

علوم زیستی ورزشی \_ بهار ۱۳۹۲  
شماره ۱۶ - ص ص : ۱۹-۵  
تاریخ دریافت : ۹۱ / ۰۳ / ۱۳  
تاریخ تصویب : ۹۱ / ۰۸ / ۰۹

## تأثیر مکمل بی‌کربنات سدیم بر توان بی‌هوایی و سطح لاکتات خون بازیکنان فوتسال

۱. وازگن میناسیان<sup>۱</sup> - ۲. مجید اسلامی - ۳. مهدی صباغ لنگرودی

۱. عضو هیأت علمی دانشگاه اصفهان، ۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، ۳. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

### چکیده

هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر مصرف بی‌کربنات سدیم بر سطوح لاکتات خون و توان بی‌هوایی بازیکنان فوتسال بود. ۲۴ بازیکن فوتسال با میانگین سنی  $1/59 \pm 15/88$  سال، وزن  $12/76 \pm 62/04$  کیلوگرم، قد  $173/21 \pm 8/23$  سانتی‌متر، شاخص توده بدنی  $3/33 \pm 20/51$  کیلوگرم / متر مربع به صورت هدفمند انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایشی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. پروتکل آزمون شامل ۵ دقیقه گرم کردن قبل از آزمون اول و بینگیت، ۳۰ ثانیه رکاب زدن روی چرخ کارسنج مونارک، پس از آن مصرف ۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بی‌کربنات یا دارونما به مدت ۷۰ تا ۱۲۰ دقیقه بود. سپس اجرای آزمون دوم و بینگیت برای اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق در پس‌آزمون بود. برای تعیین مقادیر لاکتات خون بعد از هر آزمون و بینگیت به وسیله لاکتومتر بلافاصله سطوح لاکتات اندازه‌گیری شد. برای تحلیل داده‌ها از روش مقایسه اختلاف‌ها و آزمون t مستقل استفاده شد. نتایج نشان داد که مصرف بی‌کربنات سدیم موجب افزایش معنادار در توان بی‌هوایی بازیکنان فوتسال گردید ( $P = 0/008$ )، اما تغییرات در سطوح لاکتات خون ( $P = 0/162$ ) و شاخص خستگی معنادار نبود ( $P = 0/560$ ). با توجه به نتایج پژوهش می‌توان گفت که مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم بر افزایش توان بی‌هوایی بازیکنان فوتسال تأثیر داشته، اما در کاهش میزان خستگی ناشی از تجمع لاکتات زیاد مؤثر نبوده است.

### واژه‌های کلیدی

فوتسال، بی‌کربنات سدیم، لاکتات خون، توان بی‌هوایی.

## مقدمه

استفاده از مواد کمکی نیروزا یا مکمل‌های غذایی موضوع تازه‌ای نیست. امروزه ورزشکاران بسیاری به دنبال یافتن ترکیبات، نوشابه‌ها یا قرص‌های خارق‌العاده هستند تا عملکرد ورزشی خود را گسترش دهند. همچنین از آنجا که رسیدن به این هدف با اجرای تمرینات و روش‌های متعارف تغذیه‌ای بسیار دشوار است، این مکمل‌ها می‌توانند برای بسیاری از ورزشکاران و افراد مختلف پرجاذبه باشد (۲).

ورزش فوتسال از جمله ورزش‌های تیمی است که باتوجه به ماهیت بازی و فشار زیاد در طول مسابقه، سیستم انرژی غالب آن بی‌هوازی است. به طوری که در طول یک مسابقه بازیکنان بعد از چند دقیقه بازی تعویض‌های مکرر انجام می‌دهند و در مدت کوتاه باید تجدید قوا کنند و دوباره به بازی برگردند. از این رو عقیده بر آن است که استفاده از مکمل‌های تقریباً بی‌ضرر که بتواند خستگی ناشی از تجمع لاکتات را تعدیل کند و سرعت بازگشت به حال اولیه ورزشکار را افزایش دهد، می‌تواند در این زمینه کمک‌کننده باشد (۳، ۴).

از جمله مکمل‌هایی که در سال‌های اخیر مصرف آن با هدف افزایش کارایی و کاهش خستگی ورزشکاران پیشنهاد شده، بی‌کربنات سدیم است. نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که مصرف این ماده سبب افزایش pH خون و خاصیت قلبیایی بیشتر می‌شود. مصرف بی‌کربنات سدیم احتمالاً در جبران انرژی سیستم بی‌هوازی و کاهش اسیدیته عضلات و افزایش ظرفیت بافری<sup>۲</sup> بدن با تقلیل اسید لاکتیک تولیدی و حالت اسیدی شدن عضله نقش دارد، و عملکرد عضلانی با مصرف این مکمل ممکن است بهبود یابد (۲).

