



پژوهش در تغذیه ورزشی

The Official Peer-Reviewed Journal of the University of Kurdistan

- تاثیر تمرینات HIFT و عصاره زنجبیل بر برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در مردان دارای کبد چرب غیر الکلی
فرزانه کشاورز، سجاد انوشیروانی، حمید اراضی، رقیه افرونده، هادی گلپسندی
- تاثیر مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و برخی متغیرهای فیزیولوژیکی طی فازهای
مختلف چرخه قاعدگی
زهرا نوروزی، حسن پوررضی، عباس صادقی
- بررسی نقش تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل‌های ورزشی بر بهبود التهابات و افزایش شاخص‌های
سلامت ورزشکاران فوتسالیست و فوتبالیست (یک مطالعه مروری سیستماتیک)
امیرحسین حرمتی اوغول بیگ، آمنه پوررحیم قورقچی، رضا فرضی زاده، علی مرزپور
- تاثیر مکمل‌یاری منیزیم بر عملکرد ورزشی و ایمنی در دانشجویان فعال
وحید طالبی، میلاد معدنچی‌ها
- تاثیر هشت هفته تمرین استقامتی و مکمل یاری زنیان بر بیان ژن Zip14 (Slc39a14) روده کوچک و بزرگ
رت‌های نر نژاد ویستار
عراز نظری، یازگلدی نظری
- تاثیر یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر عملکرد هوازی، قدرت عضلانی و چابکی در
نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران
سیاوش حاتمی، آقاعلی قاسمیان، حمیدرضا نوروزی



دانشگاه کردستان
University of Kurdistan
زانکۆی کوردستان

فصلنامه پژوهش در تغذیه ورزشی

دوره سوم، شماره سوم، ۱۴۰۳

شاپا: ۸۹۶۰-۲۹۸۰

این نشریه با درجه علمی - ترویجی تحت مجوز وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ایران، توسط دانشگاه کردستان منتشر می شود.



دانشگاه کردستان

فصلنامه پژوهش در تغذیه ورزشی

دوره سوم، شماره سوم، ۱۴۰۳

صاحب امتیاز: دانشگاه کردستان

مدیر مسئول: دکتر محمد رحمان رحیمی

سر دبیر: دکتر حمید محبی

اسامی اعضای هیئت تحریریه:

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	رشته	محل خدمت	سمت در مجله
بهمن میرزایی	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه گیلان	عضو هیئت تحریریه
ارسلان دمیرچی	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه گیلان	عضو هیئت تحریریه
حمید محبی	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه گیلان	عضو هیئت تحریریه
داریوش شیخ الاسلامی و وطنی	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه کردستان	عضو هیئت تحریریه
معرفت سیاه کوهیان	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه محقق اردبیلی	عضو هیئت تحریریه
حمید اراضی	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه گیلان	عضو هیئت تحریریه
رامین امیر ساسان	استاد	فیزیولوژی ورزشی	پژوهشگاه تبریز	عضو هیئت تحریریه
اصغر توفیقی	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه ارومیه	عضو هیئت تحریریه
فرهاد دریانوش	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه شیراز	عضو هیئت تحریریه
مهدی مقرنسی	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه بیرجند	عضو هیئت تحریریه
عبدالحمید حبیبی	استاد	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه شهید چمران اهواز	عضو هیئت تحریریه
هادی روحانی	دانشیار	فیزیولوژی ورزشی	پژوهشگاه علوم ورزشی	عضو هیئت تحریریه
کریم آزالی علمداری	دانشیار	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه شهید مدنی آذربایجان	عضو هیئت تحریریه
شمس الدین احمدی	استاد	فیزیولوژی	دانشگاه کردستان	عضو هیئت تحریریه
محمد رحمان رحیمی	دانشیار	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه کردستان	عضو هیئت تحریریه
هاوکار سالار احمد	استادیار	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه سلیمانیه	عضو هیئت تحریریه بین المللی
آمانج علی حسین	استادیار	فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه سلیمانیه	عضو هیئت تحریریه بین المللی

طراح گرافیک (لوگو، جلد و صفحه آرای): دکتر هادی گلپسندی

آمارگر: دکتر امید عیسی نژاد

ویراستار انگلیسی: دکتر ناکو ابراهیم فقیه، دکتر هیوا احمد رحیم

مدیر داخلی نشریه: دکتر صابر ساعد موچشی

مدیر اجرایی و کارشناس نشریه: دکتر هادی گلپسندی

نشانی مجله: استان کردستان، سنندج، خیابان پاسداران، دانشگاه کردستان، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، کتابخانه ماموستا هه‌زار، طبقه اول،

