند. پس از آن‌که آزمودنی‌ها در حالت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه کردند، ۵ سی سی خون از ورید پیش‌آرنجی گرفته شد و به لوله‌های مربوطه منتقل گردید. سپس آزمودنی‌ها آزمون بروس را به عنوان یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز انجام دادند و بلافاصله پس از انجام آن خون‌گیری دوم مشابه مرحله‌ی قبل از فعالیت انجام شد. نمونه‌های خونی جهت جداسازی سرم‌های مربوطه سانتریفیوژ شدند و سرم‌های جدا شده در میکروتیوب‌های ۵۰۰ میکرولیتری و در فریزر با دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد برای اندازه‌گیری‌های بعدی نگهداری شدند. در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، ۴۸ ساعت پس از آزمون بروس، آزمودنی‌ها برای اجرای تست وینگیت در آزمایشگاه حضور یافتند.

### ۳-۷. مسائل اخلاقی تحقیق

۱. از کلیه‌ی آزمودنی‌ها بعد از اطلاع کامل از مراحل تحقیق خواسته شد رضایت خود را قبل از شروع طرح کتباً اعلام نمایند.

۲. آزمودنی‌ها مختار بودند در هر مرحله از تحقیق از ادامه‌ی همکاری خود انصراف دهند.

۳. آزمودنی‌ها مختار بودند در هر جلسه از تمرین در صورت عدم تمایل از تمرین انصراف دهند.

۴. کلیه‌ی مسائل بهداشتی در زمان خون‌گیری و تمرین رعایت شد.

### ۳-۸. تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و Excel2007 مورد آنالیز قرار گرفتند. در ابتدا وضعیت توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون آماری شپیرو-ویلک بررسی شد و پس از اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها، آزمون‌های آماری پارامتریک شامل آزمون تی وابسته، تی مستقل و تحلیل واریانس مکرر با عامل بین‌گروهی جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری$P<۰/۰۵$ انجام شد.

# فصل چهارم

# تجزیه وتحلیل داده‌ها

## ۴-۱. مقدمه

در این فصل، از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی برای ارائه نتایج استفاده شده است. در ابتدا توصیف داده‌ها به صورت جداول ارائه شده و وضعیت توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شپیرو-ویلک مورد بررسی قرار گرفت و پس از آن برای اطمینان از عدم تفاوت بین گروهی در مرحله ابتدای تحقیق، داده‌های به دست آمده در این مرحله برای دو گروه با استفاده از آزمون تی مستقل مورد مقایسه قرار گرفت. در بخش بررسی فرضیه‌ها، ابتدا متغیرهای تحقیق با استفاده از آمار توصیفی خلاصه و جمع بندی شده و سپس فرضیه‌ها با استفاده از روش‌های آماری مناسب مورد آزمون قرار گرفتند. به منظور مقایسه داده‌های قبل و بعد از دوره تحقیق در هر گروه از آزمون تی وابسته استفاده شد. همچنین به منظور بررسی تفاوت در تغییرات شاخص‌ها بین گروهه از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمام تحلیل‌های آماری ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

## ۴-۲. توصیف یافته‌های تحقیق

در این بخش داده‌های حاصل از نمونه‌ی مورد بررسی در قالب آماره مناسب به صورت جدول و نمودار خلاصه، دسته بندی و توصیف می‌شوند. میانگین کل شاخص‌های فردی آزمودنی‌ها از جمله سن، وزن، قد و ... درجدول ۴-۱ ارائه شده است.

*جدول ۴-۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در مرحله پیش‌آزمون*

| شاخص / گروه | قد ( سانتی‌متر) | سن (سال) | وزن (کیلوگرم) | شاخص توده بدن ($kg/m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| تمرین-مکمل | /۵۵±۵/۵۰<br>۱۶۳ | ۱۱±۲/۵۷<br>۲۲/ | /۱۳±۸/۲۴<br>۶۲ | ۱۸±۲/۶۳<br>۲۳/ |
| تمرین-دارنما | ±۱۰/۰۰<br>۱۶۵/۰۰ | ۰۰±۲/۹۱<br>۲۱/ | ۵۲±۱۴/۰۶<br>۵۴/ | ۷۸±۳/۴۴<br>۱۹/ |

در جدول ۴-۲ و ۴- ۳ شاخص‌های اندازه‌گیری شده (متغیرهای وابسته تحقیق) شامل متغیرهای عملکردی و خونی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون گزارش شده است.

*جدول ۴-۲. شاخص‌های عملکردی آزمودنی‌ها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون*

| گروه / شاخص | تمرین-مکمل (n-۹) | | تمرین-دارونما(n-۹) | |
|---|---|---|---|---|
| | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون |
| حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg.min) | ۳۵/۸۹±۴/۳۴ | ۴۳/۳۹±۳/۹۸ | ۳۳/۵۷±۴/۸۷ | ۳۹/۰۲±۴۷/۸۹ |
| اوج توان (w/Kg) | ۶/۱۹±۱/۱۸ | ۷/۷۲±۱/۲ | ۶/۱۷±۰/۷۵ | ۷/۳۱±۰/۹۳ |
| میانگین توان (w/Kg) | ۴/۳۸±۰/۷۵ | ۵/۵۴±۰/۷۳ | ۴/۳۵±۰/۴۷ | ۵/۴۲±۱/۵۶ |
| حداقل توان (w/Kg) | ۲/۵۶±۰/۵۶ | ۳/۹۶±۰/۱۳ | ۳/۰۱±۰/۵۶ | ۴/۱±۰/۴۷ |
| شاخص خستگی (%) | ۵۷/۸۵±۹/۴۲ | ۴۷/۸۱±۸/۷۳ | ۵۰/۴۷±۸/۰۰ | ۴۳/۶±۵/۷۹ |

*جدول ۴-۳. شاخص‌های خونی آزمودنی‌ها قبل و بعد از فعالیت وامانده‌ساز در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون*

| گروه | زمان خونگیری | | لاکتات(mg/dl) | کراتین کیناز (u/l) | لاکتات دهیدروژناز (u/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| مکمل | پیش‌آزمون | قبل از فعالیت وامانده‌ساز | ۲۱/۸۸±۵/۴۶ | ۱۵۴/۱۱±۴۵/۶۰ | ۴۱۸/۴۴±۱۳۰/۰۲ |
| | | بعد از فعالیت وامانده‌ساز | ۷۳/۷۷±۸/۱۸ | ۲۵۸/۷۷±۵۴/۳۷ | ۶۴۴/۵۵±۱۴۵/۶۹ |
| | پس‌آزمون | قبل از فعالیت وامانده‌ساز | ۱۸/۰۰±۴/۷۴ | ۱۷۶/۸۸±۵۸/۵۹ | ۴۴۲/۲۲±۱۱۱/۲۲ |
| | | بعد از فعالیت وامانده‌ساز | ۵۴/۱۱±۶/۶۴ | ۲۶۱/۳۳±۶۳/۹۴ | ۷۰۰/۶۶±۱۶۰/۳۱ |
| دارونما | پیش‌آزمون | قبل از فعالیت وامانده‌ساز | ۱۸/۸۴±۳/۴۳ | ۱۷۳/۲۲±۲۵/۵۶ | ۴۴۱/۷۷±۱۱۱/۴ |
| | | بعد از فعالیت وامانده‌ساز | ۶۷/۲۲±۹/۸۹ | ۲۸۴/۷۷±۴۶/۰۰ | ۶۷۳/۷۷±۱۷۸/۹۴ |
| | پس‌آزمون | قبل از فعالیت وامانده‌ساز | ۱۷/۴۴±۲/۷۴ | ۱۹۸/۰۰±۷۳/۶۲ | ۴۵۱/۸۸±۱۱۸/۰۴ |
| | | بعد از فعالیت وامانده‌ساز | ۶۰/۵۵±۹/۴۲ | ۲۷۱/۶۶±۷۴/۲۷ | ۷۰۶/۸۸±۱۶۳/۶۹ |

## ۴-۳. بررسی توزیع داده‌ها

قبل از انجام تحلیل‌های آماری در این تحقیق جهت بهتر روشن شدن برخی از ویژگی‌های متغیرهای وابسته، شناخت بهتر پیش فرض‌های مورد نیاز برای استفاده از آزمون‌های آماری تحقیق و مخصوصاً حذف داده‌های پرت از مجموعه‌ی داده‌ها اقدام به تحلیل اکتشافی داده‌ها نمودیم. چرا که وجود داده‌های پرت یا مقدار انتهایی با توجه به تأثیرات اهرمی که بر روی شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی دارند، باعث انحراف نتایج تحقیق می‌شود. کلیه ی متغیرهای اندازه گیری شده در این تحقیق از لحاظ وجود داده‌های پرت کنترل شدند. بنابراین، با توجه به گزارش سطح معناداری $P<۰/۰۵$ آزمون شپیرو- ویلک، وضعیت داده‌های کلیه‌ی متغیرهای مشخصات بدنی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از توزیع طبیعی برخوردار است (جدول ۴-۴ و ۴-۵). بنابراین، می‌توان از آزمون‌های پارامتریک برای تحلیل داده‌ها استفاده کرد. همچنین از آزمون تی مستقل برای مقایسه‌ی مقادیر پیش‌آزمون داده‌های آنتروپومتریکی استفاده شد و نتایج نشان داد که هیچگونه تفاوت معنی‌دار یا حتی نزدیک به معنی‌داری، بین دو گروه وجود ندارد.

*جدول۴-۴. نتایج آزمون شپیرو-ویلک برای ویژگی‌های فردی و متغیرهای خونی در مرحله پیش‌آزمون*

| گروه | شاخص | قد (m) | وزن (kg) | BMI ($kg/m^2$) | سن (سال) | VOrmax | اوج توان | میانگین توان | حداقل توان | شاخص خستگی | لاکتات | CK | LDH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تمرین-مکمل | N | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ |
| | Z | ۰/۹۱۱ | ۰/۹۹۰ | ۰/۹۴۹ | ۰/۹۱۴ | ۰/۹۱۰ | ۰/۸۵۶ | ۰/۸۷۵ | ۰/۹۴۳ | ۰/۸۹۷ | ۰/۹۳۰ | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۴۱ |
| | P | ۰/۳۲۴ | ۰/۹۹۶ | ۰/۶۷۷ | ۰/۳۴۸ | ۰/۳۱۷ | ۰/۰۸۸ | ۰/۱۴۰ | ۰/۶۱۶ | ۰/۲۳۵ | ۰/۴۸۲ | ۰/۹۷۶ | ۰/۵۹۵ |
| تمرین-دارونما | N | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ | ۹ |
| | Z | ۰/۹۵۳ | ۰/۹۷۲ | ۰/۹۵۳ | ۰/۸۴۳ | ۰/۹۴۴ | ۰/۹۱۸ | ۰/۸۹۰ | ۰/۹۱۴ | ۰/۸۳۷ | ۰/۹۵۰ | ۰/۹۱۴ | ۰/۹۲۳ |
| | P | ۰/۷۲۸ | ۰/۹۱۴ | ۰/۷۱۸ | ۰/۰۶۳ | ۰/۶۲۷ | ۰/۳۷۴ | ۰/۱۹۸ | ۰/۳۴۳ | ۰/۰۵۴ | ۰/۶۹۵ | ۰/۳۴۳ | ۰/۴۱۷ |

## ۴-۴. آزمون فرضیه‌های تحقیق

در ابتدا وضعیت توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون آماری شپیرو-ویلک بررسی شد و پس از اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها، آزمون‌های آماری پارامتریک شامل آزمون تی وابسته، تی مستقل و تحلیل واریانس مکرر جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری$P<۰/۰۵$ انجام شد.