بافرهای از جمله مکمل‌هایی هستند که امروزه مصرف آنها به عنوان یک ماده کمکی نیروزا به ویژه در طول تمرینات تناوبی با شدت بالا پیشنهاد می‌شود (۱۹، ۱۳، ۳). تحقیقات انجام گرفته در این زمینه حاکی از آن است که سازوکار ارگوژنیک این مواد به عنوان تامپون قوی اسیدلاکتیک و یون‌های هیدروژن<sup>+</sup> بازگرداندن pH در شرایط اسیدوز به حالت طبیعی و متعاقب آن بهبود عملکرد و به تأخیر انداختن خستگی است. به این ترتیب اسید لاکتیک بلافاصله در pH فیزیولوژیکی طبیعی به آنیون لاکتات و یک پروتون (H<sup>+</sup>) تجزیه می‌شود. که چنانچه یون هیدروژن H<sup>+</sup> از طریق سیستم‌های بافری از محیط خارج نشود، pH درون عضله‌ای کاهش می‌یابد.

1 . Sodium bicarbonate

2 . Buffering capacity

همچنین مقدار زیاد گلیکولیز، pH را حتی بیشتر نیز کاهش خواهد داد که در نهایت ممکن است موجب توقف فرایندهای انقباضی عضله گردد. از سوی دیگر مشخص شده که تولید نیرو مرتبط با کمپلکس انقباض عضلانی است، و با کاهش pH تروپونین<sup>۱</sup> پروتئین میوفیبریلی<sup>۲</sup> به‌طور مؤثر با کلسیم پیوند نمی‌یابد و در تشکیل کمپلکس اکتومیوزین اختلال ایجاد می‌کند. اما این واکنش برگشت پذیر است. بنابراین وقتی pH معکوس شود و دوباره به سطح طبیعی برسد، تولید نیرو به حالت اولیه برمی‌گردد. علاوه بر این مشخص شده است که تغییرات pH بر تولید انرژی نیز تأثیر دارد. وقتی pH درون سلولی عضله به ۶/۳ رسد، با اختلال در فعالیت گلیکولیتیکی آنزیم فسفو فروکتوکیناز مانع از فرایند گلیکولیز می‌شود (۲۱، ۱۲، ۲).

در چند دهه اخیر پژوهش‌های زیادی در مورد تأثیر مکمل‌ها بر بهبود عملکرد ورزشکاران انجام گرفته، اما در ایران تحقیقات اندکی در زمینه مصرف مکمل‌ها و اجرای ورزشکاران به‌ویژه در رشته ورزشی فوتسال و عملکرد توان بی‌هوازی و تغییرات سطح لاکتات بازیکنان فوتسال انجام گرفته است که به نتایج برخی تحقیقات در این زمینه اشاره می‌شود:

لارس و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۷) در تحقیق روی مردان دوچرخه‌سوار، گزارش کردند که مصرف ۳۰۰ گرم بی-کربنات در شدت‌های بالای خستگی به بهبود عملکرد ورزشکاران دوچرخه‌سواری منجر می‌شود (۱۶). در تحقیق دیگری استیفنز<sup>۴</sup> (۲۰۰۲) افزایش در زمان اجرای ورزشکاران دوچرخه‌سواری را که ۳۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم ۲ ساعت قبل از تمرین مصرف کرده بودند، گزارش کرد و نتیجه گرفت که افزایش اجرا و تفاوت در بکارگیری گلیکوژن عضلانی به مدت زمان فعالیت ورزشکار بستگی ندارد (۲۳).

پرایس و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۳) در تحقیق روی ۸ دوندۀ مرد فعال که ۳۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم، یک ساعت قبل از تمرین مصرف کرده بودند، گزارش کردند که سطح لاکتات خون در گروه کنترل که مقدار لاکتات خون آنها بعد از ۱۰ دقیقه افزایش، ولی در گروه آزمایش به تدریج کاهش نشان داد. پروتکل تمرینی آنها به صورت ۳۰ دقیقه دوچرخه‌سواری متناوب، هر مرحله ۳ دقیقه شامل ۹۰ ثانیه فعالیت با ۴۰ درصد حداکثر اکسیژن

- 1 . Troponin
- 2 . Myofibrili
- 3 . Lars & et al
- 4 . Stephens
- 5 . Price & et al

مصرفی، ۶۰ ثانیه با ۶۰ درصد اکسیژن مصرفی و باقی مانده زمان با حداکثر سرعت انجام گرفته بود (۲۲). آدام و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) در تحقیقی روی شناگران جوان در شنای ۴×۵۰ متر با یک دقیقه استراحت بین مراحل آن در دو گروه آزمایشی و کنترل گزارش کردند که کل زمان در گروهی که بی کربنات سدیم مصرف کرده بودند، از ۱/۵۴ به ۱/۵۲ ثانیه رسید و سرعت در ۵۰ متر اول از ۱/۹۲ به ۱/۹۷ متر بر ثانیه تغییر پیدا کرد و در نهایت مصرف بی کربنات سدیم در بهبود اجرای شناگران تأثیر داشت (۳).