دفتر نشریه پژوهش در تغذیه ورزشی، کد پستی ۶۶۱۷۷-۱۵۱۷۵-

تلفن: ۰۸۷۳۳۶۶۴۶۰۰ --- داخلی ۲۶۰۶

رایانامه: re.nut@yahoo.com ...and ... jrenutrition@gmail.co

رویکرد نشریه

نشریه پژوهش در تغذیه ورزشی (Research in Exercise Nutrition) به صورت فصلنامه منتشر می‌گردد و در آن مقالات پژوهشی اصیل (Original Article)، مقالات مروری (Review) و مقالات متاآنالیز (Meta-analysis) در حوزه پژوهش‌های بنیادی، توسعه‌ای، کاربردی و اپیدمیولوژیک و مطالعه‌های بالینی مرتبط با تغذیه ورزشی که قبلاً در هیچ نشریه داخلی و خارجی چاپ نشده باشند، منتشر می‌گردد.

شرایط پذیرش مقاله:

ویژگی‌های کلی مقاله

- مقاله باید نتیجه تحقیقات نویسنده (نویسندگان) باشد.
- مقاله نباید در نشریه دیگری منتشر شده باشد و تا اتمام دآوری نیز نباید به مجله دیگری فرستاده شود.
- چاپ مقاله منوط به تأیید نهایی هیئت تحریریه است.
- پذیرش مقاله برای چاپ، پس از تأیید هیئت داوران به آگاهی نویسنده خواهد.
- مسئولیت مطالب و محتوای مقاله بر عهده نویسنده است.
- ویراستار مجله در ویرایش ادبی و فنی مقاله بدون تغییر محتوای آن آزاد است.
- حجم مقاله به هیچ وجه نباید بیش از بیست صفحه شود.
- نام کامل نویسنده، مرتبه علمی، دانشگاه محل تدریس یا تحصیل، رشته تحصیلی، رایانامه، شماره تلفن نویسنده در صفحه جداگانه‌ای ضمیمه شود.
- ارسال مقاله تنها از طریق سامانه پژوهش در تغذیه ورزشی در سامانه نشریات دانشگاه کردستان به نشانی <http://www.researchinexercisenutrition.com/?lang=fa> امکان پذیر است (برای این کار ابتدا باید در سامانه ثبت نام کنید).

اجزای مقاله شامل موارد زیر باشد:

- ❖ **عنوان:** نام کلی مقاله که گویا و بیانگر محتوای مقاله باشد.
- ❖ **مشخصات نویسنده:** شامل نام و نام خانوادگی نویسنده، مرتبه علمی، رشته تحصیلی، دانشگاه محل تدریس یا تحصیل در یک صفح جداگانه ارسال گردد.
- ❖ **چکیده:** شرح جامعی از مقاله با واژه‌های محدود (حداکثر ۲۵۰ واژه یا ده سطر) شامل تصویری کلی از بیان مسئله، هدف، روش تحقیق و یافته‌ها.
- ❖ **واژه‌های کلیدی:** شامل پنج تا هفت واژه تخصصی که اهمیت آن‌ها در مقاله بیش از سایر واژه‌هاست.
- ❖ **مقدمه:** شامل هدف و ذکر پیشینه پژوهشی مقاله (به اجمال).
- ❖ **پیکره اصلی:** شامل متن اصلی مقاله، مبانی نظری، روش شناسی، تجزیه و تحلیل داده‌ها، یافته‌ها، بحث و نتیجه‌گیری.
- ❖ **متد و روش اجرای کار:** توضیح دقیق و گویا در مورد طرح پژوهش، جامعه و نمونه آماری، مواد و روش‌های اندازه گیری و روش‌های آماری.
- ❖ **نتایج:** شرح کامل یافته‌های پژوهش (بدون ارائه اطلاعات هویتی آزمودنی‌ها) در قالب جداول و نمودارهای مختلف.
- ❖ **بحث:** تجزیه و تحلیل یافته‌ها از طریق مقایسه آن با یافته‌های حاصل از مطالعات دیگر، توجیه و تفسیر موارد مشترک و موارد تفاوت و بیان کاربرد احتمالی یافته‌ها و در نهایت نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها حاصل از یافته‌های پژوهش.
- ❖ **تشکر:** تقدیر و تشکر در بخش انتهای مقاله از افراد حقیقی و حقوقی و حامیان اجرای پژوهش.
- ❖ **پی‌نوشت:** در صورت وجود توضیحات ضروری در پایین هر صفحه می‌آید.
- ❖ **منابع:** تمامی رفرنسها از جمله رفرنس‌های فارسی بصورت زبان انگلیسی آورده شود.
- ❖ **فهرست‌نویسی** ارجاعات مقاله به شیوه ونکور و با استفاده از نرم افزار اندنوت (Endnote) باشد.