### ٤-٤-١. فرضیه اول

مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما تأثیر متفاوتی بر ظرفیت هوازی زنان بسکتبالیست دارد.

با استفاده از آزمون تی همبسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شده که حداکثر اکسیژن مصرفی در هر دو گروه به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴-۶ و نمودار ۴-۱).

*جدول ۴-۵. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات VO2max در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون*

| گروه | درجات آزادی | مقدار t | p |
|---|---|---|---|
| **تمرین+مکمل** | ۸ | ۵/۶۰۳ | ۰/۰۰۱ |
| **تمرین+دارونما** | ۸ | ۲/۳۶۱ | ۰/۰۴۶ |

مقایسه تغییرات بین‌گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که اثر تقابل گروه*زمان معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی وجود نداشت (جدول ۴-۷). با توجه به نتیجه‌ی آزمون تحلیل واریانس، فرضیه‌ی اول تحقیق مبنی بر تأثیرگذاری متفاوت مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما بر ظرفیت هوازی زنان بسکتبالیست مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

*جدول ۴-۶. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات VO2max*

| گروه | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| **زمان** | ۳۷۷/۲۶۶ | ۱ | ۳۷۷/۲۶۶ | ۲۳/۵۶۹ | ۰/۰۰۰۱ |
| **زمان*گروه** | ۹/۵۲۸ | ۱ | ۹/۵۲۸ | ۰/۵۹۵ | ۰/۴۵۲ |

**نمودار ۴-۱.** تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه.

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

### ٤-٤-٢. فرضیه دوم

مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما تأثیر متفاوتی بر اوج توان زنان بسکتبالیست دارد.

با استفاده از آزمون تی همبسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شده که اوج توان در هر دو گروه به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴-۸ و نمودار ۴-۲).

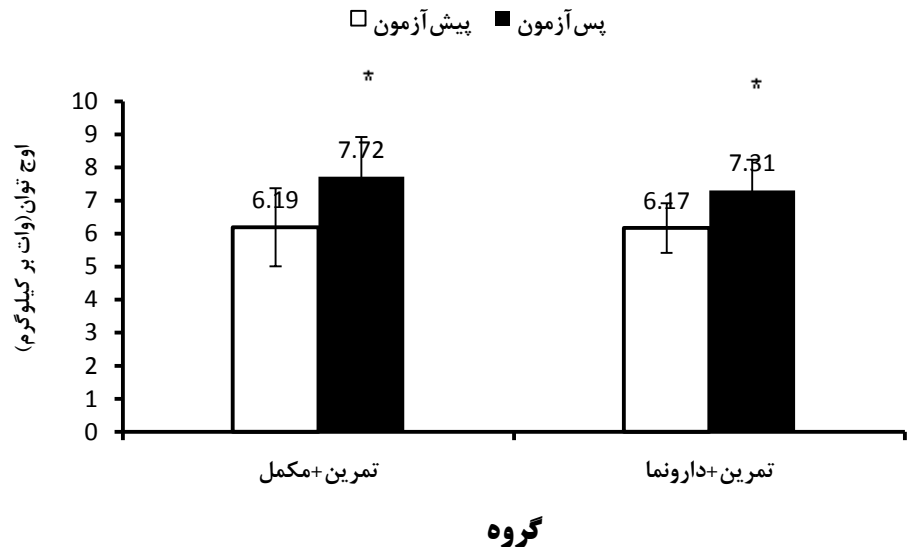
***جدول ۴-۷. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات اوج توان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون***

| گروه | درجات آزادی | مقدار t | p |
|---|---|---|---|
| **تمرین+مکمل** | ۸ | ۷/۲۴۸ | ۰/۰۰۱ |
| **تمرین+دارونما** | ۸ | ۶/۴۶۲ | ۰/۰۰۱ |

مقایسه تغییرات بین‌گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که اثر تقابل گروه*زمان معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی در این شاخص وجود نداشت (جدول۴-۹). بنابران، با توجه به نتیجه‌ی آزمون تحلیل واریانس، فرضیه‌ی دوم تحقیق مبنی بر تأثیرگذاری متفاوت مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما بر اوج توان زنان بسکتبالیست مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

***جدول ۴-۸. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات اوج توان***

| گروه | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| **زمان** | ۱۵/۹۲۰ | ۱ | ۱۵/۹۲۰ | ۹۴/۱۷۴ | ۰/۰۰۰۱ |
| **زمان*گروه** | ۰/۳۵۶ | ۱ | ۰/۳۵۶ | ۲/۱۰۶ | ۰/۱۶۶ |




**نمودار ۴-۲.** تغییرات اوج توان در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه.

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

### ٤-٤-٣. فرضیه سوم

مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما تأثیر متفاوتی بر حداقل توان زنان بسکتبالیست دارد.

با استفاده از آزمون تی همبسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شده که حداقل توان در هر دو گروه به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴-۱۰ و نمودار ۴-۳).

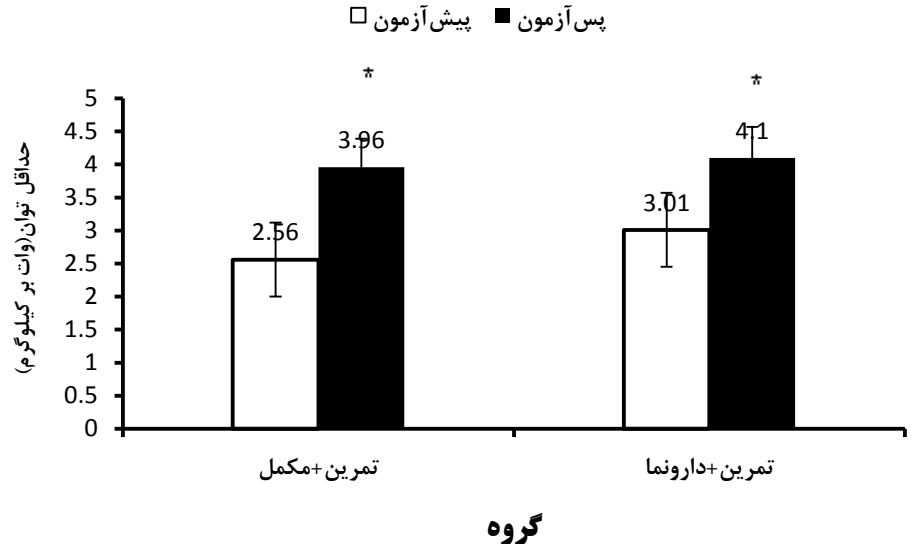
***جدول ۴-۹. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات حداقل توان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون***

| گروه | درجات آزادی | مقدار t | p |
|---|---|---|---|
| **تمرین+مکمل** | ۸ | ۹/۰۴۱ | ۰/۰۰۱ |
| **تمرین+دارونما** | ۸ | ۶/۴۹۱ | ۰/۰۰۱ |

مقایسه تغییرات بین‌گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که اثر تقابل گروه*زمان معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی در این شاخص وجود نداشت (جدول ۴-۱۱). بنابراین، با توجه به نتیجه‌ی آزمون تحلیل واریانس، فرضیه‌ی سوم تحقیق مبنی بر تأثیرگذاری متفاوت مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما بر حداقل توان زنان بسکتبالیست مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

*جدول ۴-۱۰. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات حداقل توان*

| گروه | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| **زمان** | ۱۳/۵۵۵ | ۱ | ۱۳/۵۵۵ | ۱۱۹/۳۹۷ | ۰/۰۰۰۱ |
| **زمان*گروه** | ۰/۲۵۲ | ۱ | ۰/۲۵۲ | ۲/۲۱۷ | ۰/۱۵۶ |




**نمودار ۴-۳.** تغییرات حداقل توان در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه.

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

### ٤-٤-٤. فرضیه چهارم

مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما تأثیر متفاوتی بر میانگین توان زنان بسکتبالیست دارد.

با استفاده از آزمون تی همبسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شده که میانگین توان در هر دو گروه به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴-۱۲ و نمودار ۴-۴).

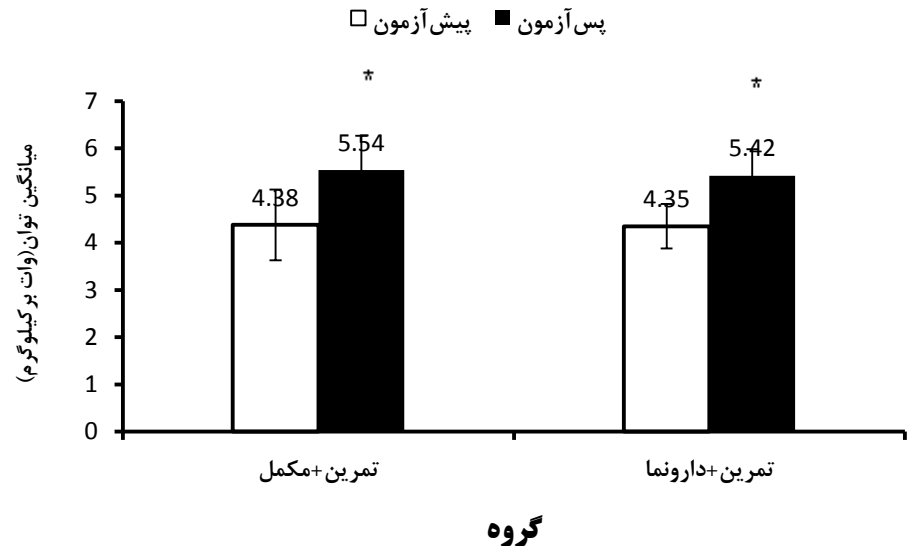
*جدول ۴-۱۱. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات میانگین توان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون*

| گروه | درجات آزادی | مقدار t | p |
|---|---|---|---|
| **تمرین+مکمل** | ۸ | ۷/۳۶۱ | ۰/۰۰۱ |
| **تمرین+دارونما** | ۸ | ۹/۹۹۴ | ۰/۰۰۰۱ |

مقایسه تغییرات بین‌گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که اثر تقابل گروه*زمان معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی در این شاخص وجود نداشت (جدول ۴-۱۳). بنابراین، با توجه به نتیجه‌ی آزمون تحلیل واریانس، فرضیه‌ی چهارم تحقیق مبنی بر تأثیرگذاری متفاوت مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما بر میانگین توان زنان بسکتبالیست مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

*جدول ۴-۱۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات میانگین توان*

| گروه | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| **زمان** | ۱۱/۲۳۴ | ۱ | ۱۱/۲۳۴ | ۱۳۷/۰۱۱ | ۰/۰۰۰۱ |
| **زمان*گروه** | ۰/۰۱۸ | ۱ | ۰/۰۱۸ | ۰/۲۲۲ | ۰/۶۴۴ |




**نمودار ۴-۴.** تغییرات میانگین توان در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه.

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

## ۴-۴-۵. فرضیه پنجم

مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما تأثیر متفاوتی بر شاخص خستگی زنان بسکتبالیست دارد.