یونوکی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) نیز تأثیر مصرف بی کربنات سدیم را بر میزان بهبود pH خون و تهویه دو گروه کنترل و آزمایش پس از تمرینات کوتاه مدت شدید بررسی و گزارش کردند که تفاوت معناداری بین دو گروه وجود داشت، و گروه آزمایشی با برگشت به حالت اولیه سریع تر به سطح pH اولیه خود رسیدند (۳۱).

انجمن آمریکایی طب ورزشی (۲۰۰۶) در تحقیقی با هدف تعیین تأثیر مصرف بی کربنات سدیم بر میزان تعادل اسید و بازی، توان بی هوازی، اجرای ورزشکاران و مقدار لاکتات خون، ۲۴ مرد ورزشکار را در سه گروه ۸ نفری کنترل، گروه آزمایش اول (مصرف ۳ میلی گرم بی کربنات) و گروه آزمایش دوم (۵ میلی گرم مصرف بی کربنات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) به عنوان آزمودنی انتخاب و مورد بررسی قرار داده است. مقدار لاکتات، pH، و توان بی هوازی آزمودنی ها با آزمون وینگیت اندازه گیری شد. این تحقیق نشان داد که احتمالاً بهترین دوز مصرفی سه میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است، و مصرف بیش از ۵ میلی گرم موجب اختلال در تعادل اسید - بازی می شود و در نتیجه به بهبود عملکرد نمی انجامد (۲۴).

به طور کلی نتایج برخی تحقیقات، حاکی از افزایش در توان بی هوازی و مدت زمان اجرا پس از مصرف مکمل بی کربنات سدیم است (۱۹، ۱۸، ۱۷، ۵). با وجود این، در برخی پژوهش ها نیز هیچ تأثیر مثبتی روی این شاخص ها گزارش نشده است (۹، ۱۰). بیشتر پژوهش ها، مصرف بی کربنات سدیم را تنها به دنبال یک تکرار انجام آزمون بررسی کرده اند (۲۰)، در حالی که در رشته های ورزشی مثل فوتسال، ورزشکاران یک مسابقه چندین مرتبه تعویض و برگشت به حالت اولیه سریع آنها، سرعت دفع اسید لاکتیک و به تأخیر انداختن خستگی به منظور عملکرد مطلوب در مسابقات بسیار حائز اهمیت است.

1 . Adam & et al

2 . Yunoki & et al

از آنجا که مصرف این مکمل منع قانونی ندارد و به طور گسترده‌ای بین ورزشکاران رایج شده (۲۴، ۷) و نظر به اینکه در داخل کشور تحقیقات اندکی انجام گرفته و تأثیر مصرف آن بر عملکرد ورزشی کمتر بررسی شده و هنوز اثر آن بر عملکرد بیهوازی و لاکتات خون به طور قطعی روشن نشده است، ضرورت انجام تحقیقات بیشتر وجود دارد و سؤال اساسی تحقیق حاضر آن است که آیا مصرف بی‌کربنات سدیم بر توان بی‌هوازی بازیکنان فوتسال تأثیر دارد یا خیر؟ از طرفی آیا مصرف بی‌کربنات سدیم موجب کاهش سطح لاکتات خون آنان می‌شود؟ با انجام چنین تحقیقاتی دانشی بیشتری در این مورد کسب می‌شود و در این صورت احتمالاً می‌توان راهکارهای مناسبی برای مربیان فوتسال ارائه داد تا احتمال موفقیت آنها در رقابت‌ها بیشتر شود.

### روش تحقیق

باتوجه به ماهیت موضوع، تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. این طرح شامل دو گروه آزمایش (با مصرف بی‌کربنات سدیم) و کنترل (مصرف دارونما) است. ۲۴ بازیکن فوتسال از بین بازیکنان باشگاهی در رده سنی ۱۵ تا ۱۷ سال با معیارهای لازم برای ورود به این تحقیق به‌صورت هدفمند، به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۲ نفری کنترل و آزمایشی قرار گرفتند.

در یکی از جلسات شیوه اجرای تحقیق و نوع آن برای آزمودنی‌ها ارائه شد. این افراد حداقل سه سال سابقه باشگاهی و فعالیت ورزشی مستمر داشتند و اظهار کردند تاکنون هیچ‌گونه دارو یا مکملی استفاده نکرده‌اند و سابقه بیماری نیز نداشتند. آزمودنی‌های منتخب رضایت‌نامه شرکت در تحقیق و پرسشنامه سلامتی تکمیل و امضاشده را ارائه دادند. در مرحله اول قبل از مصرف مکمل بی‌کربنات در آزمایشگاه فیزیولوژی آزمودنی‌های مورد نظر اجرا و در مرحله دوم پس از مصرف مکمل بی‌کربنات توسط آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و کنترل، آزمون‌های مورد نظر بار دیگر تکرار شد.