❖ نام خانوادگی نویسنده (فاصله) حرف اول نام کوچک (نقطه) عنوان مقاله (نقطه) نام مجله (فاصله) سال انتشار (فاصله) ماه (؛) جلد یا دوره ی انتشار (شماره :) شماره صفحات.

❖ به طور مثال:

❖ Morrato EH, Hill JO, Wyatt HR, Ghushchyan V, Sullivan PW. Are health care professionals advising patients with diabetes or at risk for developing diabetes to exercise more? Diabetes care. 2006;29(3):543-8.

❖ **چکیده انگلیسی:** با قلم Times New Roman با اندازه ۱۱ (تا ۱۰۰۰ واژه).

❖ لازم به ذکر می باشد که محتوای چکیده انگلیسی باید کاملاً منطبق با چکیده فارسی باشد.

❖ داشتن آدرس رایانامه دانشگاهی و شناساگر نویسنده (ORCID) برای نویسندگان به ویژه نویسنده مسئول الزامی است.

❖ فرم تعارض منافع نویسنده با مهر و امضاء نویسنده ی مسئول مقاله، پیوست مقاله باشد.

❖ تمام مقالات دارای دسترس باز هستند که از \$ CC By تبعیت می کنند.

فهرست مقالات

- تاثیر تمرینات HIFT و عصاره زنجبیل بر برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در مردان دارای کبد چرب غیر الکلی ۱
- فرزانه کشاورز، سجاد انوشیروانی، حمید اراضی، رقیه افرونده، هادی گلپسندی**
- تاثیر مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و برخی متغیرهای فیزیولوژیکی طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی..... ۱۳
- زهرا نوروزی، حسن پوررضی، عباس صادقی**
- بررسی نقش تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل‌های ورزشی بر بهبود التهابات و افزایش شاخص‌های سلامت ورزشکاران فوتسالیست و فوتبالیست (یک مطالعه مروری سیستماتیک)..... ۲۵
- امیرحسین حرمتی اوغول بیگ، آمنه پوررحیم قورقچی، رضا فرضی زاده، علی مرزپور**
- تاثیر مکمل‌یاری منیزیم بر عملکرد ورزشی و ایمنی در دانشجویان فعال ۳۷
- وحید طالبی، میلاد معدنچی‌ها**
- تاثیر هشت هفته تمرین استقامتی و مکمل یاری زنیان بر بیان ژن Zip14 (Slc39a14) روده کوچک و بزرگ رت های نر نژاد ویستار..... ۴۹
- عراز نظری، یازگلدی نظری**
- تأثیر یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر عملکرد هوازی، قدرت عضلانی و چابکی در نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران..... ۶۱
- سیاوش حاتمی، آقاعلی قاسمنیان، حمیدرضا نوروزی**

سخن سردبیر

خدا را شاکرم که فرصتی دست داد تا به بهانه انتشار اولین شماره نشریه دوزبانه **پژوهش در تغذیه ورزشی (REN)** که اولین نشریه تخصصی تغذیه ورزشی در ایران می باشد با نویسندگان و خوانندگان گرامی به گفتگو پردازم. تغذیه ورزشی یکی از موضوعات جالب در حیطه تربیت بدنی و علوم ورزشی می باشد که پژوهش در این زمینه می تواند منجر به ارتقا سطح آمادگی جسمانی ورزشکاران و ارتقاء سلامت گردد و این امر بدون مشارکت نویسندگان گرامی و شما خوانندگان عزیز امکان پذیر نخواهد بود. امید است با دریافت مقاله های اصیل علمی از پژوهشگران جوان و اساتید برجسته رشته علوم ورزشی بتوانیم بر غنای علمی نشریه بیافزاییم. در پایان از تمام همکاران نشریه که سبب بهبود و ارتقاء سطح علمی نشریه هستند، تشکر و قدردانی می نمایم.

و من الله التوفیق

دکتر حمید محبی

سردبیر نشریه پژوهش در تغذیه ورزشی

تأثیر تمرینات HIFT و عصاره زنجبیل بر برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در مردان دارای کبد چرب غیر الکلی

فرزانه کشاورز^۱، سجاد انوشیروانی^۱، حمید ارازی^۲، رقیه افرونده^۱، هادی گلپاسندی^۳✉

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۲

چکیده

هدف: فونت این پژوهش به بررسی تأثیر تمرین تمرینات عملکردی با شدت بالا (HIFT) و عصاره زنجبیل بر آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در مردان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی (NAFLD) پرداخت.