با استفاده از آزمون تی همبسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شده که شاخص خستگی در هر دو گروه به طور معنی‌داری کاهشیافت (جدول ۴-۱۴ و نمودار ۴-۵).

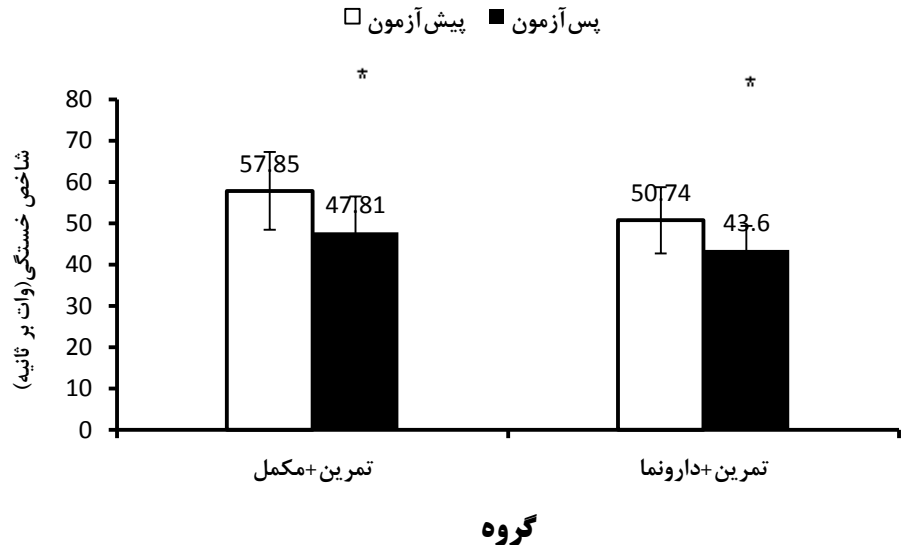
***جدول ۴-۱۳. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات شاخص خستگی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون***

| گروه | درجات آزادی | مقدار t | p |
|---|---|---|---|
| **تمرین+مکمل** | ۸ | ۴/۳۴۰ | ۰/۰۰۲ |
| **تمرین+دارونما** | ۸ | ۲/۴۶۶ | ۰/۰۳۹ |

مقایسه تغییرات بین‌گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که اثر تقابل گروه*زمان معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی در این شاخص وجود نداشت (جدول ۴-۱۵). بنابراین، با توجه به نتیجه‌ی آزمون تحلیل واریانس، فرضیه‌ی پنجم تحقیق مبنی بر تأثیرگذاری متفاوت مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما بر شاخص خستگی زنان بسکتبالیست مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

***جدول ۴-۱۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در تغییرات شاخص خستگی***

| گروه | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| **زمان** | ۶۶۳/۵۰۶ | ۱ | ۶۶۳/۵۰۶ | ۴۹۸/۲۱ | ۰/۰۰۰۱ |
| **زمان*گروه** | ۱۸/۹۷۰ | ۱ | ۱۸/۹۷۰ | ۰/۶۱۵ | ۰/۴۴۴ |




**نمودار ۴-۵.** تغییرات شاخص خستگی در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه.

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

**٤-٤-٦. فرضیه ششم**

مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما تأثیر متفاوتی بر پاسخ لاکتات خون به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست دارد.

با استفاده از آزمون تی همبسته برای بررسی تاثیر فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بر سطوح لاکتات خون در مراحل پیش‌آزمون مشاهده شد که فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون باعث افزایش معنی‌دار سطوح لاکتات خون شد (جدول ۴-۱۶ و نمودار ۴-۶).

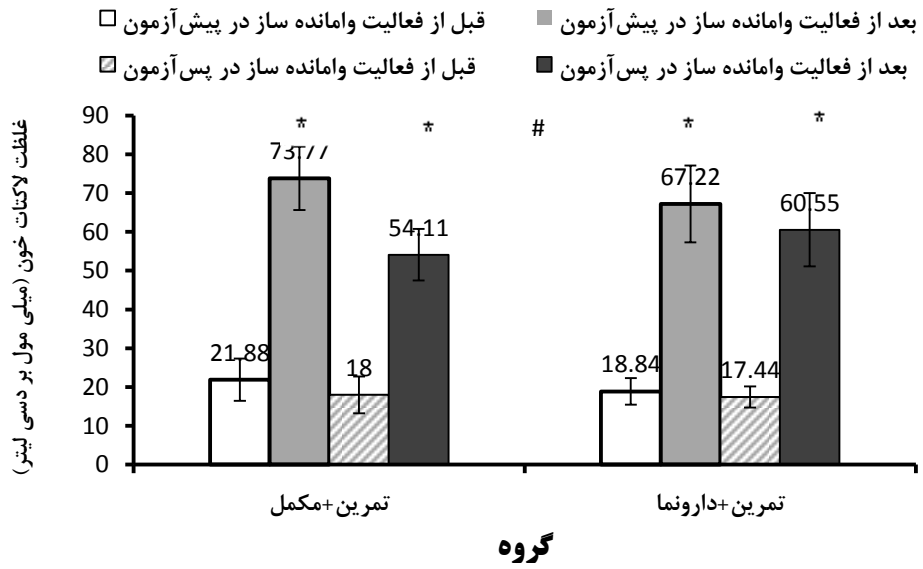
***جدول ۴-۱۵. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات غلظت لاکتات خون در پاسخ به فعالیت وامانده‌ساز در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون***

| گروه | مرحله | درجات آزادی | مقدار t | p |
|---|---|---|---|---|
| **تمرین+مکمل** | پیش‌آزمون | ۸ | ۷/۴۲۵ | ۰/۰۰۰۱ |
| | پس‌آزمون | ۸ | ۷/۱۹۱ | ۰/۰۰۰۱ |
| **تمرین+دارونما** | پیش‌آزمون | ۸ | ۶/۴۱۳ | ۰/۰۰۰۱ |
| | پس‌آزمون | ۸ | ۶/۷۱۲ | ۰/۰۰۰۱ |

به منظور مقایسه‌ی تفاوت بین گروهی در پاسخ لاکتات خون به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز، ابتدا اختلاف داده‌های قبل و پس از فعالیت وامانده‌ساز در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون به دست آمده و سپس با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین‌گروهی مقایسه شد. این آزمون نشان داد که اثر تقابل گروه*زمان معنی‌دار است که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی در این شاخص وجود داشت به طوریکه افزایش لاکتات خون در پاسخ به فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در گروه تمرین+مکمل در مقایسه با تمرین+دارونما کمتر بود (جدول ۴-۱۷). بنابراین، فرضیه ششم تحقیق مبنی بر اثر متفاوت مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما بر پاسخ لاکتات خون به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست مورد تأیید قرار می‌گیرد

*جدول ۴-۱۶. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در پاسخ لاکتات خون به فعالیت وامانده‌ساز*

| گروه | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| زمان | ۲۷۵/۲۲۸ | ۱ | ۲۷۵/۲۲۸ | ۱۰/۲۰۰ | ۰/۰۰۶ |
| زمان*گروه | ۴۸۲/۹۷۴ | ۱ | ۴۸۲/۹۷۴ | ۱۷/۸۹۹ | ۰/۰۰۱ |




**نمودار ۴-۶.** تغییرات غلظت لاکتات در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه.

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

علامت # نشان دهنده تفاوت معنی‌دار با گروه تمرین+دارونما در پاسخ به فعالیت وامانده‌ساز

### ٤-٤-٧. فرضیه هفتم

مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما تأثیر متفاوتی بر پاسخ کراتین کیناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست دارد.

با استفاده از آزمون تی همبسته برای بررسی تاثیر فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بر سطوح کراتین کیناز سرم در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده شد که فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در هر دو

مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون باعث افزایش معنی‌دار سطوح کراتین کیناز سرم شد (جدول ۴-۱۸ و نمودار ۴-۷).

***جدول ۴-۱۷. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات غلظت کراتین‌کیناز سرم در پاسخ به فعالیت وامانده‌ساز در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون***

| گروه | مرحله | درجات آزادی | مقدار t | p |
|---|---|---|---|---|
| **تمرین+مکمل** | پیش‌آزمون | ۸ | ۸/۴۷۴ | ۰/۰۰۰۱ |
| | پس‌آزمون | ۸ | ۸/۸۵۳ | ۰/۰۰۰۱ |
| **تمرین+دارونما** | پیش‌آزمون | ۸ | ۹/۹۴۱ | ۰/۰۰۰۱ |
| | پس‌آزمون | ۸ | ۶/۰۵۴ | ۰/۰۰۰۱ |

به منظور مقایسه تفاوت بین گروهی در پاسخ کراتین کیناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز، ابتدا اختلاف داده‌های قبل و پس از فعالیت وامانده‌ساز در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون به دست آمده و سپس با ستفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین‌گروهی مقایسه شد. این آزمون نشان داد که اثر تقابل گروه*زمان معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی در پاسخ کراتین کیناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز وجود نداشت (جدول ۴-۱۹). بنابراین، فرضیه هفتم تحقیق مبنی بر اثر متفاوت مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما بر پاسخ کراتین کیناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

*جدول ۴-۱۸. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در پاسخ کراتین کیناز سرم به فعالیت وامانده‌ساز*

| گروه | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| زمان | ۷۵۹۸/۰۲۸ | ۱ | ۷۵۹۸/۰۲۸ | ۱۲/۴۶۳ | ۰/۰۰۳ |
| زمان*گروه | ۷۰۲/۲۵۰ | ۱ | ۷۰۲/۲۵۰ | ۱/۱۵۲ | ۰/۲۹۹ |

**نمودار ۴-۷.** تغییرات کراتین کیناز در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه.

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

### ٤-٤-٨. فرضیه هشتم

مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما تأثیر متفاوتی بر پاسخ لاکتات دهیدروژناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست دارد.

با استفاده از آزمون تی همبسته برای بررسی تاثیر فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بر سطوح لاکتات دهیدروژناز سرم در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده شد که فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در هر

دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون باعث افزایش معنی‌دار سطوح لاکتات دهیدروژناز سرم شد (جدول ۴-۲۰ و نمودار ۴-۸).

