

## The Effect of Acute and Chronic Sodium Bicarbonate Supplementation Loading With Exhaustive Work on Performance Indicators and Fatigue of Soldiers

Saber Saedmocheshi<sup>1\*</sup>, Parvin Zareyan<sup>2</sup>, Lotfollah Saed<sup>3</sup>, Sonia Karimi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> PhD Student Exercise Physiology, Faculty of Sport Science, University of Birjand, Birjand, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor of Physiology, AJA University of Medical Science, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Assistance Professor, Faculty of Medical Science, Kurdistan, Iran

<sup>4</sup> M.Sc. Student in Exercise Physiology, Faculty of Sport Science, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Iran

Received: 30 May 2017 Accepted: 9 December 2017

### Abstract

**Background and Aim:** During the military service, soldiers suffer from fatigue and reduced motivation. The purpose of this study was to compare the effect of chronic and acute sodium bicarbonate supplementation loading along with exhaustive work on the performance and fatigue indicators of soldiers.

**Methods:** In this study, 30 soldiers were divided into a semi-experimental design into two groups (control, intervention). The control group received dextrose (% 0.02) and the intervention group consumed two methods of chronic loading (0.5 g/kg) and acute (0.3 g/kg) sodium bicarbonate supplementation. In order to calculate the chemical variables (bicarbonate, lactate, PH), blood samples were taken before and after the exercise test and one hour later. The exercise test for Wingate test was used to assess the subjects.

**Results:** Results reveal that the level of the acidity of the blood with chronic sodium bicarbonate supplementation has led to the alkalization of the blood and fatigue to be postponed. The results showed that the use of bicarbonate in the acute and chronic loading led to an improved excretion of the lactate.

**Conclusion:** Due to the buffering properties of sodium bicarbonate supplementation and delaying the time to fatigue and improve performances, chronic loading for short and severe activities in soldiers and even athletes can be recommended.

---

**Keywords:** Performance, Lactate, Sodium Bicarbonate, Power.

## مقایسه تاثیر بارگیری کوتاه مدت و طولانی مدت مکمل بیکربنات سدیم همراه با فعالیت وامانده ساز بر شاخص های عملکردی و خستگی سربازان

صابر ساعدموچشی<sup>۱\*</sup>، پروین زارعیان<sup>۲</sup>، لطف الله ساعد<sup>۳</sup>، سونیا کریمی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

<sup>۲</sup> دانشیار فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارتش، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استادیار غدد و متابولیسم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، کردستان، ایران

<sup>۴</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد سنندج، کردستان، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** در طی دوران مقدس سربازی، سربازان دچار خستگی و کاهش انگیزه می شوند. هدف از پژوهش حاضر مقایسه تاثیر بارگیری طولانی مدت و کوتاه مدت مکمل بیکربنات سدیم به همراه فعالیت وامانده ساز بر شاخص های عملکردی و خستگی در سربازان می باشد.

**روش ها:** ۳۰ سرباز در یک طرح نیمه تجربی به دو گروه (کنترل، مداخله) تقسیم شدند. گروه کنترل محلول دکستروز (۰/۰۲٪) و گروه مداخله دو روش بارگیری طولانی مدت (۵/۰ g/kg) و کوتاه مدت (۳/۰ g/kg) مکمل بیکربنات سدیم را مصرف کردند. برای محاسبه متغیرهای شیمیایی (لاکتات، بیکربنات، PH)، نمونه های خونی قبل و بعد از آزمون ورزشی و یک ساعت پس از آن اخذ گردید. آزمون ورزشی تست وینگیت برای ارزیابی آزمودنی ها استفاده شد.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که مصرف بی کربنات سدیم در بارگیری طولانی مدت عملکرد افراد را نسبت به گروه کنترل و مداخله کوتاه مدت دیگر به طور معنی داری بهبود بخشید ( $P < 0/05$ ). همچنین میزان اسیدیته خون با مصرف مکمل بیکربنات سدیم در حالت طولانی مدت به سمت قلیایی شدن میل کرد و سبب شد که اسیدیته شدن خون و میزان خستگی به تعویق بیفتد. نتایج نشان داد که مصرف بیکربنات در بارگیری کوتاه مدت و طولانی مدت بارگیری میزان دفع لاکتات را بهبود بخشید.

**نتیجه گیری:** با توجه به خاصیت بافری مکمل بیکربنات سدیم و به تاخیر انداختن زمان رسیدن به خستگی و بهبود عملکرد، می توان بارگیری طولانی مدت را برای فعالیت های کوتاه مدت و شدید در سربازان و حتی ورزشکاران توصیه کرد.

**کلیدواژه ها:** عملکرد اجرایی، لاکتات، بیکربنات سدیم، بیکربنات.

## مقدمه

دفاع از تمامیت ارضی کشور و استقلال جمهوری اسلامی و همچنین جان، مال و ناموس مردم وظیفه همه مردم می باشد. در این بین، سربازان بیشتر از همه در برابر این وظیفه، مسئولیت بیشتری دارند. آرزوی هر سربازی انجام هرچه بهتر تمرینات نظامی در طی دوران سربازی می باشد. بنابراین سرباز سعی می کند بهترین نمایش را به اجرا بگذارد که در این مورد عوامل متعددی مانع از بروز بهترین عملکرد سرباز می شود. از جمله سازوکاری که فعالیت افراد را کاهش و از ادامه آن جلوگیری می کند، افزایش عوامل خستگی در بدن است که این سازوکار سبب ایجاد خستگی و کوفتگی بدن و عضلات درگیر در طی فعالیت می شود (۱،۲). خستگی به عنوان «ناتوانی در حفظ برون ده توانی معین یا مورد انتظار» تعریف شده است (۳،۴). اغلب یافته‌ها در بیان علل خستگی و محل بروز آن، به مواردی نظیر دستگاه‌های انرژی (ATP-CP، گلیکولیز و اکسیداسیون هوازی)، تجمع فراورده‌های جانبی متابولیسم، سیستم عصبی، و اختلال در سازوکار انقباضی متمرکز شده است (۵).