### روش اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق توان بی‌هوازی و شاخص خستگی

برای اندازه‌گیری اوج توان بی‌هوازی و شاخص خستگی از آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای روی چرخ کارسنج مونارک مدل Ea ۸۹۴ ساخت سوئد استفاده شد. پیش از اجرای آزمون ارتفاع صندلی چرخ با طول اندام تحتانی آزمودنی‌ها زاویه مفصل زانو ۱۷۰ تا ۱۷۵ درجه و مقدار بار مورد نیاز آزمون متناسب با توده بدن آزمودنی‌ها ۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن تنظیم شد. آزمودنی‌ها با سرعت تمام شروع به رکاب زدن کردند تا به حداکثر سرعت برسند. پس از آن بار مورد نظر به مدت ۳۰ ثانیه اعمال شد. در پایان آزمون، شاخص‌های اوج توان بی‌هوازی، با استفاده از نرم‌افزار ویژه دوچرخه کارسنج مونارک محاسبه شد.

### سطح لاکتات خون

برای اندازه‌گیری مقدار لاکتات خون آزمودنی‌ها ۵ دقیقه بعد از هر آزمون وینگیت از نوک انگشت اشاره دست راست آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. برای اندازه‌گیری مقدر لاکتات خون از دستگاه لاکتومتر مدل CE 0483 ساخت آلمان استفاده شد، به نحوی که ابتدا انگشت اشاره دست راست آزمودنی شست‌وشو و خشک می‌شد، آنگاه با پنبه آغشته به الکل، محل خون‌گیری ضدعفونی و در نهایت لاکتات اندازه‌گیری شد. دستگاه کیت مخصوصی دارد که مقدار خون گرفته شده از انگشت دست را آزمایش و سپس مقدار اسید لاکتیک جمع‌یافته در خون روی صفحه نمایشگر دستگاه نشان داده می‌شود.

### مقدار و روش مصرف بی‌کربنات سدیم

بی‌کربنات سدیم در پت‌های یک لیتری و به مقدار مورد نیاز برای گروه تجربی که باید مکمل مصرف می‌کردند (۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) تهیه شد. و محلول آب خالص نیز برای گروه کنترل که باید دارونما مصرف می‌کردند، در پت‌های یک لیتری در نظر گرفته شد که هر دو گروه بعد از اجرای آزمون وینگیت اول آن را در مدت ۷۰ تا ۱۲۰ دقیقه مصرف کردند.

### روش جمع‌آوری داده‌ها

آزمودنی‌ها پس از گروه‌بندی (گروه آزمایشی ۱۲ نفر و کنترل نیز ۱۲ نفر) وزن‌کشی شدند. پس از آن مقدار مصرف بی‌کربنات سدیم گروه آزمایش محاسبه شد. قبل از اجرای آزمون دو گروه به مدت پنج الی ده دقیقه گرم کرده و در اولین تست وینگیت شرکت کردند. پس از پنج دقیقه از اجرای آزمون اول از آنها تست لاکتات به عمل آمد. قبل از اجرای آزمون دوم وینگیت گروه آزمایش مکمل بی‌کربنات سدیم به مقدار سه میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن محلول در یک لیتر آب و گروه کنترل یک لیتر آب خالص دریافت، و به تدریج آن را طی هفتاد تا ۱۲۰ دقیقه مصرف کردند. پس از آن دو گروه در آزمون دوم وینگیت شرکت کردند. پنج دقیقه بعد مجدداً مقدار لاکتات خود آنها به روش قبل اندازه‌گیری شد. در خاتمه آزمون‌ها از آنها خواسته شد که بدن‌های خود را به مدت ۵ دقیقه با استفاده از نرمش‌های مختلف و حرکات کششی سرد کنند. در این تحقیق همه آزمودنی‌ها به‌صورت اردویی در اقامتگاه معین اسکان یافته، صبحانه یکسان داشتند و قبل و بین دو آزمون به جز آب و مکمل مصرفی با توجه به پروتکل تغذیه دیگری مصرف نکردند.

### روش‌های آماری

در این پژوهش برای تحلیل داده‌ها ابتدا از آمار توصیفی برای طبقه‌بندی و تنظیم داده‌ها، تعیین شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده شد. سپس برای مقایسه و تعیین تفاوت‌های بین میانگین متغیرهای مورد اندازه‌گیری از آمار استنباطی و آزمون  $t$  مستقل و روش اختلاف میانگین‌ها استفاده شد. همچنین در مقایسه میانگین متغیرهای مورد اندازه‌گیری در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد. برای تحقیق داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ و همچنین از نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ استفاده شد.