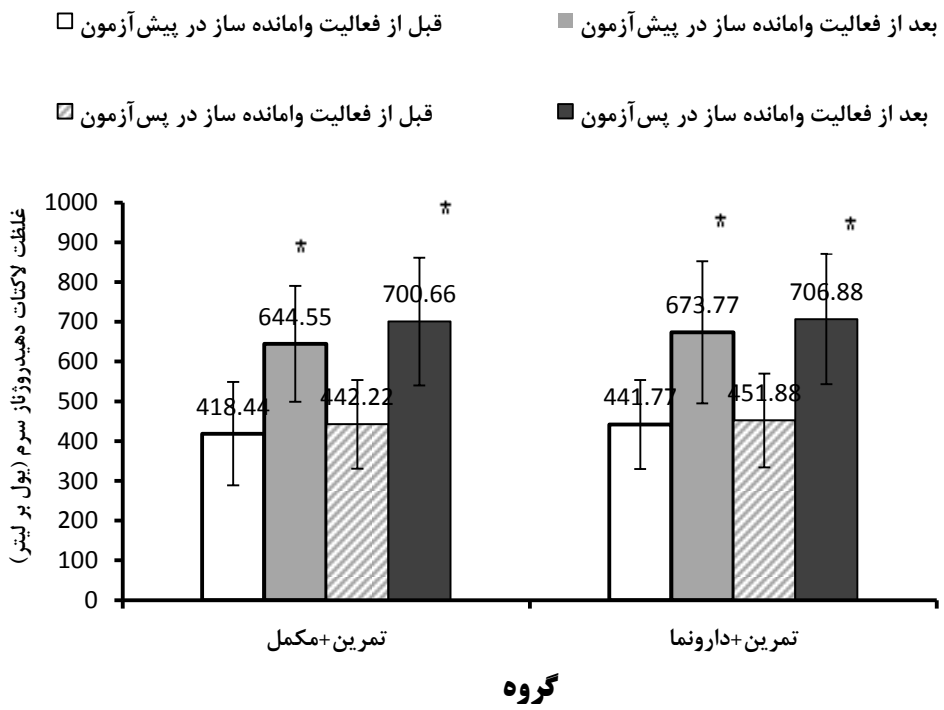
***جدول ۴-۱۹. نتایج آزمون t همبسته برای تغییرات غلظت لاکتات دهیدروژناز سرم در پاسخ به فعالیت وامانده‌ساز در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون***

| گروه | مرحله | درجات آزادی | مقدار t | p |
|---|---|---|---|---|
| **تمرین+مکمل** | پیش‌آزمون | ۸ | ۶/۱۲۹ | ۰/۰۰۰۱ |
| | پس‌آزمون | ۸ | ۵/۳۹۱ | ۰/۰۰۱ |
| **تمرین+دارونما** | پیش‌آزمون | ۸ | ۵/۹۷۶ | ۰/۰۰۰۱ |
| | پس‌آزمون | ۸ | ۷/۵۹۴ | ۰/۰۰۰۱ |

به منظور مقایسه تفاوت بین گروهی در پاسخ لاکتات دهیدروژناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز، ابتدا اختلاف داده‌های قبل و پس از فعالیت وامانده‌ساز در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون به دست آمده و سپس با ستفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر با عامل بین‌گروهی مقایسه شد. این آزمون نشان داد که اثر تقابل گروه*زمان معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی در پاسخ لاکتات دهیدروژناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز وجود نداشت (جدول ۴-۲۱). بنابراین، فرضیه هشتم تحقیق مبنی بر اثر متفاوت مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی در مقایسه با دارونما بر پاسخ لاکتات دهیدروژناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

***جدول ۴-۲۰. نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر برای مشاهده تفاوت بین‌گروهی در پاسخ لاکتات دهیدروژناز سرم به فعالیت وامانده‌ساز***

| گروه | مجموع مجذورات | د رجه آزادی | میانگی ن مجذورات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| زمان | ۶۸۸۹/۰۰ | ۱ | /۰۰ ۶۸۸۹ | ۴/۶۳۳ | ۰/۰۴۷ |
| زمان*گروه | ۱۹۶/۰۰ | ۱ | /۰۰ ۱۹۶ | ۰/۱۳۲ | ۰/۷۲۱ |




نمودار ۴-۸. تغییرات لاکتات دهیدروژناز در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه.

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

## ۴-۵. جمع‌بندی

بررسی تغییرات شاخص‌ها با استفاده از روش‌های آماری نشان داد که تمرینات آماده‌سازی بسکتبال با و بدون مصرف مکمل بتاآلانین باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و بهبود شاخص‌های

ظرفیت بی‌هوازی (اوج توان، میانگین توان و حداقل توان) شد و مقایسه بین گروهی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در این شاخص‌ها وجود نداشت. بنابراین، مصرف مکمل به همراه تمرینات آماده‌سازی تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های عملکردی در زنان بسکتبالیست نداشت.

در بررسی پاسخ شاخص‌های لاکتات خون، کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز پس از یک دوره تمرینات آماده‌سازی با و بدون مصرف مکمل مشاهده شد که پاسخ لاکتات خون به فعالیت وامانده‌ساز در هر دو گروه در مرحله‌ی پس‌آزمون کاهش یافت که بررسی تغییرات این شاخص نشان دهنده اثر تعاملی معنی‌دار گروه*زمان در پاسخ لاکتات خون به فعالیت وامانده‌ساز پس از یک دوره تمرین بسکتبال است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی تأثیر مضاعفی بر کاهش پاسخ لاکتات خون به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست دارد. با این‌حال، تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی در سایر شاخص‌ها (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرم) مشاهده نشد.

# فصل پنجم

# بحث و نتیجه‌گیری

## ۵-۱. مقدمه

در این فصل ابتدا یافته‌های به‌دست آمده از تحقیق حاضر ارائه و با نتایج مطالعات گذشته مورد مقایسه قرار گرفته و سپس دلایل و مکانیسم‌های فیزیولوژیکی احتمالی مربوط به یافته‌ها ارائه می‌گردد. بحث بررسی پژوهش حاضر در دو بخش مجزا به بررسی متغیرهای عملکردی و آسیب سلولی پرداخته است. پس از نتیجه‌گیری کلی در مورد یافته‌های تحقیق در پایان پیشنهاداتی کاربردی و پژوهشی برخاسته از تحقیق ارائه شده است.

## ۵-۲. خلاصه تحقیق

در تحقیق حاضر تأثیر چهار هفته مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی بر ظرفیت هوازی، بی‌هوازی و پاسخ لاکتات خون، لاکتات دهیدروژناز و کراتین کینازسرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در دختران بسکتبالیست بررسی شد. بدین منظور ۱۸ بسکتبالیست که سابقه شرکت در المپیاد منطقه‌ای را داشته‌اند پس از همگن‌سازی بر اساس اکسیژن مصرفی بیشینه به دو گروه تمرین+مکمل و تمرین+دارونما (نشاسته) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها پنج روز در هفته، ۹۰ دقیقه در هر جلسه به مدت چهار هفته به اجرای تمرینات بسکتبال پرداختند. آزمودنی‌های گروه تمرین+دارونما به مقدار ۶/۴ گرم مکمل بتاآلانین را روزانه در دو نوبت ۳/۲ گرم قبل و بعد از تمرین مصرف کردند. گروه تمرین+دارونما نیز در طی این مدت کپسول‌های حاوی پودر نشاسته را به عنوان دارونما دریافت کردند. آزمون‌های عملکردی و بررسی‌های ترکیب بدن و خون‌گیری در ابتدای تحقیق و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین در هر دو گروه به‌عمل آمد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف مکمل به همراه تمرینات تأثیر معنی‌داری بر ظرفیت هوازی و بی‌هوازی آزمودنی‌ها نداشت. همچنین، پاسخ شاخص‌های آسیب سلولی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرم به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز تحت تأثیر مصرف مکمل قرار نگرفت. با این حال، سطوح لاکتات خون متعاقب فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در آزمودنی‌های گروه تمرین+مکمل کمتر از گروه تمرین+دارونما بود.

## ۵-۳. بحث و بررسی

### ۵-۳-۱. شاخص‌های عملکردی

در تحقیق حاضر تأثیر چهار هفته مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی بسکتبال بر ظرفیت‌های هوازی، بی‌هوازی و پاسخ لاکتات خون و نیز متغیرهای مربوط به آسیب سلولی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در دختران بسکتبالیست بررسی شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات آماده‌سازی بسکتبال باعث افزایش ۱۸ درصدی حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تمرین+مکمل و افزایش ۱۵ درصدی در گروه تمرین+دارونما شد که تفاوت معنی‌داری در این تغییرات بین دو گروه مشاهده نشد. علاوه‌براین، پس از چهار هفته تمرین شاخص‌های مربوط به ظرفیت بی‌هوازی اعم از اوج توان، میانگین توان، حداقل توان و شاخص خستگی در هر دو گروه بهبود یافت به طوری‌که این تغییرات در گروه تمرین+مکمل به ترتیب ۱۹٪، ۲۰٪، ۳۵٪ و ۱۷٪ و در گروه تمرین+دارونما به ترتیب ۱۳٪، ۱۵٪، ۲۶٪ و ۱۳٪ بود. این نتایج نشان می‌دهد که بهبودی شاخص‌های عملکرد هوازی و بی‌هوازی در گروه تمرین+مکمل تا حدودی بیشتر از گروه تمرین+دارونما بوده است، با این حال این تفاوت‌های از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند. امروزه ثابت شده است که انجام تمرینات ورزشی به ویژه تمرینات اختصاصی یک رشته ورزشی حتی در یک دوره کوتاه‌مدت باعث بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی می‌شود[۳۱]. در بررسی پیشینه‌ی تحقیقی موجود در زمینه تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی مشاهده می‌شود که یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج استوات[۱] و همکاران (۲۰۰۷) و هافمن[۲] و همکاران (۲۰۰۸) همسو می‌باشد. استوات و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند ۲۸ روز مصرف مکمل بتاآلانین در زنان فعال هیچ تغییری را در حداکثر اکسیژن مصرفی آنها ایجاد نکرد[۵۲]. هافمن و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش گردند بعد از یک ماه مصرف مکمل بتاآلانین در بازیکنان فوتبال دانشگاهی افزایش معنی‌داری در توان بی‌هوازی (اوج توان، میانگین توان، حداقل توان) مشاهده