روش شناسی: این مطالعه به صورت تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون انجام شد. ۴۰ مرد مبتلا به کبد چرب غیر الکلی به طور تصادفی در چهار گروه مکمل، تمرین HIFT، ترکیب مکمل و تمرین، و دارونما قرار گرفتند. تمرینات HIFT شامل حرکات قدرتی و هوازی، سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته انجام شد. گروه‌های مکمل روزانه ۱ گرم عصاره خشک زنجبیل در چهار وعده مصرف کردند. سطوح سرمی کاتالاز، SOD، GPX، TAC و MDA اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: تحلیل آنووا با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که تفاوت معناداری در سطوح آنزیم‌های TAC، CAT، GPX و SOD در گروه‌های مطالعه حاضر وجود داشت ($p < 0.05$)، بطوری که در گروه‌های مکمل، تمرین و مکمل + تمرین، سطوح آنزیم‌های TAC، CAT، GPX و SOD در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$). در حالی که سطوح MDA در گروه‌های مذکور کاهش معناداری داشت ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: در مجموع می‌توان گفت که هشت هفته تمرینات HIFT با و بدون مکمل زنجبیل می‌تواند در افزایش معنادار سطوح آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و کاهش شاخص فشار اکسایشی در مردان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی مفید باشد، اگرچه اثر هم‌افزایی مشاهده نشد.

واژگان کلیدی: ظرفیت تام آنتی اکسیدانی، کاتالاز، GPX، فشار اکسایشی و کبد چرب غیر الکلی.

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

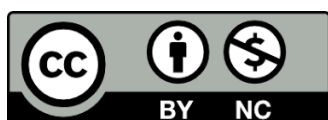
Hadi.golpasandi@uok.ac.ir

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان

شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

نوع دسترسی: آزاد

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143126.1081>



Copyright ©The authors

ارجاع دهی:

Keshavarz F, Anoushirvani S, Arazi H, Afroundeh R, Golpasandi H. The effect of HIFT with ginger extract supplementation on the levels of some antioxidant enzymes in men with non-alcoholic fatty liver. *Research in Exercise Nutrition*. 2025;3(3):1-12. Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143126.1081>.



The effect of HIFT with ginger extract supplementation on the levels of some antioxidant enzymes in men with non-alcoholic fatty liver

Farzaneh Keshavarz¹, Sajjad Anoushirvani¹, Hamid Arazi², Roghieh Afrundeh¹, Hadi Golpasandi^{3✉}

Received: 2025/01/11

Accepted: 2025/03/08

Abstract

Aim: This study investigated the combined effect of HIFT and ginger extract on antioxidant enzymes in men with NAFLD.

Method: This study was conducted experimentally with a pretest-posttest design. 40 men with nonalcoholic fatty liver disease were randomly assigned to four groups: supplementation, HIFT training, combination of supplementation and training, and placebo. HIFT training, including strength and aerobic exercises, was performed three sessions per week for eight weeks. The supplementation groups consumed 1 g of dry ginger extract daily in four doses. Serum levels of catalase, SOD, GPX, TAC, and MDA were measured.

Results: ANOVA analysis with repeated measures showed that there was a significant difference in the levels of TAC, CAT, GPX, and SOD enzymes in the groups of the present study ($p < 0.05$), so that in the supplement, exercise, and supplement + exercise groups, the levels of TAC, CAT, GPX, and SOD enzymes increased significantly in the post-test compared to the pre-test ($P \geq 0.05$). While MDA levels decreased significantly in the aforementioned groups ($P \geq 0.05$).

Conclusion: In summary, it can be said that eight weeks of HIFT training with and without ginger supplementation can be beneficial in significantly increasing antioxidant enzyme levels and reducing oxidative stress index in men with nonalcoholic fatty liver disease, although a synergistic effect was not observed.

Keywords: Total antioxidant capacity, catalase, GPX, oxidative stress, and nonalcoholic fatty liver.

1- Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

2- Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

3- Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

✉ Corresponding author

Hadi.golpasandi@uok.ac.ir

ISSN: 2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Owner and Publisher: University of Kurdistan

Journal ISSN (online): 2980-8960

Access Type: Open Access

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143126.1081>



Copyright ©The authors

Citation:

Keshavarz F, Anoushirvani S, Arazi H, Afrundeh R, Golpasandi H. The effect of HIFT with ginger extract supplementation on the levels of some antioxidant enzymes in men with non-alcoholic fatty liver. *Research in Exercise Nutrition*. 2025;3(3):1-12. Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143126.1081>.