بافرها از جمله مکمل‌هایی هستند که امروزه مصرف آنها در بین ورزشکاران به منظور حفظ انقباض عضلانی و به تأخیر انداختن خستگی شایع می باشد (۶،۷). امروزه به دلیل وسعت کاربرد مواد کمکی نیروزا، تحقیقات مختلفی در این زمینه انجام شده است؛ از این جمله می‌توان به پژوهش‌های انجام شده در زمینه سیستم‌های تامپونی فسفات، پروتئین، سیترات سدیم و به‌ویژه بی‌کربنات سدیم اشاره کرد. اگرچه برای سالیان متمادی عوامل کمکی نیروزا مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته‌است؛ اما هنوز در مورد تأثیر آنها شک و تردید وجود دارد (۸). بی‌کربنات سدیم به‌عنوان یکی از این عوامل معرفی شده‌است که عمل آن خنثی کردن یون‌های هیدروژن برای تشکیل دی‌اکسید کربن و آب است، اما آثار آن بر عملکرد بی‌هوازی و لاکتات خون به‌طور قطعی روشن نشده است (۹). این مکمل تاکنون از سوی سازمان‌های بین‌المللی ورزشی به عنوان یک ماده شیمیایی غیرقانونی معرفی نشده‌است و مصرف آن به منظور بهبود عملکرد، در بین ورزشکاران رشته‌های مختلف شایع و توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده‌است (۱۰،۱۱). برخی تحقیقات افزایش در توان بی‌هوازی و مدت زمان اجرا را بعد از مصرف این مکمل گزارش کرده‌اند (۱۲،۱۳)؛ با این حال بیشتر پژوهش‌های انجام شده، اثر حاد مصرف بی‌کربنات سدیم را تنها به دنبال یک تکرار انجام آزمون بررسی کرده‌اند. به‌عنوان مثال درباره اثر این مکمل بر لاکتات خون بعد از یک جلسه فعالیت تناوبی شدید، گزارش‌ها نشان می‌دهد که به دنبال بهبود عملکرد، میزان تجمع این شاخص در خون نیز به طور معناداری زیاد می‌شود (۱۴، ۱۵). در پژوهش‌های انجام شده، دو مدل بارگیری برای مکمل بی‌کربنات سدیم تعریف شده است: بارگیری کوتاه مدت و بلندمدت. مصرف مکمل در مدل بارگیری کوتاه مدت در حدود ۶۰-۹۰ دقیقه

قبل از فعالیت ورزشی و بارگیری طولانی مدت آن ۵-۶ روز به طول می‌انجامد (۱۷،۱۶). نتایج پژوهشی نشان می‌دهد که هر دو مدل بارگیری مکمل سبب افزایش کار انجام شده از ۹ به ۲۱ درصد و افزایش توان اوج عملکردی از ۳/۵ به ۷/۸ درصد می‌شود (۱۸،۱۹). اغلب تحقیقات انجام گرفته در مورد مکمل بی‌کربنات سدیم به تأثیرات ارگونومیک این مکمل اشاره کرده است، تحقیقات کمی در مورد مقایسه بین دو مدل بارگیری کوتاه‌مدت و طولانی مدت و برتری هر کدام انجام گرفته است. در تنها تحقیقی که به مقایسه دو مدل بارگیری و اثر آن بر میزان بهبود کار پرداخته است؛ تفاوت معناداری بین دو مدل بارگیری گزارش نشده است (۲۰). در چندین مطالعه، مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم در انسان قبل از تمرینات نظامی، اجرا را بهبود بخشیده است (۲۲،۲۱). بیشترین حالت موثری این مکمل در فعالیت‌های تمرینی بیشتر از ۲ دقیقه به طول انجامیده است و شدت کافی برای تولید حالت اسیدی داشته است (۱۴).

مطالعات مختلفی در مورد بارگیری بی‌کربنات سدیم در پروتکل‌های متنوع با دوزها و زمان‌های مختلف انجام شده است. تأثیرات ارگونومی آن در سربازهایی که در تمرینات آموزش نظامی شرکت کرده‌اند و همچنین در ورزشکاران شرکت‌کننده در ورزش‌های دو سرعت و نیمه استقامت، روئنگ، شنا، دوچرخه سواری و شکلهای متنوع تمرینات قدرتی به اثبات رسیده است که در بیشتر آنها تغییرات معناداری در بهبود اجرا مشاهده شده است (۲۳،۱۹،۱۴). در اجرای تمرینات نظامی در سربازان آماده، بدنبال مصرف این مکمل بهبود عملکرد مشاهده شد، همچنین در دوهای کوتاه مدت و سریع در تمرینات نظامی با حداقل تکرار، بهبودی مشاهده شده بود (۲۴). در مقایسه بین دو نوع بارگیری یعنی کوتاه مدت و طولانی مدت مکمل بی‌کربنات سدیم که بر روی کار بی‌هوازی با برونده توانی انجام شده بود، بارگیری طولانی مدت آن در فعالیت‌های شدید بیشتر از نوع کوتاه مدت آن خود را نشان داده بود که برونده توانی در آن بطور معناداری افزایش نشان داده بود (۲۵). بارگیری طولانی مدت مکمل در افرادی که قبل از جلسه تمرینی، مکمل را دریافت کرده بودند، بهبودی در آستانه لاکتات و فعالیت هوازی را در پی داشت، چون اسیدوز را کاهش داده بود و ظرفیت اکسایشی را افزایش داده بود (۲۶). تحقیق حاضر به منظور ارائه راهکارهایی برای انجام بهترین عملکرد در طی دروان مقدس سربازی با استفاده راهکارهای تغذیه‌ای و ارگونومی برای کاهش خستگی ناشی از تمرینات نظامی و افزایش رغبت و میل به انجام تمرینات نظامی طراحی شد.

## روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع طرح‌های نیمه تجربی پیش-پس آزمون بود که به صورت میدانی در سال ۹۳ در سنجند انجام شد. جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر را تمامی پرسنل درجه دار وظیفه

**بارگیری طولانی مدت:** در بارگیری طولانی مدت، چهار روز نمونه ها مکمل بیکرنات سدیم مصرف کردند، دوز مصرفی ۵/۰ گرم به ازای هر کیلو وزن بدن در ۲۵۰ میلی لیتر آب حل شد و در چهار مرحله در روز مصرف شد. بعد از روز آخر در روز پنجم از آنها آزمون گرفته شد که در این روز نمونه ها مکمل مصرف نکردند (۱۵،۱۶،۲۱). قبل و بعد از آزمون ورزشی نمونه گیری خونی گرفته شد. برای تست ورزشی هم از آزمون وینگیت (wingate) بروی دوچرخه کارسنج مونارک (Monark 824E' cycle ergometer) استفاده شد.

**نمونه گیری:** نمونه گیری در حالت ناشتایی و حداقل ۱۰ ساعت به صورت ناشتایی اخذ گردید که در مرحله کوتاه مدت آن قبل از بارگیری مکمل و یک ساعت و نیم بعد از آزمون گرفته شد. خونگیری از ورید بازویی سمت راست و بدون تورنیکه به مقدار ۵ سی سی خون از ورید بازویی گرفته شد، سپس بلافاصله نمونه گیری به صورت قبل گرفته شد. در بارگیری دوم چون بارگیری قبل از فعالیت نداشتیم، بلافاصله نمونه گیری، سپس آزمون ورزشی و بلافاصله نمونه گیری دوم انجام شد.

متغیرهای مورد بررسی در تحقیق حاضر، متغیرهای بیوشیمیایی (بیکرنات سرم، لاکتات سرم)، ضربان قلب، مدت زمان انجام فعالیت ورزشی بود. لاکتات سرم و ضربان قلب قبل از انجام فعالیت، بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی و یک ساعت بعد از آن اندازه گیری شد. متغیرهای دیگر قبل و بعد از تمرین اندازه گیری شدند. **تجزیه و تحلیل آماری داده ها:** برای تجزیه و تحلیل نتایج کار پژوهش از آزمون های آماری در دو سطح آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و از آمار استنباطی برای بررسی اختلافات درون گروهی از آزمون آنوای یک طرفه استفاده شد. عملیات آماری به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام و سطح معناداری آزمون ها آلفای ۵ درصد در نظر گرفته شد.

**ملاحظات اخلاقی:** جهت انجام مطالعه، موضوع در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ارتش مطرح گردید و کد اخلاقی با شماره ۱۰۶۴ دریافت نمود. همچنین پرسشنامه سلامت برای تعیین وضع سلامتی نمونه های تحت مداخله داده شد تا از سلامتی آنها اطمینان حاصل شود.

## نتایج

تعداد ۳۰ پرسنل درجه دار وظیفه از نظر سلامت کامل برخوردار و در دامنه سنی ۲۲/۵±۲/۵ سال و در وزن ۷۰±۲/۵ قرار داشتند. آزمودنی ها به یک گروه مداخله تقسیم شدند که در دو بارگیری متفاوت مکمل شرکت کردند.

تشکیل می دهد که حدود ۳۵ نفر هستند. از بین آنها ۳۲ نفر (۲ نفر از ادامه تحقیق بازماندند) به شکل نمونه گیری به روش مورگان به منظور اجرای پژوهش انتخاب شدند. دو گروه کنترل (دارونما) و مداخله (مصرف مکمل + ورزش) از میان سربازان درجه دار انجام شد. در انتخاب نمونه ها از نظر شاخص های فیزیکی، سطح آمادگی جسمانی و مهارت؛ همگن بودن نمونه پژوهشی رعایت و از نوآموزان در اجرای پژوهش استفاده شد. این تحقیق طی دو جلسه جداگانه با فاصله ۱۰ روزه انجام شد. این دوره ده روزه بخاطر ممانعت تاثیر بارگیری کوتاه مدت مکمل و دوره تمرینی بر بارگیری طولانی مدت آن و آزمون ورزشی مربوط به این مرحله بود (۹). در این تحقیق از ۳۰ سرباز درجه دار ۲۵-۲۷ ساله جوان و سالم و وزن ۷۵±۵ کیلوگرم و قد ۱۷۵±۵ سانتی متر که این اندازه گیری ها توسط دستگاه های معتبر که برای اندازه گیری وزن از دستگاه seca ساخت المان و قد هم با یک نوار اندازه گیری با دقت ۰/۱ سانتی متری اندازه گیری شد. نمونه ها از یادگان نظامی سنج به صورت داوطلبانه و با رضایت کامل فراخوانده شدند. قبل از شروع هر نوع آزمون و شرکت دادن داوطلبان به آنها پرسشنامه سلامت GHQ (۲۱، ۲۲) داده می شود تا مطمئن شویم که آنها هر نوع ناراحتی تنفسی- گوارشی و یا هر نوع بیماری دیگر نداشته باشند. نمونه ها از نظر شاخص های فیزیکی، سطح آمادگی جسمانی و مهارت؛ همگن می گردند. از موارد خروج از مطالعه، مکمل بیکرنات سدیم در آکالوز متابولیک یا تنفسی، کاهش یون کلرور ناشی از استفراغ یا تخلیه مداوم دستگاه گوارش و کمی کلسیم خون نباید مصرف شود. مصرف همزمان بی کربنات سدیم با متفامین، به علت قلبی شدن ادرار ناشی از بی کربنات سدیم ممکن است اثر بخشی متنامین را با مهار تبدیل این دارو به فرمالدئید کاهش دهد همچنین در بیماران در معرض اریتمی قلبی نیز مصرف این مکمل می تواند موجب بروز کمی پتاسیم خون شود نداشتند. گروه کنترل ماده دکستروز ۲٪ مصرف کردند.