[۱] Stout et al
[۲] Hoffman et al

نشد[۴۸]. با این وجود، یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج اسمیت[۱] و همکاران (۲۰۰۹) و ون[۲] و همکاران (۲۰۰۹) مغایر است. اسمیت و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین و تمرینات تناوبی شدید را به مدت ۶ هفته بر عملکرد استقامتی و ترکیب بدن مردان بررسی کردند. برنامه تمرین تناوبی شامل ۶-۵ تکرار کار با دوچرخه، هرتکرار ۲ دقیقه و با فاصله ۱ دقیقه استراحت بود. آزمودنی‌ها ۴ بار در روز، ۱/۵ گرم مکمل بتاآلانین را مصرف کردند. این محققین گزارش کردند مصرف مکمل بتاآلانین همراه تمرین تناوبی شدید تأثیر معنی‌داری بر حداکثر اکسیژن مصرفی و عملکرد دارد. علت مغایرت نتایج تحقیق حاضر با نتایج اسمیت و همکاران را می‌توان به تفاوت در نوع و برنامه‌ی تمرین نسبت داد؛ چرا که در تحقیق اسمیت و همکاران بر خلاف این مطالعه از تمرینات تناوبی شدید استفاده شده بود در حالیکه آزمودنی‌های این تحقیق در دوره‌ی مصرف مکمل به تمرینات بسکتبال پرداختند که تمرینات تناوبی بخشی از تمرینات آماده‌سازی را شامل می‌شد. همچنین، سطح آمادگی اولیه آزمودنی‌ها می‌تواند از علل مغایرت در یافته‌ها باشد چرا که سطح آمادگی بدنی پایین‌تر سازگاری‌های سریع‌تری را در پی دارد. علاوه‌براین دوز مصرفی استفاده شده برای مکمل در آن تحقیق متفاوت با دوز مصرفی مطالعه‌ی حاضر می‌باشد. همچنین طول مدت دوره‌ی مصرف مکمل در تحقیق اسمیت و همکاران طولانی‌تر از تحقیق حاضر بود که می‌تواند یکی از علل تفاوت‌ها باشد[۵۰]. همچنین این نتایج با یافته‌های تحقیق ون و همکاران (۲۰۰۹) ناهمسو است در این پژوهش تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر عملکرد سرعتی در دوچرخه‌سواران استقامتی بررسی شد[۵۳]. در تحقیق ون و همکاران آزمودنی‌ها در یک دوره‌ی ۸ هفته‌ای ۴-۲ گرم مکمل بتاآلانین را روزانه مصرف نمودند. نتایج مربوط به این تحقیق نشان داد یک دوره‌ی ۸ هفته‌ای مصرف مکمل بتاآلانین موجب افزایش حداکثر توان و میانگین توان می‌شود. این تفاوت در یافته‌ها را احتمالاً می‌توان به طول دوره‌ی مکمل‌گیری نسبت داد؛ چرا که آزمودنی‌های تحقیق ون و همکاران هشت هفته مکمل‌گیری را در دستور کار داشته در حالیکه آزمودنی‌ها در مطالعه‌ی حاضر، چهار هفته به مصرف مکمل پرداختند.

---

[۱] Smith et al
[۲] Van et al

تمرینات ورزشی با تأثیرات فیزیولوژیک مختلف، بهبودی عملکرد هوازی و بی‌هوازی را موجب می‌شود. یکی از این سازگاری‌های فیزیولوژیک، سازگاری‌های ایجاد شده در سیستم‌های بافری بدن است که در اثر تمرینات اختصاصی حاصل می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که مصرف برخی از مکمل‌ها نیز می‌تواند چنین اثراتی را به دنبال داشته باشد؛ از این‌رو تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین به همراه تمرینات آماده‌سازی بر حضور لاکتات تولید شده حین فعالیت وامانده‌ساز در خون بررسی شد. نتایج این تحقیق، حاکی از آن بود که فعالیت ورزشی وامانده‌ساز باعث افزایش سطح لاکتات خون در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون شد؛ با این حال، این پاسخ در گروه تمرین+مکمل به طور معناداری کمتر از گروه تمرین+دارونما بود که نشان از تأثیرگذاری مصرف مکمل بتاآلانین بر غلظت لاکتات خون پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز است. در اندک تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، تأثیرات بافری مکمل‌دهی بتاآلانین مورد بررسی قرار گرفته است. در تحقیق همسو با مطالعه حاضر، جردن[۱] و همکاران (۲۰۱۰) بعد از چهار هفته مصرف مکمل بتاآلانین در مردان فعال کاهش معنی‌دار در سطوح لاکتات خون را مشاهده کردند[۵۴]. ساز و کارهای متعددی در زمینه‌ی تأثیر گذاری مکمل بتاآلانین بر ظرفیت‌های عملکردی پیشنهاد شده است. تحقیقات نشان داده‌اند خستگی عضلانی یکی از عوامل کاهش عملکرد در فعالیت‌های طولانی مدت و متوسط تا کوتاه و شدید می‌باشد. خستگی عضلانی به عنوان یک کاهش قابل بازگشت و مختصر در نیروی عضله با ادامه دادن یا تکرار انقباضات عضله تعریف می‌شود. تخلیه‌ی گلیکوژن، استرس اکسیداتیو، قطع مکانیزم‌های انقباضی و ذخایر سوخت و سازی تعدادی از فاکتورهای ممکن گزارش شده‌اند که موجب خستگی عضلانی می‌شوند. همچنین آستانه‌ی لاکتات نقطه‌ای است که لاکتات شروع به تجمع می‌کند و به عنوان یکی از فاکتورهای اصلی خستگی در ورزش‌های طولانی مدت و با شدت متوسط تا کوتاه مدت و با شدت بالا پیشنهاد شده است. در فعالیت‌های نسبتاً کوتاه با شدت بالا ( ۶۰-۵۰٪ < حداکثر اکسیژن مصرفی) میتوکندری نمی‌تواند همه‌ی پیروات تولید شده را اکسید کند و از این‌رو پیروات اضافی به اسید لاکتیک تبدیل خواهد شد.

[۱] Jordan et al

تولید اسیدلاکتیک در عضله یون‌های هیدروژن با بار مثبت را آزاد می‌کند و لاکتات ذخیره شده موجب اسیدوز و کاهش PH درون سلولی می‌شود. همچنین با ادامه‌ی این روند با افزایش شدت فعالیت، اسید لاکتیک بیشتری تولید می‌شود و منجر به خستگی و کاهش عملکرد می‌شود. حتی در فعالیت‌هایی مانند بسکتبال که سیستم هوازی غالب است، تکرارهای تصادفی فعالیت‌های کوتاه مدت با شدت بالا (بی‌هوازی) دلیل عمده خستگی عضلانی است. با این حال فرآیند خستگی عضلانی بطور کامل شناخته شده نیست. یکی از مواردی که اخیراً نشان داده شده که به صورت مستقیم می‌تواند بر خستگی تأثیر گذار باشد، سطوح کارنوزین عضله است. آرتیولی[1] و همکاران (۲۰۱۰) نقش مصرف مکمل بتاآلانین را بر کارنوزین عضله و عملکرد ورزشی در سالمندان بین ۶۰ تا ۸۰ سال بررسی کردند، نتایج نشان دادند که مصرف یک دوره مصرف بتاآلانین منجر به افزایش چشمگیر سطوح کارنوزین عضله شد و از این طریق باعث افزایش عمکرد در این گروه از افراد شد[۴]. کارنوزین یک هیستیدین طبیعی و یک دی پپتید چند منظوره می‌باشد که از آمینواسیدهای اِل-هیستیدین و بتاآلانین تشکیل شده و احتمالاً می‌تواند به عنوان یک تنظیم کننده (بافر) در کل محدوده‌ی فیزیولوژیکی PH عمل کند و از طریق خنثی نمودن یون هیدروژن با بار مثبت منجر به افزایش در عملکرد (ظرفیت‌های هوازی و بی‌هوازی) و کاهش اسید لاکتیک شود. کارنوزین در بسیاری از بافت‌ها یافت می‌شود اما بیشترین اهمیت را در عضله و سلول‌های عصبی دارد. احتمالاً در دسترس بودن بتاآلانین از عوامل محدود کننده‌ی سنتز درون مولکولی کارنوزین می‌باشد. مکمل بتاآلانین یکی از مواد ارگوژنیکی است که سطوح کارنوزین را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مصرف این مکمل احتمالاً سطوح کارنوزین در عضله را افزایش می‌دهد و همچنین احتمالاً کاهش PH را خنثی می‌کند و با کاهش مقادیر لاکتات خون و افزایش آستانه‌ی لاکتات موجب تنظیم یون‌های هیدروژن می‌شود و بطور بالقوه خستگی را به تأخیر می‌اندازد[۴۵].

[1] Artioli et al

بااین‌حال، نتایج تحقیق ما با یافته‌های تحقیق ون[1] و همکاران (۲۰۰۹) ناهمسو است. در تحقیق ون و همکاران آزمودنی‌ها در یک دوره‌ی هشت هفته‌ای ۴-۲ گرم مکمل بتاآلانین را روزانه مصرف نمودند که پس از هشت هفته هیچگونه تغییر معناداری در سطوح لاکتات و PH مشاهده نشد[۲۵]. دوز مصرفی متفاوت برای مکمل می‌تواند مغایرت در نتایج را در پی داشته باشد. بر خلاف تحقیق ون و همکاران (که ۴-۲ گرم مکمل بتاآلانین استفاده نمودند) در این تحقیق دوز بیشتر مکمل (۶/۴ گرم) مورد استفاده قرار گرفت.

بطورکلی، اگرچه مصرف مکمل بتاآلانین تأثیر مضاعفی بر بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی نداشت، توانست تولید لاکتات و غلظت لاکتات خون در پاسخ به فعالیت ورزشی وامانده‌ساز را کاهش دهد.

**۵-۳-۲. متغیرهای مرتبط با آسیب سلولی (لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز)**

در تحقیق حاضرتأثیر یک دوره مصرف مکمل بتاآلانین بر پاسخ برخی شاخص‌های آسیب سلولی به یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست نیز بررسی شد. لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز به عنوان شاخص‌های قابل اطمینان در بررسی‌های آسیب سلولی در نظر گرفته می‌شوند که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند. در زمینه‌ی تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر شاخص‌های آسیب سلولی و استرس اکسیداتیو تحقیقات بسیار اندکی صورت گرفته است که در ادامه به مقایسه‌ی آنها از لحاظ نوع پژوهش و یافته‌ها با تحقیق حاضر می‌پردازیم.

یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیق اسمیت[2] و همکاران (۲۰۱۲) و اسمیت-رایان[3] و همکاران (۲۰۱۳) همسو می‌باشد. اسمیت و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر یک دوره مصرف مکمل بتاآلانین بر استرس اکسیداتیو (آسیب سلولی) ناشی از ورزش را در زنان بررسی کردند. در تحقیق اسمیت، ۲۴ زن فعال به مدت ۷-۳ روز در هفته به فعالیت‌های هوازی و استقامتی پرداختند. همچنین این آزمودنی ها ۲ کپسول

[1] Van et al
[2] Smith et al
[3] Smith-Ryan et al

بتاآلانین ۸۰۰ میلی‌گرمی را سه بار در روز مصرف کردند. نتایج این تحقیق نشان داد پس از یک دوره مصرف مکمل بتاآلانین هیچگونه تفاوت معناداری بین دو گروه در شاخص‌های استرس اکسیداتیو، آسیب سلولی و ظرفیت هوازی افراد مشاهده نشد. اگرچه که این محققین بیان کردند که، احتمالاً مصرف طولانی مدت این مکمل (بتاآلانین) می‌تواند تا حدودی اگرچه بسیار کم بر کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش اثر گذار باشد[۵۵]. همچنین اسمیت-رایان و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی تأثیر چهار هفته مصرف مکمل بتاآلانین بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش را در مردان فعال بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف این مکمل هیچگونه تأثیر معناداری در کاهش شاخص‌های آسیب سلولی، التهابی و استرس اکسیداتیو ندارد و این مکمل احتمالاً خاصیت آنتی اکسیدانی بالقوه‌ی کمی را دارا می‌باشد[۵۶].