### نتایج و یافته‌های تحقیق

باتوجه به هدف کلی تحقیق که تأثیر مصرف بی‌کربنات سدیم بر سطح لاکتات خون و اوج توان بی‌هوازی و شاخص خستگی بازیکنان فوتسال ۱۵ الی ۱۷ سال باشگاهی بود، ابتدا مشخصه‌های فردی و سپس نتایج فیزیولوژیکی مورد اندازه‌گیری در آزمودنی‌ها با استفاده از جداول زیر ارائه شده است.

جدول ۱ - مشخصات فردی آزمودنی‌ها

متغیرها	آماره	گروه‌ها	میانگین	انحراف معیار (±SD)
قد (سانتی متر)		کنترل	۱۷۳/۲۵	۲/۴۹
		آزمایش	۱۷۳/۱۷	۲/۳۸
وزن (کیلوگرم)		کنترل	۵۹/۸۳	۴/۶۸
		آزمایش	۶۴/۲۵	۲/۳۶
سن (سال)		کنترل	۱۵/۵۰	۰/۴۸
		آزمایش	۱۶/۲۵	۰/۴۳
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)		کنترل	۱۹/۷۲	۱/۱۷
		آزمایش	۲۱/۳۰	۰/۶۵

جدول ۲ - میانگین متغیرهای مورد اندازه‌گیری در دو گروه آزمایشی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها	آماره	گروه‌ها	میانگین پیش‌آزمون (±SD)	میانگین پس‌آزمون (±SD)
اوج توان (وات بر کیلوگرم)		کنترل	۱۱/۲۶±۱/۶۸	۱۱/۴۳±۱/۸۳
		آزمایش	۱۱/۸۴±۱/۳۰	۱۲/۸۳±۱/۳۴*
میانگین توان (وات بر کیلوگرم)		کنترل	۷/۷۶±۰/۸۶	۸/۰۱±۰/۸۹
		آزمایش	۸/۳۳±۰/۵۹	۸/۵۸±۰/۵۴
حداقل توان (وات بر کیلوگرم)		کنترل	۴/۶۴±۰/۶۶	۴/۵۴±۱/۰۴
		آزمایش	۴/۴۵±۱/۲۲	۴/۶۷±۰/۷۳
سطح لاکتات خون (میلی مول در هر لیتر)		کنترل	۹/۸۹±۱/۸۳	۱۲/۲۶±۲/۰۲
		آزمایش	۱۰/۲۶±۲/۰۲	۱۱/۸۷±۱/۱۸
شاخص خستگی (وات بر ثانیه)		کنترل	۶/۶۱±۱/۶۵	۶/۸۹±۱/۹۸
		آزمایش	۷/۳۹±۱/۵۹	۷/۹۹±۱/۳۹

\*معنی دار در سطح  $P < 0.05$ 

با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده و نتایج حاصل از مراحل تحلیل آماری، متغیرهای مورد اندازه‌گیری در گروه‌های کنترل و آزمایش مقایسه شد. قابل ذکر است باتوجه به اینکه مفروضه‌های اساسی آزمون تحلیل



کوواریانس برقرار نبود، برای تعدیل و کاهش اثر اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون روی نتایج پس‌آزمون از روش اختلاف‌ها یا محاسبه تفاوت بین میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون و سپس به‌کارگیری آزمون  $t$  مستقل استفاده شد. نتایج نشان داد که بین میانگین تغییرات سطح لاکتات خون آزمودنی‌های گروه کنترل و آزمایشی تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P = 0/162$ ). به عبارت دیگر، اگرچه سطح لاکتات خون هر دو گروه افزایش و حتی گروه کنترل نسبت به گروه آزمایشی که مکمل دریافت کرد، افزایش بیشتری داشت اما این تفاوت معنادار نبود.