مقدمه

بیماری کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط لودویگ و همکاران در افرادی بدون سابقه مصرف الکل شناسایی شد (۱). این بیماری با تجمع بیش از ۵٪ تری‌گلیسیرید در کبد مشخص می‌شود و طیفی از اختلالات کبدی، از استئاتوز ساده تا استئوهپاتیت غیرالکلی و حتی فیروز و سیروز کبدی را شامل می‌شود (۲). شیوع NAFLD در کشورهای پیشرفته ۲۰-۳۰٪ و در ایران حدود ۲۱/۵٪ است. علت دقیق این بیماری ناشناخته است، اما فرضیه "دو ضربه" مطرح می‌کند که مقاومت به انسولین (ضربه اول) و استرس اکسیداتیو (ضربه دوم) در ایجاد آن نقش دارند (۳). در حال حاضر درمان قطعی برای NAFLD وجود ندارد، اما رژیم‌های غذایی حاوی آنتی‌اکسیدان‌ها و گیاهان دارویی مانند زنجبیل ممکن است مفید باشند (۴). زنجبیل به دلیل ترکیباتی مانند جینجرول و شوگاول، دارای خواص ضدالتهاب، آنتی‌اکسیدانی و تنظیم‌کننده سیستم ایمنی است (۵). این گیاه می‌تواند حساسیت به انسولین را بهبود بخشد، سنتز کلسترول کبدی را کاهش دهد و از سمیت کبدی جلوگیری کند (۶). همچنین، زنجبیل با مهار آنزیم‌های التهابی و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ممکن است پیشرفت NAFLD و عوارض قلبی عروقی مرتبط با آن را کاهش دهد (۷).

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) یکی از موثرترین روش‌ها برای درمان چاقی و اضافه وزن است، زیرا در زمان کمتر، تغییرات فیزیولوژیکی و سلامتی بیشتری نسبت به تمرینات با شدت متوسط ایجاد می‌کند (۸). تمرینات عملکردی با شدت بالا (HIFT) نوعی از HIIT است که از حرکات عملکردی مانند دویدن، وزنه‌برداری و حرکات بالستیک برای بهبود آمادگی جسمانی استفاده می‌کند (۹). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که مکمل‌سازی عصاره زنجبیل می‌تواند اثرات مثبتی بر بیماران مبتلا به NAFLD داشته باشد (۱۰). به عنوان مثال، برخی تحقیقات کاهش معنادار در سطح آنزیم‌های کبدی (مانند ALT و GGT)، شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) و نشانگرهای التهابی (مانند hs-CRP) را پس از مصرف زنجبیل گزارش کرده‌اند (۱۱). همچنین، ترکیب تمرینات ورزشی (مانند HIIT یا مقاومتی) با مکمل‌سازی زنجبیل می‌تواند منجر به بهبود شاخص‌های متابولیک، کاهش چربی کبدی و بهبود نیم‌رخ لیپیدی شود (۱۲). علاوه بر این، زنجبیل به دلیل ترکیباتی مانند جینجرول، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی قوی است که می‌تواند از آسیب‌های کبدی ناشی از استرس اکسیداتیو جلوگیری کند. به طور کلی، ترکیب تمرینات ورزشی با شدت بالا و مکمل‌سازی زنجبیل ممکن است یک راهکار موثر برای بهبود علائم