یافته‌های تحقیق حاضر مبنی بر عدم تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بر آسیب سلولی ناشی از ورزش ممکن است نشانگر عدم تأثیر ضداکسایشی این مکمل باشد. در این تحقیق فرض بر آن بود که مکمل بتاآلانین با افزایش محتوای کارنوزین داخل سلولی تأثیرات بافری و ضداکسایشی اعمال کند. اگرچه عنوان شده است که مکمل بتاآلانین می‌تواند سنتز کارنوزین داخل سلولی را افزایش دهد و از طرفی کارنوزین دارای ویژگی‌های ضداکسایشی است، چنین بنظر می‌رسد که محتوای کارنوزین داخل سلولی با مکمل‌دهی بتاآلانین در این تحقیق تغییری نکرده است و یا تغییرات آن برای بروز تأثیرات ضداکسایشی کافی نبوده است. از محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم بررسی تغییرات سطح کارنوزین بافتی با مصرف مکمل بتاآلانین بود که در صورت بررسی تغییرات این شاخص، نتایج مفید و قابل بحث‌تری می‌توانست بدست آید. صلاح[۱] و همکاران (۲۰۰۰) در یک بازنگری ویژگی‌های فیزیولوژیک کارنوزین را برشمردند[۲۲]. در این مطالعه عنوان شد که کارنوزین به علت نقش آن در اسکاونج کردن گونه‌های اکسیژن فعال دارای ویژگی‌های ضداکسایشی است. کارنوزین اسکاونجر قوی رادیکال‌های هیدروکسیل و سوپراکسید و خاموشگر اکسیژن مولکولی منفرد است. این ترکیب، به علت ماهیت

[۱] Salah et al

شیمیایی، محلول در آب است و لذا در محیط سیتوزولی فعالیت می‌کند. در یک مطالعه که از دو مدل حیوانی با آسیب ایسکمیک مغزی استفاده شده بود، مشاهده شد که کارنوزین زمان از دست رفتن تحریک‌پذیری را افزایش و زمان ریکاوری را کاهش داده است. بیان شد که این عمل به علت ویژگی‌های محافظتی کارنوزین در مقابل آسیب رادیکال‌های آزاد بود.کارنوزین با مقابله و از بین بردن رادیکال‌های آزاد به ثابت نگه‌داشتن غیرمستقیم غشای سلول و یکپارچگی آنزیم‌ها کمک می‌کند و از آسیب سلولی جلوگیری می‌کند[۵۶]؛لذا، با این تأثیرات، ممکن است مانع ظهور شاخص‌های آسیب سلولی با غلظت بالا در جریان خون شود. پارکاش[۱] و همکاران (۲۰۰۵) عنوان کردند کارنوزین می‌تواند تأثیر ضداکسایشی و ضد گلیکاسیون داشته باشد. این محققین بیان کردند که کارنوزین می‌تواند تولید داخل سلولی گونه‌های اکسیژن فعال و عوامل فشار اکسایشی را کاهش دهد[۴۳]. اگرچه عضلات اسکلتی قادر به سنتز کارنوزین هستند، اما انسان فاقد توانایی لازم برای برداشت کل آن از جریان خون است، در نتیجه نقطه‌ی محدود کننده‌ی سرعت سنتز کارنوزین در انسان در دسترس بودن بتاآلانین در داخل عضله می‌باشد. با توجه به اینکه بتاآلانین محدود کننده‌ی سنتز کارنوزین داخل سلولی است، این فرض مطرح بود که استفاده از بتاآلانین نسبت به استفاده مستقیم از کارنوزین برای افزایش سطوح داخل سلولی آن موثرتر باشد. با این‌حال، نشان داده شده است که در pH قلیایی ضعیف، کارنوزین براحتی می‌تواند از پراکسیداسیون لپیدی جلوگیری کند. بنابراین، ویژگی‌های محیط نیز در عمل کارنوزین موثر است؛ با توجه به اینکه در حین فعالیت وامانده‌ساز و پس از آن محیط اسیدی در سلول‌ها ایجاد می‌شود، ممکن است اسیدیته حاصل از فعالیت ورزشی شدید مانع بروز نقش ضداکسایشی کارنوزین شده باشد. همچنین، با توجه به تحقیقات اندک در این زمینه، حداقل زمان لازم برای مصرف مکمل بتاآلانین به منظور مشاهده‌ی تأثیرات آن در تحقیق گزارش نشده است؛ لذا ممکن است مدت و میزان مصرف مکمل برای مشاهده تغییرات محسوس در این زمینه کافی نبوده است.

[۱] Parkash et al

همانطور که پیش‌تر ذکر شد، مطالعات ورزشی در زمینه‌ی تأثیرات ضداکسایشی بتاآلانین و کارنوزین بسیار کم است و به جرأت می‌توان عنوان کرد که در تحقیق حاضر برای اولین برای تأثیرات محافظتی بتاآلانین بر آسیب سلولی ناشی از ورزش بررسی شد. با توجه به این مطالب و محدودیت‌های تحقیق حاضر اعم از عدم بررسی تغییرات بافتی کارنوزین، جهت ارائه نتایج دقیق‌تر و قابل بحث‌تر نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه وجود دارد.

## ۵-۴. نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد مصرف مکمل بتاآلانین به مدت ۴ هفته تأثیرات مثبتی بر ظرفیت‌های هوازی و بی‌هوازی متعاقب یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز در زنان بسکتبالیست ندارد، با این‌وجود مصرف این مکمل سطوح لاکتات خون را نسبت به گروه کنترل بطور معنی‌داری کاهش داد. همچنین در تحقیق حاضر تفاوت معناداری در شاخص‌های آسیب سلولی (لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز) مشاهده نشد. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، مکمل بتاآلانین احتمالاً به عنوان یک بافر عمل کرده و از این طریق با کاهش یون هیدروژن با بار مثبت و کنترل PH موجب کاهش لاکتات خون می‌شود. با این حال، با توجه به عدم بررسی عوامل دخیل، جهت اظهار نظر قطعی نیاز به تحقیقات بیشتری می‌باشد.

## ۵-۵. پیشنهادات تحقیق

### ۵-۵-۱. پیشنهادات کاربردی

با توجه به یافته تحقیق حاضر، پاسخ لاکتات خون به فعالیت وامانده‌ساز به دنبال مصرف مکمل کمتر از دارونما بود که می‌تواند نشان از تأثیر احتمالی بافری بتاآلانین باشد. با توجه به ماهیت رشته ورزشی بسکتبال، تکرار وهله‌های فعالیت شدید تا واماندگی ممکن است از علل بروز خستگی باشد، لذا

مصرف مکمل ممکن است به کاهش تولید لاکتات خستگی را با تأخیر اندازد. بنابراین، مکمل بتاآلانین در دوزهای توصیه شده که فاقد عوارض جانبی است می‌تواند توسط این ورزشکاران مورد استفاده قرار گیرد.

**۵-۵-۲. پیشنهادات پژوهشی**

۱- در این تحقیق مشاهده شد که مصرف مکمل بتاآلانین تولید لاکتات خون در پاسخ به فعالیت وامانده‌ساز را کاهش داد، اما تأثیری بر شاخص‌های آسیب سلولی نداشت. این احتمال دارد که تأثیرات بافری و ضداکسایشی بتاآلانین در اثر تغییرات سطوح کارنوزین داخل سلولی ایجاد شود. با توجه به محدودیت‌های تحقیق حاضر، تغییرات سطوح کارنوزین بافتی اندازه‌گیری نشد؛ لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی تغییرات کارنوزین عضله و ارتباط آن با تغییرات لاکتات و سایر شاخص‌ها نیز مورد بررسی قرار گیرد.

۲- در تحقیق حاضر مکمل‌دهی چهار هفته‌ای بتاآلانین استفاده شد که در تحقیقات پیشین حداقل دوره‌ی مؤثر بیان نشده است. با این وجود، پیشنهاد شده است که دوره‌های مکمل‌دهی چهار هفته یا بیشتر در نظر گرفته شود که با توجه به یافته‌های این تحقیق به نظر می‌رسد دوره‌ی چهار هفته‌ای برای ایجاد تغییرات محسوس کافی نبوده است؛ لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی دوره‌های طولانی‌تر مکمل‌دهی بتاآلانین مورد بررسی قرار گیرد.

۳- تغذیه از جمله عوامل مؤثر در تغییرات سطوح کارنوزین بافتی است که با توجه به محدودیت‌های تحقیق حاضر تغذیه آزمودنی‌ها در طول دوره تحقیق تحت کنترل محقق نبود؛ لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی در صورت امکان این عامل نیز به عنوان یک متغیر مزاحم کنترل شود.

# پیوست

## پیوست الف: رضایت‌نامه

### برگ دوم

### رضایت آگاهانه

**کد/ شماره مطالعاتی:**

**عنوان تحقیق:**

**لطفا علامت‌گذاری کنید:**

۱- من تائید می‌کنم که برگ اطلاعات مشارکت کننده به تاریخ ..... را برای انجام تحقیق فوق خوانده و فهمیده‌ام و این فرصت برای من داده شده تا سوالات مورد نظر را بپرسم ☐

۲- من می‌دانم که شرکت من در این تحقیق داوطلبانه است. من همچنین می‌دانم که من هر زمانی که بخواهم می‌توان از تحقیق کنار بکشم بدون اینکه ملزم به ارائه دلیل باشم ☐