**بارگیری کوتاه مدت:** در گروه مداخله، در مرحله بارگیری کوتاه مدت مقدار ۰/۳ گرم به ازای هر کیلو وزن بدن مکمل بیکرنات سدیم که در ۲۵۰ میلی لیتر آب حل شده است، ۱/۳۰ دقیقه قبل از انجام آزمون خوراندند. نمونه گیری خونی قبل از فعالیت ورزشی و مصرف مکمل و همچنین بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی اخذ شد. بعد از اتمام بارگیری کوتاه مدت و گذراندن ۱۰ روز دوره wash out (به منظور از بین بردن تاثیر مرحله بارگیری کوتاه مدت) مرحله طولانی مدت شروع شد.

جدول-۱. اطلاعات دموگرافیکی و تن سنجی سربازان (۳۰ نفر)

فاکتور	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلو گرم)	شاخص توده بدن
مقدار	۲۳/۳±۱/۳	۱۷۵ ±۲/۸	۶۵±۲/۴±۲/۶	۲۱/۲۴±۱،۴

نسبت به گروه اول یعنی بارگیری کوتاه مدت داشته که سبب شده میزان اسیدلاکتیک بیشتری از ماهیچه خارج شود و اختلاف میانگین ۴/۰۹- نسبت به بارگیری طولانی مدت داشته که میزان بیشتری اسید لاکتیک خارج شده است در سطح معنی داری ۰/۰۰۰ بزرگتر (بیشتر) می باشد (جدول-۲). نمودار های ۱ و ۲ وضعیت پاسخ لاکتات به بارگیری مکمل را در دو گروه نشان می دهد (نمودار-۱، ۲).

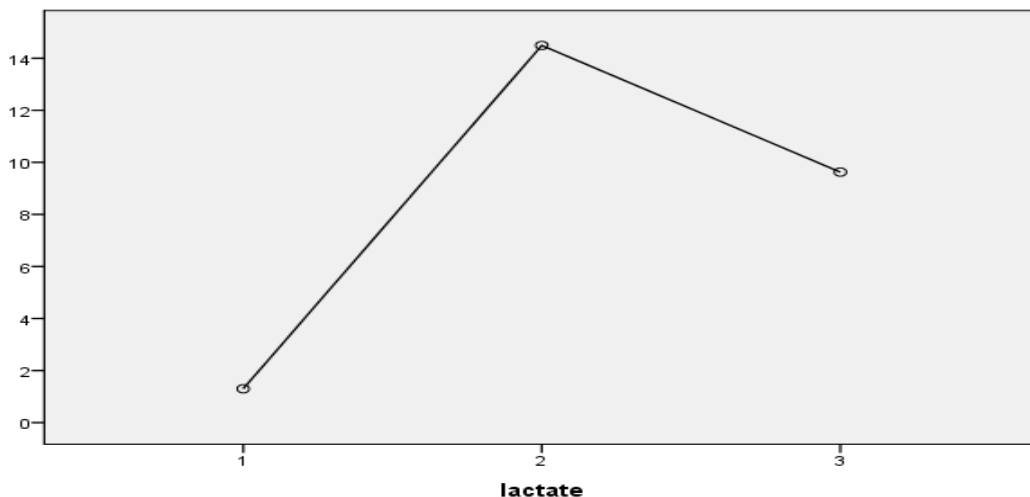
نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن متغیرهای لاکتات و ضربان مورد مطالعه در طی بارگیری مکمل بی کربنات سدیم همگی دارای توزیع نرمال می باشند (p < ۰/۰۵).  
**لاکتات:** با توجه به داده های مشاهده شده در جدول-۲ می توان تفاوت معناداری در گروه های جامعه آماری در مورد لاکتات وجود دارد را مشاهده کرد و به این صورت تفسیر کرد که گروه گروه کنترل با اختلاف میانگین ۲/۶۰- در سطح معنی داری ۰/۰۰۰

جدول-۲. مقایسه سطح زیر منحنی در سه گروه مورد بررسی (دو متغیر لاکتات و ضربان قلب)

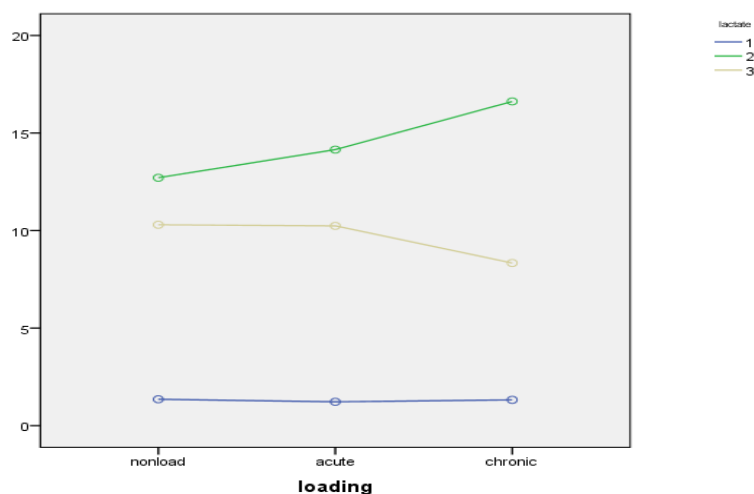
گروه	لاکتات			ضربان قلب		
	پیش تست	۵دقیقه بعد تست	یک ساعت بعد تست	پیش تست	۵دقیقه بعد تست	یک ساعت بعد تست
کنترل	۱۳/۳۵ ± ۰/۱۳	۱۲/۷ ± ۰/۱۹ *	۱۰/۲۹ ± ۰/۱۹ <sup>⊙</sup>	۷۱/۸ ± ۰/۹	۱۸۰ ± ۲/۱ *	۱۴۷ ± ۱/۱ <sup>⊙</sup> *
کوتاه مدت	۱۴/۲۲ ± ۰/۱۴	۱۴/۱ ± ۰/۱۷ *	۱۰/۲ ± ۰/۲۳ <sup>⊙</sup> *	۷۱/۹ ± ۰/۸	۱۷۶/۱ ± ۰/۹۷*	۱۴۵/۲ ± ۱/۱ <sup>⊙</sup> *
بلند مدت	۱۳/۳۲ ± ۰/۱۲	۱۶/۶ ± ۰/۱۷ *	۸/۳۳ ± ۰/۱۵ <sup>⊙</sup> *	۷۰/۲ ± ۰/۷	۱۷۴/۸ ± ۱ *	۱۴۵/۴ ± ۰/۶ <sup>⊙</sup> *

\* P < 0.05

⊙P < 0.05



**نمودار-۱.** بالا وضعیت لاکتات را در سه حالت نشان می دهد وضعیت ۱ پیش از فعالیت نشان می دهد. وضعیت ۲ بلافاصله بعد از فعالیت و وضعیت سه یک ساعت بعد از فعالیت ورزشی می باشد. مصرف مکمل بی کربنات سبب می شود که غلظت لاکتات پلاسما کاهش یابد.