در این تحقیق بین میانگین اوج توان بی‌هوازی آزمودنی‌های گروه‌های کنترل و آزمایشی تفاوت معناداری مشاهده شد ( $P = 0/008$ ). با توجه به مقادیر میانگین داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون که در جدول ۲ نشان داده شده است، اوج توان بی‌هوازی هر دو گروه افزایش، اما گروه آزمایشی که مکمل دریافت کرد، نسبت به گروه کنترل افزایش بیشتری داشت که این تفاوت معنادار بود. بین میانگین شاخص خستگی، میانگین توان و حداقل توان آزمودنی‌های دو گروه نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P = 0/560$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

بی‌کربنات سدیم یکی از مکمل‌هایی است که تحقیقات متعددی به ویژه در خارج کشور در مورد تأثیر مصرف آن بر عملکرد ورزشی انجام گرفته است، و در این پژوهش سعی شد تأثیر مصرف بی‌کربنات سدیم بر تغییرات سطح لاکتات خون و توان بی‌هوازی بازیکنان فوتسال بررسی شود. نتایج نشان داد که مصرف بی‌کربنات سدیم تغییرات معناداری در سطح لاکتات خون بازیکنان فوتسال ایجاد نکرد، اما مصرف آن تأثیر معناداری بر توان بی‌هوازی بازیکنان فوتسال داشت. این نتایج با گزارش‌های برخی مطالعات همسو (۳۲، ۲۷، ۲۰، ۱۸) و با برخی دیگر در تضاد (۲۵، ۱۹، ۱۱، ۴) است که از علل احتمالی آن می‌توان به عواملی مانند مقدار مصرف مکمل، نوع آزمون، مدت زمان آزمون و عوامل دیگر اشاره کرد.

در بیشتر مطالعات مصرف بی‌کربنات به دنبال یک مرحله آزمون بررسی شده است که در اغلب آنها تأثیر سودمند و معنادار مصرف این مکمل بر عملکرد ورزش گزارش شده است (۳۲، ۳۰، ۲۶، ۱۸). از آنجا که در رشته‌های ورزشی مثل فوتسال که ماهیت تناوبی دارند، ورزشکار در یک مسابقه برای کسب پیروزی در چند مرحله در طول مسابقه وارد زمین می‌شوند. در این پژوهش اگرچه آزمودنی‌ها بین هر مرحله اندازه‌گیری متغیرها

به اجرای ورزش فوتسال نپرداختند، به منظور شبیه‌سازی فعالیت‌ها در ورزش فوتسال که به صورت تناوبی و به شکل تعویض‌های مکرر انجام می‌گیرد، دو مرحله آزمون ۳۰ ثانیه‌ای با فاصله زمانی معین بین آنها انجام گرفت. در چنین ورزش‌هایی ممکن است فواید فیزیولوژیکی مکمل بی‌کربنات سدیم به شکل مؤثرتری نمایان شود، زیرا بی‌کربنات تامپون قوی یون‌های هیدروژن تولیدی است و از اسیدی شدن بیشتر خون و خستگی زود هنگام جلوگیری می‌کند. در نتیجه از این طریق می‌تواند موجب بهبود عملکرد، به ویژه در وهله‌های تمرین یا مسابقه شود (۴، ۶).

در تحقیق حاضر نیز تغییرات سطوح لاکتات در گروه تجربی (۱/۶۱ میلی مول) در مقابل گروه کنترل (۲/۳۷) مشاهده شد و این افزایش اندک نسبت به گروه دارونما حاکی از آن است که در این گروه از ورزشکاران نیز مؤثر بوده است. اما این تغییرات از نظر آماری معنادار نبود که از دلایل آن می‌توان به مقدار مصرف مکمل، تفاوت‌های فردی و تعداد نمونه‌های کمتر این تحقیق اشاره کرد.

در پژوهش آرتیول و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) در زمینه میزان پاسخ بی‌کربنات بر عملکرد ورزشکاران جودو، مقدار سه میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بی‌کربنات سدیم یا دارونما به ورزشکاران دو ساعت قبل از آزمون و برنامه تمرینی داده شد و مشخص شد که اوج توان، میانگین توان و عملکرد در یک برنامه تمرینی بهبود یافته است. آنها استدلال کردند که هنگام تمرینات ورزشی بیشینه کوتاه‌مدت، تغییرات در تعادل اسید - بازی ناشی از تولید اسید لاکتیک و مقدار اسید لاکتیک تولیدی به شدت، مدت تمرین و تعداد واحدهای حرکتی درگیر در حرکت بستگی دارد. با مصرف بی‌کربنات در زمان اسیدوز شدن خون، این ماده به صورت تامپون عمل می‌کند و آن را به حالت طبیعی بازمی‌گرداند و از این طریق موجب به تأخیر انداختن خستگی و بهبود توان بی‌هوازی به ویژه در تکرارهای بعدی آزمون می‌شود (۴، ۲۹).

در مورد افزایش معنادار توان بی‌هوازی و تأخیر در زمان واماندگی که در این تحقیق نیز مشاهده شد، ماتسون و تر (۱۹۹۳) اظهار کرده‌اند که مصرف بی‌کربنات سدیم، محیط خارج سلولی را قلیایی می‌کند و pH را افزایش می‌دهد، از این رو ممکن است در این مورد کمک‌کننده باشد (۳). همچنین توسعه توان بی‌هوازی زمان رسیدن به حد واماندگی را بهبود می‌بخشد. از سوی دیگر، درودوس و همکاران (۱۹۸۷) به این نتیجه رسیدند

1 . Artioli & et al

که مصرف بی‌کربنات سدیم احتمالاً از اختلالات در تعادل اسیدی - بازی جلوگیری می‌کند و در نهایت افت کمتر pH ممکن است به بهبود عملکرد توان بی‌هوازی منجر شود (۱۵).