۳- من موافقت می‌کنم که درمطالعه/ تحقیق فوق شرکت نمایم ☐

نام مشارکت کننده: تاریخ: امضاء

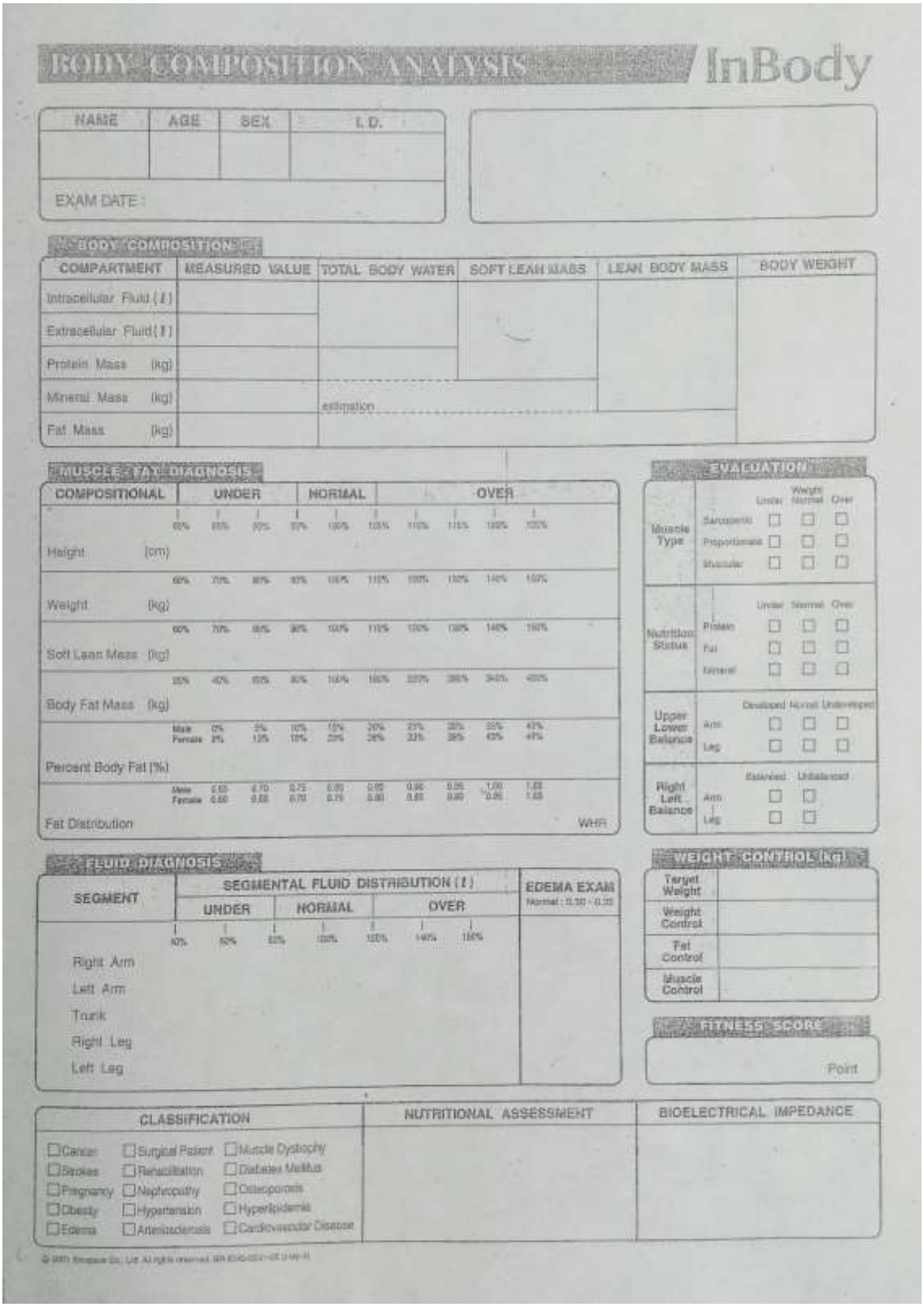
نام محقق: تاریخ: امضاء

## پیوست ب: یاد آمد ۲۴ ساعته غذایی

| مواد غذایی / وعده غذایی | نان و غلات | میوه | سبزی | لبنیات | گوشت- پنیر | چربی | مجموع واحدها | کالری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صبحانه | | | | | | | | |
| میان وعده صبح | | | | | | | | |
| نهار | | | | | | | | |
| میان وعده عصر | | | | | | | | |
| شام | | | | | | | | |
| لقمه آخر شب | | | | | | | | |
| مجموع واحدها | | | | | | | | |
| کالری | | | | | | | | |

آقای ..... لطفا داروی مصرفی روزانه خود را (تعداد و دوز هر دارو) در این برگه یادداشت فرمایید.

# پیوست پ: نمونه فرم ترکیب بدنی



BODY COMPOSITION ANALYSIS — InBody

| NAME | AGE | SEX | I.D. |
|---|---|---|---|
| | | | |

EXAM DATE :

BODY COMPOSITION

| COMPARTMENT | MEASURED VALUE | TOTAL BODY WATER | SOFT LEAN MASS | LEAN BODY MASS | BODY WEIGHT |
|---|---|---|---|---|---|
| Intracellular Fluid (ℓ) | | | | | |
| Extracellular Fluid (ℓ) | | | | | |
| Protein Mass (kg) | | | | | |
| Mineral Mass (kg) | | estimation | | | |
| Fat Mass (kg) | | | | | |

MUSCLE-FAT DIAGNOSIS

| COMPOSITIONAL | UNDER | NORMAL | OVER |
|---|---|---|---|
| Height (cm) | 85% 90% 95% 100% 105% 110% 115% 120% 125% | | |
| Weight (kg) | 60% 70% 80% 90% 100% 110% 120% 130% 140% 150% | | |
| Soft Lean Mass (kg) | 60% 70% 80% 90% 100% 110% 120% 130% 140% 150% | | |
| Body Fat Mass (kg) | 20% 40% 60% 80% 100% 160% 220% 280% 340% 400% | | |
| Percent Body Fat (%) | Male 0% 5% 10% 15% 20% 21% 30% 35% 43%<br>Female 2% 12% 18% 23% 28% 33% 38% 43% 48% | | |
| Fat Distribution | Male 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05<br>Female 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 | | WHR |

EVALUATION

| | | Under | Weight Normal | Over |
|---|---|---|---|---|
| Muscle Type | Sarcopenic | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Proportionate | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Muscular | ☐ | ☐ | ☐ |
| Nutrition Status | Protein | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Fat | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Mineral | ☐ | ☐ | ☐ |
| Upper Lower Balance | Arm | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Leg | ☐ | ☐ | ☐ |
| Right Left Balance | Arm | ☐ | ☐ | |
| | Leg | ☐ | ☐ | |

FLUID DIAGNOSIS

| SEGMENT | SEGMENTAL FLUID DISTRIBUTION (ℓ) UNDER | NORMAL | OVER | EDEMA EXAM Normal : 0.30 - 0.35 |
|---|---|---|---|---|
| | 60% 80% 85% 100% 120% 140% 160% | | | |
| Right Arm | | | | |
| Left Arm | | | | |
| Trunk | | | | |
| Right Leg | | | | |
| Left Leg | | | | |

WEIGHT CONTROL (kg)

| | |
|---|---|
| Target Weight | |
| Weight Control | |
| Fat Control | |
| Muscle Control | |

FITNESS SCORE

Point

| CLASSIFICATION | NUTRITIONAL ASSESSMENT | BIOELECTRICAL IMPEDANCE |
|---|---|---|
| ☐ Cancer ☐ Surgical Patient ☐ Muscle Dystrophy<br>☐ Stroke ☐ Rehabilitation ☐ Diabetes Mellitus<br>☐ Pregnancy ☐ Nephropathy ☐ Osteoporosis<br>☐ Obesity ☐ Hypertension ☐ Hyperlipidemia<br>☐ Edema ☐ Arteriosclerosis ☐ Cardiovascular Disease | | |

© 2011 Biospace Co., Ltd. All rights reserved. WR-ECG-002-KR (1.0) 04-11

## پیوست ت: پرسشنامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی، ورزشی

آقای/خانم ..... متولد ..... جنسیت ..... رشته تحصیلی .....
میزان تحصیلات ..... شغل .....

۱- سابقه کدام‌یک از بیماری‌های ذیل را دارید؟
دیابت ☐ چربی خون بالا ☐ تالاسمی ☐ لوسمی ☐ هموفیلی ☐ کم‌خونی☐ آنمی داسی شکل ☐
هموفیلی ارثی ☐ فشارخونبالا ☐ تصلب شراین ☐ سکته قلبی و مغزی ☐ هپاتیت☐ بالا بودن آهن وبیلی روبین خون ☐ مشکلات کلیوی ☐ مشکلات تنفسی ☐ صرع ☐ اختلال خواب ☐ اختلال کبدی ☐
آیا غیر از موارد مذکور مورد دیگری مدنظر 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 یک سال گذشته تحت عمل جراحی قرار گرفته‌اید؟بلی☐خیر☐
در صورت مثبت بودن بیان کنید .....

۴-آیا در حال حاضر تحت مراقبت پزشکی قرار گرفته‌اید؟بلی ☐ خیر ☐
در صورت مثبت بودن بیان کنید .....

۵- آیا سابقه مصرف داروی خاصی را به‌طور منظم دارید؟بلی☐خیر☐
در صورت مثبت بودن بیان کنید .....

۶- آیا سابقه مصرف دخانیات را دارید؟بلی ☐ خیر☐
در صورت مثبت بودن مدت مصرف آن را ذکر کنید .....

۷-آیا سابقه فعالیت ورزشی را به‌طور منظم یا تفریحی را دارید؟بلی☐خیر☐
در صورت مثبت بودن بیان کنید .....

۸- آیا در حین و یا پس از فعالیت ورزشی دچار سرگیجه، درد قفسه سینه، غش و غیره ..... شده‌اید؟بلی☐ خیر☐

۹- آیا سابقه دویدن روی تریدمیل را دارید؟بلی☐ خیر☐

۱۰- آیا سابقه خون‌گیری را دارید؟بلی☐خیر☐

۱۱- آیا تاکنون توسط پزشک از انجام فعالیت ورزشی منع شده‌اید؟بلی☐خیر☐

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

اینجانب ..... صحت کلیه موارد فوق‌الذکر را تأیید نموده و مسئولیت هرگونه اشتباهی را در رابطه با درج موارد خلاف واقع بر عهده می‌گیرم.

امضا و تاریخ

## منابع


1- Saunders, B., et al., *Effect of beta-alanine supplementation on repeated sprint performance during the Loughborough Intermittent Shuttle Test.* Amino Acids, 2012. **43**(1): p. 39-47.

2- Kern, B.D. and T.L. Robinson, *Effects of β-alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2011. **25**(7): p. 1804-1815.

3- Begum, G., A. Cunliffe, and M. Leveritt, *Physiological role of carnosine in contracting muscle.* International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 2005. **15**(5): p. 493.

4- Artioli, G.G., et al., *Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance.* Med Sci Sports Exerc, 2010. **42**(6): p. 1162-1173.

5- Severin ,S., M. Kirzon, and T. Kaftanova, *[Effect of carnosine and anserine on action of isolated frog muscles.]*. Doklady Akademii nauk SSSR, 1953. **91**(3): p. 691-694.

6- Derave, W., et al., *Muscle carnosine metabolism and β-alanine supplementation in relation to exercise and training.* Sports medicine, 2010. **40**(3): p. 247-263.

7- Sale, C., B. Saunders, and R.C. Harris, *Effect of beta-alanine supplementation on muscle carnosine concentrations and exercise performance.* Amino acids, 2010. **39**(2): p. 321-333.

8- McInnes, S., et al., *The physiological load imposed on basketball players during*

9- Hamzezadeh Broujani et al. Effect of four weeks high intensity interval training on some aerobic and anaerobic indices in national women basketball players. Journal of Sport Bioscience. 2013. 5(4). P35-458.