**نمودار-۲.** نمایانگر سه وضعیت در گروه کنترل، بارگیری کوتاه مدت، بارگیری طولانی مدت می باشد. نمودار آبی رنگ وضعیت کنترل می باشد. وضعیت زرد رنگ نمایانگر گروه بارگیری کوتاه مدت می باشد و نمودار سبز رنگ گروه طولانی مدت را نشان می دهد. بارگیری طولانی مدت نشان می دهد که میزان لاکتات بیشتری از خون خارج می شود.

جدول-۳. مقایسه متغیر های توان، خستگی، غلظت بیکرنات در سه گروه مورد بررسی

گروه	توان	خستگی	غلظت بیکرنات	اختلاف PH
کنترل	۸۸۴/۸±۰/۹	۲۷/۸±۰/۴۸	-۲/۵±۰/۵۵	-۱/۱۳±۰/۰۶
کوتاه مدت	۸۸۵/۹±۰/۶	۲۷/۷±۰/۵۷	۱/۰۲±۰/۵۷	۱/۰۲±۰/۰۴*
بلند مدت	۸۹۴/۹±۰/۵*	۲۷/۸±۰/۴۳	۸/۶±۰/۴۵	۰/۹۲±۰/۰۷*

\* P &lt; 0.05

**غلظت بیکرنات سدیم خون:** نتایج مشاهده شده در جدول-۳ نشان می دهد که میانگین سطوح بیکرنات خون در گروه های بارگیری بیکرنات سدیم در مرحله پست تست در مقایسه با گروه کنترل بالاتر بود. که نشان می دهد که بارگیری این مکمل ظرفیت بافرینگ بدن را تا حد مطلوبی بهبود بخشیده است. بدن دارای ظرفیت فیزیولوژیایی طبیعی برای تولید بیکرنات سدیم می باشد که در فعالیت های جسمانی شدید به دلیل افزایش اسیدپته بدن کاهش می باشد. با بارگیری مکمل توانایی بدن را در خنثی کردن اسیدپته بدن بالا می بریم. بارگیری طولانی مدت با میانگین ۸/۶ میلی مول بر لیتر نسبت به دو حالت دیگر (کوتاه مدت: با میانگین ۱/۰۲ میلی مول بر لیتر و گروه کنترل با میانگین ۳/۵- میلی مول بر لیتر) دارای میزان بیشتری بیکرنات سدیم بود ( $P < 0/05$ ) و همانطور که در متغیر های دیگر خواهیم دید این بالا بودن نسبت بیکرنات سبب خنثی شدن لاکتات تولیدی و سریع برگشتن بدن به حالت اولیه و ریکاوری سریع بدن می شود.

**توان:** با توجه به داده های مشاهده شده در جدول-۳ می توان تفاوت معناداری که در سطوح میانگین نسبت به گروهها در متغیر watt وجود دارد را مشاهده کرد و به این صورت تفسیر کرد که گروه کنترل با اختلاف میانگین ۱/۱- در سطح معنی داری ( $P > 0/05$ ) نسبت به گروه بارگیری کوتاه مدت کوچکتر بود اما تفاوت معنی داری مشاهده نشد. اما در مورد تفاوت با بارگیری طولانی مدت، گروه کنترل با اختلاف میانگین ۱۰/۱- در سطح معنی داری ۰/۰۰۰- نسبت به گروه آزمایشی دوم تفاوت معنی داری مشاهده شد و بارگیری طولانی مدت سبب بهبود عملکرد پس از مصرف این مکمل شده بود و می تواند به عنوان یک ماده ارگوزنی معرفی شود.

**شاخص خستگی:** هیچ تفاوت معنی داری بین گروه ها در زمینه شاخص خستگی دیده نشد ( $P = 1$ ) شاخص خستگی به ترتیب در گروه های مورد بررسی ۲۷/۸±۰/۴۸ در گروه کنترل، ۲۷/۷±۰/۵۷ در گروه بارگیری کوتاه مدت و ۲۷/۸±۰/۴۳ در بارگیری طولانی مدت بود. این نتایج گویای این مطلب می باشد که بارگیری این مکمل بروی درک خستگی افراد در فعالیت های روزمره تاثیر معنی داری ندارد و همه افراد در نهایت این خستگی را تجربه میکنند بارگیری مکمل فقط درک خستگی را به تاخیر می اندازد. تاثیر مصرف مکمل بیکرنات سدیم بر روی شاخص های توان، خستگی، بیکرنات پلاسما و اسیدپته خون نتایج تحقیق نشان داد که در مورد توان فقط بارگیری طولانی مدت توانست میزان