NAFLD و کاهش عوارض مرتبط با آن باشد. تحقیق بخشی و همکاران (۱۳۹۸) با عنوان تاثیر مکمل یاری زنجبیل به تنهایی و همراه با تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر شاخص‌های تن سنجی و سطوح آیریزین سرم در مردان چاق نیز نشان داد که مداخله ی زنجبیل به تنهایی موجب کاهش معنادار درون گروهی درصد چربی بدن شد. در گروه های زنجبیل+تمرین و تمرین+دارونما کاهش معنادار شاخص های تن سنجی شامل وزن بدن، درصد چربی بدن، نسبت دور کمر به قد، نسبت به گروه دارونما مشاهده گردید. تفاوت معناداری در سطوح سرمی آیریزین در هیچکدام از گروه های مورد مطالعه در پایان مداخلات مشاهده نشد. بینینگ لو و همکاران (۱۳) (۲۰۲۱) طی یک مقاله ی مروری با عنوان اثرات ورزش با شدت بالا بر استرس اکسیداتیو و وضعیت آنتی اکسیدانی در انسان های تمرین نکرده نشان داند که استرس اکسیداتیو حاد پس از قطع فعالیت ورزشی با شدت بالا HIE در مقایسه با حالت های استراحت وجود دارد. استرس اکسیداتیو ناشی از HIE گذرا است و به احتمال زیاد در عرض ۲۴ ساعت به دلیل تحریک سیستم آنتی اکسیدانی درون زا که پاسخ آن تاخیر و پایدار است به سطوح نرمال بازگردانده می شود. افراد فعال سیستم های آنتی اکسیدانی بهتری داشتند و استرس اکسیداتیو کمتری پس از HIE متحمل شدند. یک سبک زندگی فعال برای افراد تمرین نکرده جهت افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی پیشنهاد شد. همچنین، پژوهشگران، HIE با شدت بالاتر از ۷۰٪ VO2max برای سطوح اولیه تمرین بر اساس یافته های گزارش شده را پیشنهاد دادند (۱۴). در حال حاضر کمبود تحقیقات مربوط به پاسخ آنتی اکسیدانی به تمرینات HIFT وجود دارد؛ با این حال محقق در پژوهش حاضر سعی دارد که تاثیر تمرینات HIFT و عصاره زنجبیل بر برخی آنزیم های آنتی اکسیدانی شامل کاتالاز، گلوکاتایون پروکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید در مردان دارای کبد چرب غیر الکلی را مورد بررسی قرار دهد.

روش‌شناسی:

پژوهش حاضر یک کار تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را مردان بزرگسال مبتلا به بیماری کبد چرب غیر الکلی با دامنه سنی ۳۵-۴۰ سال اردبیل تشکیل می‌داد که به مراکز بهداشت و بیمارستان‌های شهر اردبیل مراجعه نمودند. از بین بیمارانی که به صورت داوطلبانه حاضر به همکاری در این پژوهش بودند به روش غربالگری و پس از انجام مصاحبه حضوری و همچنین بررسی سوابق پزشکی این بیماران به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند که تعداد ۴۳ آزمودنی

شدت و حجم تمرینات به تدریج افزایش می‌یافت. این افزایش از طریق بالا بردن میزان وزنه‌ها (مانند استفاده از کتل بل سنگین‌تر)، افزایش تعداد تکرارها و ست‌ها، کاهش زمان استراحت بین تمرینات، یا اجرای حرکات با سرعت و شدت بیشتر صورت گرفت. همچنین، مدت زمان بخش تمرین اختصاصی به مرور افزایش داده شد و تمرینات از حرکات ساده‌تر به ترکیبات پیچیده‌تر ارتقا یافتند. علاوه بر این، برنامه تمرینی بر اساس توانایی‌های فردی شرکت‌کنندگان تنظیم شده و میزان پیشرفت آن‌ها به‌طور مستمر ارزیابی شد تا بار تمرینی به شکل تدریجی و متناسب افزایش یابد.

نحوه مکمل‌دهی

در آزمودنی‌هایی که مصرف مکمل زنجبیل برای آنها در نظر گرفته شده بود به روش دوسوکور تصادفی با دارونما، به مدت ۸ هفته و هر روز در ۴ وعده با حفظ رژیم غذایی، روزانه عصاره خشک ۱ گرم زنجبیل (به شکل کپسول‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی با رنگ سفید همراه آب) ساخت شرکت سها جیسا (کشور ایران) مصرف نمودند. گروه دارونما نیز کپسولی حاوی آرد بو داده که ظاهری مشابه با کپسول زنجبیل داشت را دقیقاً مشابه با گروه مکمل مصرف نمودند (۱۶).

اندازه‌گیری شاخص‌های فشار اکسایشی و آنتی

اکسیدانی

در دو مرحله پیش آزمون و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی (پس آزمون)، راس ساعت ۹ تا ۱۰ صبح در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی و در حالی که بر روی صندلی نشسته اند مقدار ۵ سی سی خون از ورید بازویی دست چپ آزمودنی‌ها توسط فرد نمونه گیر، گرفته شد. جهت جدا نمودن پلاسمای نمونه‌های خونی، بلافاصله پس از گرفتن نمونه خون، سانتریفیوژ آنها با استفاده از دستگاه مخصوص به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه انجام شد. پس از اتمام خون‌گیری نمونه‌های سرمی خونی در دمای منفی ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد فریز و نگهداری شد. سپس شاخص‌های TAC، CAT، GPX، SOD و MDA با استفاده از کیت Zell Bio ساخت کشور آلمان با استفاده از نمونه‌های سرم انجام شد.