10- Zawila, L.G., C.-S.M. Steib, and B. Hoogenboom, *The female collegiate cross-country runner: nutritional knowledge and attitudes.* Journal of athletic training, 2003. **38**(1): p. 67.

11- Wilson, J.M., et al., *Beta-alanine supplementation improves aerobic and anaerobic indices of performance.* Strength & Conditioning Journal, 2010. **32**(1): p. 71-78.

12- Adriana, C., J. Sancho, and J. Moncada, *The acute effect of an energy drink the physical and cognitive performance of male athletws.* Kinesiologia Slovenica, 2005. **11**: p. 5-16.

13- Greenwood, M., D.S. Kalman, and J. Antonio, *Nutritional supplements in sports and exercise*. 2008: Springer.

14- Kim, H.-J., *Comparison of the carnosine and taurine contents of vastus lateralis of elderly Korean males, with impaired glucose tolerance, and young elite Korean swimmers.* Amino acids, 2009. **36**(2): p. 359-363.

15- Derave, W., et al., *β-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters.* Journal of applied physiology, 2007. **103**(5): p. 1736-1743.

16- Bessa, A.L., et al., *Exercise Intensity and Recovery: Biomarkers of Injury, Inflammation, and Oxidative Stress.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2016. **30**(2): p. 311-319.

17- Baguet, A., et al., *Important role of muscle carnosine in rowing performance.* Journal of Applied Physiology, 2010. **109**(4): p. 1096-1101.

18- Meckel, Y., D. Nemet, and A. Eliakim, *Repeated sprint test performance indices and aerobic fitness in normal and overweight pre-pubertal children.* Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis, 2010. **15**: p. 35-47.

19- Brancaccio, P., N. Maffulli, and F.M. Limongelli, *Creatine kinase monitoring in sport medicine.* British medical bulletin, 2007. **81**(1): p. 209-230.
20- Stout, J.R., et al., *The effect of beta-alanine supplementation on neuromuscular fatigue in elderly (55–92 years): a double-blind randomized study.* Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2008. **5**(1): p. 1.
21- Rawson, E.S. and S.L. Volpe, *Nutrition for Elite Athletes*. 2015: CRC Press.
22- Gariballa, S.E. and A.J. Sinclair, *Carnosine: physiological properties and therapeutic potential.* Age and ageing, 2000. **29**(3): p. ٢٠٧-٢١٠ .
23- Harris, R., et al., *Determinants of muscle carnosine content.* Amino acids, 2012. **43**(1): p. 5-12.
24- Abady, H.M.H., G. Sharifi, and M. Faramarzi, *The effect of eight weeks of β-alanine supplementation and pyramid resistance training on carnosine and IL-8 in non-athlete men.* European Journal of Experimental Biology, 2014. **4**(1): p. 404-409.
25- Baguet, A., et al., *β-Alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise.* European journal of applied physiology, 2010. **108**(3): p. 495-503.
26- Baguet, A., et al., *Carnosine loading and washout in human skeletal muscles.* Journal of applied physiology, 2009. **106**(3): p. 837-842.
27- Caruso, J., et al., *Ergogenic effects of β-alanine and carnosine :proposed future research to quantify their efficacy.* Nutrients, 2012. **4**(7): p. 585-601.
28- Décombaz, J., et al., *Effect of slow-release β-alanine tablets on absorption kinetics and paresthesia.* Amino acids, 2012. **43**(1): p. 67-76.
29- McCormack, W.P., et al., *Oral nutritional supplement fortified with beta-alanine improves physical working capacity in older adults: a randomized, placebo-controlled study.* Experimental gerontology, 2013. **48**(9): p. 933-939.
30- Stout, J.R., et al., *Effects of twenty-eight days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on the physical working capacity at neuromuscular fatigue threshold.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2006. **20**(4): p. 928-931.
31- Stuart, G.R., et al., *Multiple effects of caffeine on simulated high-intensity team-sport performance.* Medicine and science in sports and exercise, 2005. **37**(11): p. 1998.
32- Hobson, R.M., et al., *Effects of β-alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis.* Amino acids, 2012. **43**(1 :(p. 25-37.
33- Carr, A.J., W.G. Hopkins, and C.J. Gore, *Effects of acute alkalosis and acidosis on performance.* Sports medicine, 2011. **41**(10): p. 801-814.
*34*- Jones, A.M., *SSE# 124: Buffers and Their Role in the Nutritional Preparation of Athletes*.
35- Matson, L. and Z. Tran, *EFFECTS OF SODIUM BICARBONATE INGESTION ON ANAEROBIC PERFORMANCE: A META-ANALYSIS: 283.* Medicine & Science in Sports & Exercise, 1992. **24**(5): p. S48.
36- Peart, D.J., J.C. Siegler, and R.V. Vince, *Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic performance.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2012. **26**(7): p. 1975-1983.
37- Carr, B.M., et al., *Sodium bicarbonate supplementation improves hypertrophy-type resistance exercise performance.* European journal of applied physiology, 2013. **113**(3): p. 743-752.

38- Duncan, M.J., A. Weldon, and M.J. Price, *The effect of sodium bicarbonate ingestion on back squat and bench press exercise to failure.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2014. **28**(5): p. 1358-1366.
39- Hsieh, K. and H. Blumenthal, *Serum lactic dehydrogenase levels in various disease states.* Experimental Biology and Medicine, 1956. **91**(4): p. 626-630.
40- Tiidus, P.M. and C.D. Ianuzzo, *Effects of intensity and duration of muscular exercise on delayed soreness and serum enzyme activities.* Medicine and Science in Sports and Exercise, 1982. **15**(6): p. 461-465.
41- Suzuki, Y., et al., *Carnosine and anserine ingestion enhances contribution of nonbicarbonate buffering.* Medicine and science in sports and exercise, 2006. **38**(2): p. 334-338.
42- Hill, C., et al., *Influence of β-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity.* Amino acids, 2007. **32**(2): p. 225-2.٣٣
43- Zoeller, R., et al., *Effects of 28 days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilatory and lactate thresholds, and time to exhaustion.* Amino acids, 2007. **33**(3): p. 505-510.
44- Smith-Ryan, A.E., et al., *High-velocity intermittent running: effects of beta-alanine supplementation.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2012. **26**(10): p. 2798-2805.
45- Suzuki, Y., et al., *High level of skeletal muscle carnosine contributes to the latter half of exercise performance during 30-s maximal cycle ergometer sprinting.* The Japanese journal of physiology, 2002. **52**(2): p. 199-205.
46- Burgomaster, K.A., et al., *Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans.* Journal of applied physiology, 2005. **98**(6): p. 1985-1990.
47- Hoffman, J., et al., *β-Alanine and the hormonal response to exercise.* International journal of sports medicine, 2008. **29**(12): p. 952-958.
48- Chung, W., et al., *Effect of 10 week beta-alanine supplementation on competition and training performance in elite swimmers.* Nutrients, 2012. **4**(10): p. 1441-1453.
49- Hoffman, J.R., et al., *Short-duration β-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players.* Nutrition research, 2008. **28**(1): p. 31-35.
50- Kern, B. and T. Robinson, *Effects of beta-alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players.* Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2009. **6**(1): p. 1.
51- Smith, A.E., et al., *The effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on neuromuscular fatigue and muscle function.* European journal of applied physiology, 2009. **10** :(٣)٥p. 357-363.
52- Kendrick, I.P., et al., *The effects of 10 weeks of resistance training combined with β-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition.* Amino acids, 2008. **34**(4): p. 547-554.
53- Stout, J., et al., *Effects of β-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women.* Amino acids, 2007. **32**(3): p. 381-386.
54- Van Thienen, R., et al., *b-Alanine improves sprint performance in endurance cycling.* Med Sci Sports Exerc, 2009. **41**(4): p. 898-903.
55- Jordan, T., et al., *Effect of beta-alanine supplementation on the onset of blood lactate accumulation (OBLA) during treadmill running: Pre/post 2 treatment experimental design.* Journal of the international society of sports nutrition, 2010. **7**(1): p. 1.

56- Smith, A., et al., *Exercise-induced oxidative stress: the effects of β-alanine supplementation in women.* Amino Acids, 2012. **43**(1): p. 77-90.
57- Smith-Ryan, A.E., et al., *The influence of β-alanine supplementation on markers of exercise-induced oxidative stress.* Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2013. **39**(1): p. 38-46.

# Effect of Beta-Alanine Supplementation on Aerobic and Anaerobic capacity and Responses of Blood Lactate and Some Indices of Muscle Damage to A Single Bout of Exhaustive Exercise in Female Basketball Players


## Abstract

**Objectives**: the aim of the present study was to investigate the effect of beta-alanine supplementation on aerobic and anaerobic capacity and responses of blood lactate and some indices of muscle damage to a single bout of exhaustive exercise in female basketball players. **Methods**: In a semi-experimental study, 18 female basketball players (Age: 22.77±1.92 years, weight: 60.87±5.27 kg, height: 167.56±5.11 cm, body mass index: 24.35±1.06 kg/$m^2$) based on the estimated VO2max were assigned into experimental (N=9) or control (N=9) groups. Prior to and after preparation period (lasting for 4 weeks) bruce test was applied as the exhaustive. Blood samples were taken before and following the exercise test in both pre and post-tests to be analyzed for blood levels of lactate and serum levels of lactate dehydrogenase and creatine kinase. During the preparation period the subjects received 6.4 gr/day beta-alanine supplement or starch as placebo. Data were analyzed using SPSS22 software. Normal distribution of the data were assessed using Shapiro-wilk normality test and data were analyzed using repeated measure analysis and paired t-tests at significance level of $P<0.05$.

**Results:** The results of the present study indicated that beta-alanine supplementation along with preparative training had no significant effect on aerobic and anerobic capacity assessed by Bruce and Wingate tests ($P>0.05$). Moreover, we observed that serum levels of CK and LDH increased significantly in response to exhaustive exercise and beta-alanine supplementation has no significant effect on this response in female basketball players ($P>0.05$). However, beta-alanine supplementation attenuated blood lactate respons to exhaustve exercise ($P<0.05$).

**Conclusion**: Based on the findings of the present study we conclude that although beta-alanine had no significant effect on exercise performance, it improved buffering capacity and may delay exercise-induced fatigue. Moreover, we concluded that beta-alanine may have no ani-oxidative potential but due to the limited researches it needs to be explored in the future studies.



**Keywords**: Beta-alanine, Exercise Performance, Lactate Dehydrogenase, Creatine Kinase, Basketball.

**Faculty of Physical Education**

**M.A. Thesis in Physical Activity and Health**

# Effect of Beta-Alanine Supplementation on Aerobic and Anaerobic capacity and Responses of Blood Lactate and Some Indices of Muscle Damageto A Single Bout of Exhaustive Exercise in Female Basketball Players

**By**: Afsaneh Zarei

**Supervisor**:

Dr.Ali Hasani

**Advisors**:

Dr. Farhad Gholami

Dr. Khosrow Jalali Dehkordi

September 2016