**ضربان قلب:** با توجه به داده های مشاهده شده در جدول-۲ میتوان تفاوت معناداری که در آزمون تحلیل واریانس یکطرفه نسبت به گروه های جامعه آماری وجود دارد را مشاهده کرد و به این صورت تفسیر کرد که گروه کنترل با اختلاف میانگین ۴/۱۲۰- در سطح معنی داری ۰/۰۰۰- نسبت به گروه اول و اختلاف میانگین ۵/۲۳- در سطح معنی داری ۰/۰۰۰- بزرگتر (بیشتر) در نمونه گیری پس از فعالیت سبب شده است که هرچند سبب کاهش تعداد ضربان قلب شده است اما این تاثیر معنی دار نبوده است. همچنین با توجه به نتایج مشاهده شده تاثیری بر تعداد ضربان قلب در یک ساعت پس از فعالیت ورزشی ندارد. مقایسه بین بارگیری های متفاوت مکمل با گروه کنترل و مقایسه بین دو گروه در مورد دو متغیر در زمان های متفاوت نتایج متفاوتی را نشان داد. در بازه زمانی ۵ دقیقه بعد از فعالیت، در هر دو حالت بارگیری نسبت به گروه کنترل میزان بیشتری از اسید لاکتیک وارد جریان خون شد. در مقایسه بین دو بارگیری هم مشاهده شد که بارگیری طولانی مدت نسبت به کوتاه مدت مقدار بیشتری اسید لاکتیک وارد جریان خون شده بود. با مشاهده نتایج، بارگیری طولانی مدت نسبت به کوتاه مدت از تجمع زیاد اسید لاکتیک در عضله جلوگیری کرده است. در بازه زمانی یک ساعت بعد از انجام تست، همین مورد دیده شد یعنی بارگیری طولانی مدت نسبت به بارگیری کوتاه مدت میزان بیشتری اسید لاکتیک را بافری کرده بود اما بین بارگیری کوتاه مدت و گروه کنترل تغییر معنی داری دیده نشد هر چند که میزان اسید لاکتیک کاهش یافته بود. در مورد تاثیر مصرف مکمل بیکرنات سدیم بر ضربان قلب، هرچند مصرف مکمل سبب کاهش ضربان قلب شد اما تغییر معنی داری در این متغیر دیده نشد.

**PH:** با توجه به داده های مشاهده شده در جدول-۳ می توان تفاوت معناداری که در تحلیل آماری نسبت به گروههای جامعه آماری و PH وجود دارد را مشاهده کرد و به این صورت تفسیر کرد که گروه کنترل با اختلاف میانگین ۲/۱۵- در سطح معنی داری ۰/۰۰۰- نسبت به گروه اول و اختلاف میانگین ۲/۰۵- در سطح معنی داری ۰/۰۰۰- بزرگتر (بیشتر) نسبت به بارگیری طولانی مدت دارای اختلاف معنی داری می باشد می باشد. مشاهدات نشان می دهد که در بارگیری کوتاه مدت میزان PH خون نسبت به بارگیری طولانی مدت بیشتر حالت الکالوزی پیدا کرده است. اما این شرایط در کاهش میزان لاکتات ماهیچه به اندازه بارگیری طولانی مدت موثر نبوده است. دلیل فیزیولوژیایی این مکانیسم احتمالا به مدت زمان مناسب حالت الکالوزی در بارگیری طولانی مدت برای خنثی کردن میزان اسیدپته درون ماهیچه می توان احتمال داد.

پژوهش حاضر نشان داد که در مرحله کوتاه مدت مکمل بیکربنات سدیم مقدار لاکتات خون افزایش معناداری را نشان داد که این به علت تاثیر فعاليت ورزشی بر توليد لاکتات سرم و خارج شدن لاکتات از عضله می باشد و افزایش ظرفیت تامپونی در انتقال این ماده از عضله به درون گردش خون می باشد که سبب افزایش معنادار این ماده در خون شده است ( $p < 0/05$ ). یافته های این تحقیق با تحقیق McNaughton و ساعدموجشی و همکاران همسو می باشد. Fallon در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که مکمل بیکربنات سدیم در بارگیری کوتاه مدت سبب خارج شدن لاکتات از عضله می شود (۱۶). در تحقیقی همسو با پژوهش حاضر، Zaballa و همکاران تحقیق بر روی تاثیر مکمل بیکربنات سدیم بر اجرای ورزشکاران میزان لاکتات به طور معناداری بیشتر بود (۲۷). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در مرحله طولانی مدت مکمل بیکربنات سدیم مقدار لاکتات خون افزایش معناداری را نشان داد که این به علت تاثیر فعاليت ورزشی بر توليد لاکتات سرم می باشد و افزایش ظرفیت تامپونی در انتقال این ماده از عضله به درون گردش خون می باشد که سبب افزایش معنادار این ماده در خون شده است ( $p < 0/05$ ). در مورد تاثیر بارگیری بر میزان PH و بیکربنات خون، هر دو بارگیری نسبت به گروه کنترل توانست مقدار این دو را افزایش دهد و مقدار اسید لاکتیک جمع شده در درون عضله و خون را خنثی و بافري کند. اما در بین دو بارگیری تفاوت هایی وجود داشت. در مورد غلظت بیکربنات، بارگیری طولانی مدت میزان بیکربنات پلاسما در میزان معنی دارتری افزایش داده بود. این فرایند منجر به بافري شدن بیشتر اسید لاکتیک نسبت به بارگیری کوتاه مدت شده بود. در مورد PH قضیه عکس بود، یعنی بارگیری کوتاه مدت به دلیل تاثیر فوری آن میزان قلیایی بودن خون را افزایش داد و از این مسیر توانست میزان اسیدیته ناشی از تجزیه اسید لاکتیک و توليد یون هیدروژن را کاهش بدهد. در مورد تاثیر دو بارگیری بر عملکرد در گروه های مورد مطالعه مشاهده شد که میزان عملکرد در گروه با بارگیری طولانی مدت، توان انجام تست وینگیت به دلیل کاهش اسیدیته و تاخیر انداختن خستگی به طور معنی دارتری بر روی عملکرد تاثیر داشته و باعث انجام بهتره، تست شد. در مورد عملکرد و تاثیر مکمل بیکربنات سدیم هر چند مکانیسم دقیق عمل این مکمل هنوز نامشخص باقی مانده است اما بارگیری طولانی مدت سبب افزایش در نشانه های عملکرد شده است (۲۶، ۲۷). محققین معتقدند که کاهش تجمع یون هیدروژن از دلایل بهبود عملکرد می باشد. همچنین آنها بیان کرده اند که توانایی حفظ ورزش های شدید بستگی شدیدی به توانایی در کم کردن افزایش تجمع یون هیدروژن دارد (۲۸). آلكالوزی کردن از طریق مکمل بیکربنات سدیم در ورزش های کوتاه مدت شدید از طریق کاهش دادن یون هیدروژن به بهبود کردن ظرفیت تامپونی در بافت می شود (۸). در تحقیق Artioli و همکاران که آلكالوزی کرد قبل از فعالیت هم عملکرد اجرایی را بهبود می بخشد و هم