داوطلب شرکت در پژوهش حاضر شدند. قبل از شروع تحقیق، یک جلسه توجیهی برای آزمودنی‌ها برگزار شد. در این جلسه آزمودنی‌ها با اهداف و روش اجرای پژوهش آشنا شده و با پر کردن فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه سلامتی و تندرستی، تعداد ۴۰ نفر آمادگی خود را برای حضور در این تحقیق اعلام نمودند. سپس آزمودنی‌ها به صوت تصادفی در ۴ گروه قرار گرفتند. معیارهای ورود تحقیق حاضر شامل داشتن کبد چرب، نداشتن اختلالات جسمانی و عصبی، نداشتن سابقه فعالیت بدنی منظم در ۶ ماه گذشته با استفاده از پرسشنامه IPAQ، عدم منع پزشکی، عدم ابتلا به بیماری‌هایی از جمله بیماری قلبی-عروقی، بیماری تنفسی و عدم مصرف الکل و استعمال دخانیات و هر گونه داروهای اثرگذار بر فرایند تحقیق بود (این افراد داروهای کاهنده چربی مثل آترواستاتین استفاده می‌کردند). معیارهای خروج نیز شامل عدم رعایت پروتکل تمرینی، ابتلا به بیماری‌های خاص، عدم رضایت آزمودنی برای ادامه فرایند تحقیق بود.

پروتکل تمرین HIFT

تمرینات HIFT برای این مطالعه، تمرینات (CrossFit) بود. تمامی آزمودنی‌های تحقیق حاضر، دو جلسه مقدماتی را برای یادگیری اصول HIFT داشتند. سپس برای هشت هفته آینده برنامه کامل پروتکل تمرینی به شرکت‌کنندگان ارائه شد. یک برنامه تمرینی که شامل جلسات ۶۰ دقیقه‌ای تحت نظارت مربیان اجرا شد. یک جلسه تمرین HIFT شامل گرم کردن (۱۰-۱۵ دقیقه)، تمرین تکنیکی و مهارتی (۱۰-۲۰ دقیقه)، تمرین اختصاصی (۵-۳۰ دقیقه) و سرد کردن (کششی) (۵ دقیقه) بود. تمرینات با استفاده از الگوبرداری از حرکات کراس-فیت طراحی شد، که ترکیبی از فعالیت‌های هوازی به طور مداوم (مثل دویدن)، وزن بدن (بارفیکس) و استفاده از وزنه (کتل بل) که به طور کلی تمریناتی که فاکتورهای زمان، تکرار، مسافت یا وزن را شامل می‌شدند. هدف از اجرای تمرینات فوق، توسعه آمادگی جسمانی عمومی در چندین زمینه و تناسب اندام بود، نه تأکید بر یک نوع تناسب اندام (به عنوان مثال، استقامت هوازی). تمرینات مداوم متنوع با شدت نسبتاً بالایی صورت گرفت که خود به خود انتخاب شدند. همه تمرینات در شرایط یکسان و زیر نظر متخصصین امر به عمل آمد (۱۵). برای اعمال اصل اضافه بار در این پروتکل،

جدول ۱. نمونه ای از جلسات تمرینی برای یک هفته.

جلسه	اندازه گیری تناسب اندام	۱۰ مهارت فیزیکی از آمادگی جسمانی عمومی
۱	تست چابکی هاپ	تعال، هماهنگی، دقت
	تست پیشرفته چابکی	چابکی
	تست انعطاف پذیری تنه (نشستن و رسیدن)	انعطاف پذیری
	پرتاب طول ایستاده (توپ مدیسینال)	قدرت
	بیشترین تکرار هرکدام از حرکت ها در ۶۰ ثانیه: شنا روی زمین، دراز نشست، اسکات با وزن بدن، و بیشترین بارفیکس	استقامت / استقامت عضلانی
۲	۱ تکرار حداکثری برای هریک از موارد زیر: اسکات، پرس سرشانه، ددلیفت	استحکام / قدرت
۳	دوی ۴۰۰ متر	سرعت
	دوی کوپر (دوی ۱۵۰۰ متر)	استقامت قلبی عروقی تنفسی

تفاوت معناداری بین پس آزمون سطوح TAC، کاتالاز، GPX و SOD بین گروه های پژوهش شامل مکمل، تمرین و مکمل + تمرین مشاهده نشد ($p > 0.05$).
جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی های توصیفی و آنتروپومتریکی آزمودنی ها.