از دلایل دیگر وجود اختلاف در مقدار توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها در این تحقیق می‌توان به مقدار بی‌کربنات سدیم مصرفی اشاره کرد. این یافته‌ها همسو با نتیجه تحقیقات لاوند و برد (۱۹)، گایتانوس و همکاران (۱۹۹۱)، هیراکوبا و همکاران (۱۹۹۳)، ماتسون و تران (۱۹۹۳)، مک نافتون و همکاران (۱۹۹۲) است که افزایش در توان بی‌هوازی و مدت زمان اجرا پس از مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم را گزارش کردند (۳۴، ۲۰، ۱۲، ۱۱).

به‌طور کلی، براساس نتایج این پژوهش می‌توان گفت که مصرف بی‌کربنات سدیم موجب افزایش معنادار در توان بی‌هوازی بازیکنان شد. اما کاهش و تغییرات در سطح لاکتات خون در بازیکنان فوتسال در دو مرحلهٔ آزمون وینگیت معنادار نبود. از آنجا که در سطوح بالای مسابقات ورزشی، اختلاف بین تیم‌های قهرمان بسیار ناچیز و کم است، حتی یک عامل تأثیرگذار کوچک شاید بتواند تعیین‌کنندهٔ نتیجهٔ یک رقابت ورزشی باشد. باتوجه به نتایج حاصل پیشنهاد می‌شود ضمن اجرای تحقیقات بیشتر در زمینهٔ مکمل‌گیری بی‌کربنات در ورزشکاران رشته‌های تیمی دیگر، در ورزشکاران زن نیز تحقیقات مشابهی اجرا و مورد بررسی شود تا اطلاعات سودمند و تکمیلی بیشتری به دست آید.

## منابع و مأخذ

۱. رایلی، توماس (۱۳۸۴). "علم و فوتبال". ترجمهٔ ع. گائینی، ف. مسیبی و م. فرامرزی. تهران، انتشارات کمیتهٔ ملی المپیک.

۲. ویلمور، ج. کاستیل (۱۳۸۶). "فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی". ترجمهٔ ض. معینی، ف. رحمانی نیا، ح. رجبی، ح. علی نژاد، ف. سلامی. جلد اول، چاپ هشتم، تهران، انتشارات مبتکران، ص ۲۸۰.

3. Adam, Z. Jaroslaw, C., Stanislaw, P. Zbigniew, W., Jozef, L. (2009). "Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes". *Journal of sports science and medicine*, 8, PP: 45-50.

4. Artioli, GG, Gualano B., Coelhom DF., Benatti FB., Gailey AW, Lancha, AHJ. (2007). "Does sodium – bicarbonate ingestion improve simulated judo performance?" *Int. J. Sport Nut. Exec. Metab.* 17(2): PP:206-17.
5. Astrand, P.O. E., Hultman, A., Juhlin Danfelt, and Renolds, G. (1986). "Disposal of lactate during and after strenuous exercise in humans". *Journal Appl. Physio.* 61: PP:338-43.
6. Baltzopoulos, V. R.G. Eston, and D. Mc Laren (1988). "A comparison of power outputs on the wingate test and on a test using an isokinetic device". *Ergonomic*, 31: PP:1693-9.
7. Cheol Won, Jung Myung Lim, Young. Suk J. (2006). "The effect of sodium bicarbonate and creatine loading on kicking ability of taekwondo players". *J. strength cond. Res.* 12(5): PP: 217-226.
8. Costill DL, Verstappen F, Kwipers H, Janssen E, Fink, W. (1984). "Influence of Hco 3 acid – base balance during repeated bouts of exercise". *Int. journal sports med.* 5 (5):PP: 228-31.
9. Douroudos II, fatouros IG, Gourgoulis V, Jamurtas AZ, (2006). "Dose related effects of prolonged NaHCO<sub>3</sub> ingestion during high – intensity exercise". *Med. Sci. Sports Exerc.* 38(10);PP: 1746-53.
10. Frose, E.A. and M.E. Houston (1987). "Performance during the Wingate anaerobic test and muscle morphology in males and females". *Int Journal sports Med*, 8:PP: 35-9.
11. Gaitanos GC, Nevill ME, Brooks S. (1991). "Repeated bouts of sprint running after induced alkalosis". *Journal Sports Sci.* 9(4): PP:355-70.
12. Hirakoba, K. Maruyama A. Misaka K. (1993). "Effect of acute sodium bicarbonate ingestion on excess Co<sub>2</sub> output during incremental exercise". *Eur. J. Appl. Physiol.* 66 (6): PP:536-41.