عملکرد و برون ده توانی را افزایش دهد ( $P < 0.05$ ). هر دو بارگیری نتوانست که میزان خستگی ناشی از فعالیت را کاهش دهد هر چند سبب شد تا درک خستگی به تعویق بیفتد. در مورد تاثیر مکمل بیکربنات سدیم بر روی غلظت بیکربنات پلاسما مشاهده شد که هر دو بارگیری سبب افزایش میزان بیکربنات پلاسما شدند که این ماهیت بافري بودن مصرف مکمل را نشان داد اما در بارگیری طولانی مدت میزان بیکربنات پلاسما به مقدار معنی دار تری بیشتر بود. در مورد تاثیر مصرف مکمل بر روی PH، مشاهده شد که هر دو بارگیری نسبت به گروه کنترل میزان بیشتری خون حالت قلیایی را نشان داد. اما در بین دو بارگیری، بارگیری کوتاه مدت میزان بیشتری خون را قلیایی کرده بود (جدول-۳).

## بحث

هدف از این تحقیق این بود که تاثیر بارگیری های متفاوت کوتاه مدت و بلند مدت بیکربنات سدیم را در فعالیت های شدید، کاهش خستگی و انجام بهترین عملکرد بود. یافته تحقیق پیشنهاد داد که مصرف طولانی مدت مکمل در دوز پایین باعث بهبود عملکرد سربازان در طی آزمون ورزشی شده بود. در مقایسه بین بارگیری کوتاه مدت و گروه کنترل، مصرف مکمل سبب شد میزان لاکتات پلاسما در گروه کوتاه مدت بیشتر باشد که این سبب می شود که تجمع لاکتات در داخل عضله کم شود و مانع از خستگی شود و فرد بتواند به مدت بیشتری به فعالیت پردازد یا با خستگی کمتری فعالیت را به پایان برساند. در مورد تاثیر این مکمل و بارگیری کوتاه مدت آن بر روی ضربان قلب در مقایسه با گروه کنترل هرچند مصرف مکمل سبب کاهش ضربان قلب شد اما این کاهش معنی دار نبود و شدت فعالیت انقدر بود که فرد فعالیت را با ضربان قلب بالا اما با چند ضربان کمتر نسبت به گروه کنترل انجام داد. در مورد تاثیر مصرف این مکمل بروی ضربان قلب هم مشاهده شد که هر چند سبب کاهش تعداد ضربان قلب در طی فعالیت پس از اندازه گیری آن ۵ دقیقه بعد از تمرین و آزمون ورزشی شد اما تاثیر معنی داری بر آن نداشت. اندازه گیری متغیر های بالا یک ساعت بعد از فعالیت در طی دو بارگیری نشان داد که در هر دو بارگیری میزان ضربان قلب نسبت به گروه کنترل کمتر بود اما تفاوت معنی داری را نشان نداد. در مورد لاکتات هم بارگیری طولانی مدت نسبت به بارگیری کوتاه مدت تفاوت معنی داری را در مقایسه با گروه کنترل نشان داد. با توجه به مشاهده نتایج، بارگیری طولانی مدت با کاهش بیشتر تجمع لاکتات در درون عضله فرد سریعتر به حالت اولیه و استراحتی خود باز می گردد و می تواند فعالیت های بعدی خود را به خوبی انجام دهد. همچنین بارگیری طولانی مدت نسبت به بارگیری کوتاه مدت هم تغییر معنی داری را در کاهش لاکتات نشان داد و اندازه گیری خونی یک ساعت پس از فعالیت هم نشان داد که بارگیری طولانی مدت سبب شده میزان لاکتات در درون بدن به مقدار زیادی کاهش یابد.

توانسته است که میزان شاخص های درگیر در ایجاد خستگی را به تاخیر بندازد و عملکرد را هم بهبود ببخشد بنابراین این نوع بارگیری می تواند راهبرد خوبی برای بهبود و درک خستگی در افراد داشته باشد. از آنجایی که مصرف بیکربنات سدیم در بارگیری طولانی مدت آن باعث افزایش در زمان انجام فعالیت شده و این افزایش معنادار بوده است می تواند به عنوان یک ماده تغذیه ای ارگوزنی استفاده شود.

**تشکر و قدردانی:** پژوهش حاضر نتیجه طرح تحقیقاتی انجام شده در دانشگاه علوم پزشکی ارتش با کد اخلاقی ۱۰۶۴ مصوب کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ارتش تهران می باشد. از تمامی عزیزانی که در تحقیق حاضر مشارکت نمودند، کمال تشکر و قدردانی می شود.

**تضاد منافع:** بدین وسیله نویسندگان مطالعه حاضر تصریح می نمایند که هیچگونه تضاد منافی وجود ندارد.

## منابع

1. Jourkesh M, Ahmadi S, Mehdipoor Keikha B, Sadri I, Ojagi A. Effects of six weeks sodium bicarbonate supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition. *Annals of Biological Research*, 2011;2 (2) : 403-413.
2. Artioli GG, Gualano B, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AW, Lancha AH. Does sodium-bicarbonate ingestion improve simulated judo performance?. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2007;17(2):206-17.
3. Mc Naughton LR, Thompson D. Acute versus chronic sodium bicarbonate ingestion and anaerobic work and power output. *J Spots Med phy fitness*, 2001; 41(4) :436-62.
4. John H. Boyd and Keith R. Walley, Is there a role for sodium bicarbonate in treating lactic acidosis from shock?. *Pharmacology, metabolism and nutrition*, 2008;14:379-383
5. Linderman J, fahey T.D. Sodium bicarbonate ingestion and exercise performance. *An update. Sports Med*, 2009: 11:71-80
6. Raymer GH, Marsh GD, Kowalchuk JM & Thompson RT. metabolic effects of induced alkalosis during progressive forearm exercise to fatigue. *J Appl Physiol*, 2004; **96**, 2050-2056.
7. Maughan, R., Depiesse, F., and Geyer, H. The use of dietary supplements by athletes. *Journal of Sports Sciences*, 2007;25, 103-113.
8. Bishop, D., & Claudius, B.. Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2005; 37(5), 759-767.
9. Mcconell. Effect of sodium bicarbonate on muscle metabolism during intense endurance cycling. *Med. Sci. Sports Exerc*, 2002;34:614-621.

سبب کاهش لاکتات می شود که نتیجه دومی با یافته های محقق هم سو نمی باشد (۱۵). تحقیق حاضر به بررسی اثر مصرف مکمل بر روی برگشت به حالت اولیه یا ریکاوری انجام گرفت. خوردن مکمل در حالت بارگیری طولانی مدت بیشتر سبب برگشت به حالت اولیه کمک می کند و میزان بیشتری از اسید لاکتیک را خنثی کند. Rashel و همکارانش کاهش PH خون و ظرفیت بافری را به دنبال فعالیت های شدید کوتاه مدت مشاهده کردند. با توجه به خاصیت بافری مکمل در بارگیری طولانی مدت و به تاخیر انداختن زمان رسیدن به خستگی و بهبود عملکرد، محققین این بارگیری را بهتر از بارگیری کوتاه مدت آن و تاثیر این مکمل بر شاخص های خستگی به مراتب بهتر بود.

## نتیجه گیری

با توجه به یافته های حاضر به این جمع بندی می رسیم که بارگیری طولانی مدت بیکربنات سدیم نسبت به دو حالت دیگر

10. Mckenzie dc, Moutte kd, Mtirling dr, Hhoebe HH, Kuzara G. Maximal work production following two levels of artificially induced metabolic alkalosis. *J sport sci*, 1986;4(1): 35-8.
11. McNaughton, L., Back, K., Palmer, G., and Strange, N. Effects of chronic bicarbonate ingestion on the performance of high intensity work. *European Journal of Applied Physiology*, 1999;80, 333-336.
12. McNaughton, L.R., Siegler, J., & Midgley, A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Current Sports Medicine Reports*, 2008;7(4), 230-236.
- 13- Artioli GG, Gualano B, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AW, Lancha AH Jr . Does sodium-bicarbonate ingestion improve simulated judo performance? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2007;17(2):206-217
14. John H. Boyd and Keith R. Walley, "Is there a role for sodium bicarbonate in treating lactic acidosis from shock?". *Pharmacology, metabolism and nutrition*, 2008;14:379-383
15. tofighi A. et al. Short-term effects of aerobic exercise and vitamin C + E on IL-6, CRP and oxidative stress markers in obese women, sedentary, (in Persian). *Urmia Medical Journal* 1389;21(3): 228-236.
16. Fallon KE. The acute phase response and exercise: the ultramarathon as prototype exercise. *Clin J Sport Med*, 2001;11:38-43.
17. Aronson D, Sheikh-Ahmad M, Avizohar O, et al. C-Reactive protein is inversely related to physical fitness in middle-aged subjects. *Atherosclerosis*, 2004;176:173-9.
18. Kern PA, Ranganathan S, Li C, et al. Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistanc. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2001;280: 745-51.



190. Ridker PM, Rifai N, Rose L, Buring JE, Cook NR. Comparison of C-reactive protein and low-density lipoprotein cholesterol levels in the prediction of first cardiovascular events. *N Engl J Med*, 2002;347:1557–1565.
20. Mary P et al, Effect of Carbohydrate Intake During Recovery From Eccentric Exercise on Interleukin-6 and Muscle-Damage Markers, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2007, 17, 507-520.
- 21- Tofighi A, Saedmocheshi S. Comparison the Effect of Two Chronic and Acute Loading of Sodium Bicarbonate Supplementation on Fatigue and Performance Indices after Exhaustive Aerobic Activity in Active Men. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services*. 2013, 35(3);40-45.
22. Tofighi A, Saedmocheshi S. C-reactive protein and lactate response to consumption of sodium bicarbonate supplementation and exhaustive in young active. *J Kermanshah Univ Med Sci*. 2013, 17(2);97-102.
23. Bouissou P, Estrada PY, Goubel F, Guezennec CY, Serrureir B. Surface EMG power spectrum and intramuscular pH inhuman vastus lateralis muscle during dynamic exercise. *J. Appl Physiol*. 1989,67:1245–1249.
24. Cairns SP. Lactic acid and exercise performance: Culprit or Friend? *Sports Medicine*, 2006; 36(4), 279-291.
25. Cameron SL, McLay-Cooke RT, Brown RC, Gray AR, Fairbairn KA. Increased blood pH but not performance with sodium bicarbonate supplementation in elite rugby union players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2010,29; 307-21.
26. Carr, A.J., Slater, G.J., Gore, C.J., Dawson, B., & Burke, L.M. Effect of sodium bicarbonate on [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>], pH, and gastrointestinal symptoms. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2011, 21, 189-194.
27. Ching-Lin Wu, Mu-Chin Shih, Chia-Cheng Yang, Ming-Hsiang Huang, Chen-Kang Chang, Sodium bicarbonate supplementation prevents skilled tennis performance decline after a simulated match, Wu et al. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2010, 7;33-40.
28. Christmass M. A., Dawson B, and Arthur R P. G. Effect of work and recovery duration on skeletal muscle oxygenation and fuel use during sustained intermittent exercise. *Eur. J. Appl. Physiol*. 1999, 80: 436–447.
29. Costill, D., Verstappen, F., Kuipers, H., Janssen, E., & Fink, W. Acid-base balance during repeated bouts of exercise: influence of HCO<sub>3</sub>. *International Journal of Sports Medicine*, 19984, 5(5), 228-231.