13. Inbar, O., O. Bar – or. J. Skinner (1996). "The wingate anaerobic test". *Human Kinetics Inc. Laboratortory Test Handbook. Lexi Comp inc, Ohio. PP:245-247.*
14. Joukendrup, A. Gleeson M. (2004). "Nutrition supplements". *Human kinetics publishers, Vol. 1. PP: 247-253.*
15. Kerry, M. (2007). "Assessing aerobic and anaerobic power from an all- out isokinetic test versus ten wingate test in young female soccer players". *Journal of sport science and medicine, P: 110.*
16. Lars, R. McNaughton, Selena Ford, and Christian New bold. (1997). "Effect of sodium bicarbonate ingestion on high intensity exercise in moderately trained women". *Journal strength cond. Res. 11(2):PP: 98-102.*
17. Lavender, G. Bird SR. (1989). "Effect of sodium bicarbonate ingestion upon repeated sprints". *Br. Journal Sports Med. 23(1):PP: 41-5.*
18. Matson, LG. Tran ZV (1993). "Effects of sodium bicarbonate ingestion on anaerobic performance. A meta – analysis review". *Int, Journal sport Nut. 3(1); PP:2-28.*
19. McNaughton L, Curtin R, Goodman G, Perry D. Turner B, Showell C. (1991). "Anaerobic work and power output during cylce ergometer exercise: effects of bicarbonate loading". *Journal sports Sci. 9(2): PP:151-60.*
20. McNaughton, L. (1992). "Sodium bicarbonate ingestion and its effects on anaerobic exercise of various duration exercises". *Journal Sports Sci. 10(5):PP: 425-35.*
21. Nielsen, HB. Bredmose PP, Stromstad M, Volianitis S, Quistorff B, Secher NH. (2002). "Bicarbonate attenuates arterial desaturation during maximal exercise in humans". *Journal Appl. Physiol. 93(2): PP:724-31.*

22. Nummella, A. S.M. Albert and R.P. Rijntjes (1996). "Reliability and validity of the maximal anaerobic running test". *International Journal of Sport Medicine*. 17(12): PP:97-102.
23. Price, M. Moss, P. Rance, S. (2003). "Effects of sodium bicarbonate ingestion on prolonged intermittent exercise". *Med. Sci. Sports Exercise*. 35(8). PP:1303-8.
24. Scott, C.B., F.B. Roby. T.G. Lohman and J.C. Bunt (1991). "The maximally accumulated oxygen deficit as an indicator of anaerobic capacity". *Med. Sci. Sports Exerc*. 23: PP:618-24.
25. The American college of sports medicine, (2006). "Sodium bicarbonate (NHCO<sub>3</sub>) ingestion may prevent exercise – induced perturbations in acid – base balance, thus resulting in performance enhancement". PP:124-134.
26. Thomas, N. E. and J.S. Baker (2005). "Optimized and non – optimized high intensity cycling ergometry and running ability in international rugby union players". *Journal Exercise. Physiology*, 18(3). PP:26-35.
27. Utku. A. Alper, A. Tahir, H. Sinem H, ZambakS, Caner, A. (2007). "Comparison of anaerobic tests in young soccer players". *Journal of Sports Science and Medicine*. PP: 24-26.
28. Watson, AW. (1995). "Physical and fitness characteristics of success Gaelic footballers". *Br Journal of Sports Medicine*, (2994), PP:229-231.
29. webster, MJ. Webster, MN. Crawford RE. Gladden LB. (1993). "Effect of sodium bicarbonate ingestion on exhaustive resistance exercise performance". *Med. Sci. Sp. Exer*. 25(8):PP: 960-5.
30. Weinstein, Y. C. Bediz; R. Dotan and B. Falk (1998). "Reliability of peak – lactate, heart rate and plasma volume following the wingate test". *Med. Sci. sport. Exerc*. 30(9): PP:1456-1460.

31. William, R. Garrett, JR. Donald T. (2000). "Exercise and sport science". Philadelphia pub.PP: 218-224.
32. Yunoki, T. Matsuura, R. Arimitsu, T. Kimura, T. Yano T. (2009). Effects of sodium bicarbonate ingestion on hyperventilation and recovery of blood pH after a short – term intense exercise". Department of Human Developmental Sciences, Faculty of Education, Hokkaido University, Sapporo, Japan.PP:537-539.
33. Zajac, A. Cholewa, J. Poprzecki, S. Waskiewicz Z. Langfort L (2009). "Effect of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes". Journal of Sports Science and Medicine, 8: PP:45-50.

Archive of SID