گروه ها	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (وزن / مجذور قد به متر)
مکمل	37.80 ± 3.80	168 ± 3.36	75.87 ± 5.08	26.91 ± 2.15
	۳۹/۳۰			
تمرین	37.73 ± 5.73	165.47 ± 3.47	75.15 ± 4.21	27.33 ± 1.23
	۴۰	۱۶۵/۸۰		
مکمل + تمرین	37.34 ± 6.34	167.30 ± 4.4	74.12 ± 4.11	26.51 ± 1.84
	۳۸/۴۰			
کنترل	37.74 ± 3.74	166.05 ± 4.05	74.28 ± 3.28	26.73 ± 1.20
	۳۹/۴۰	۱۶۶/۷۰		

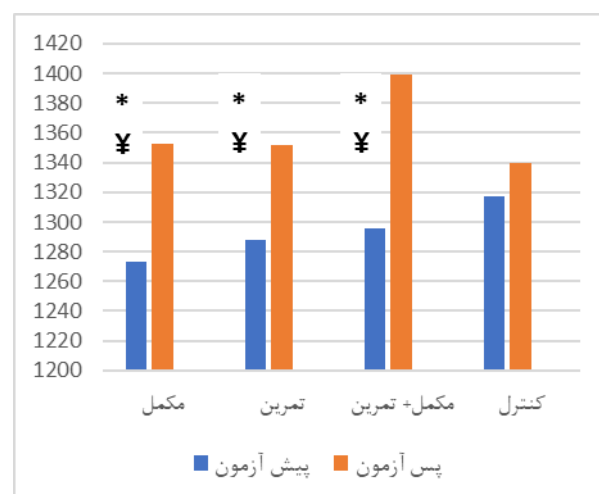
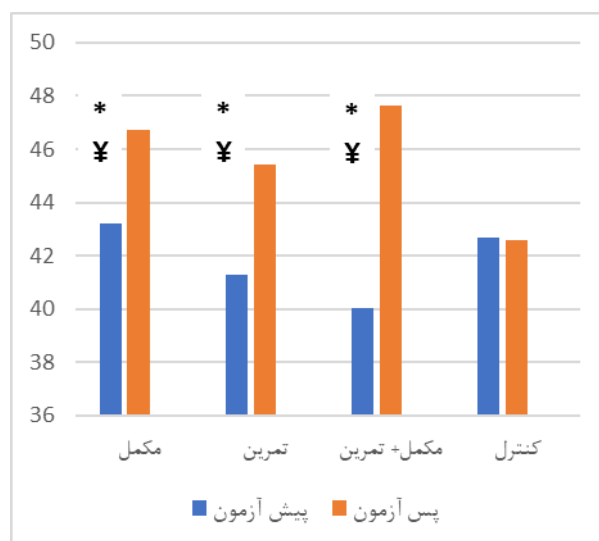
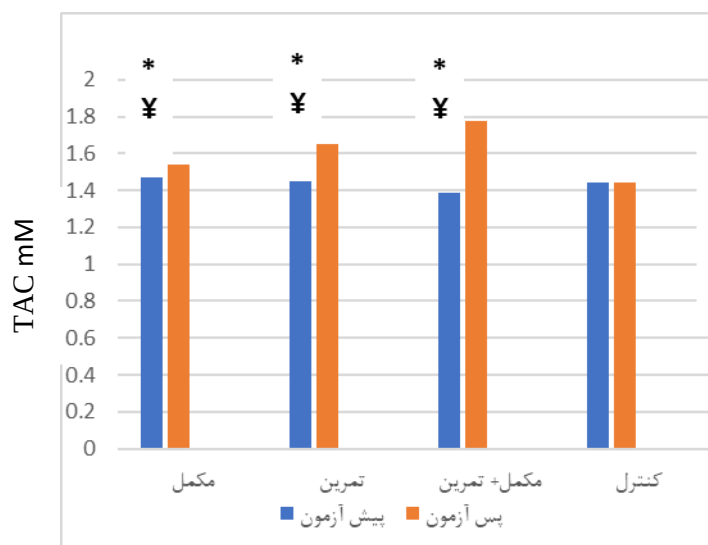
روش آماری

ابتدا نرمال بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک مورد بررسی قرار گرفت، سپس فرضیه های پژوهش به کمک روش های آماری تحلیل واریانس آنووا با اندازه گیری مکرر و t همبسته مورد بررسی قرار گرفت. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ی ۲۳ و در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

یافته ها

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی های توصیفی و آنتروپومتریکی آزمودنی ها (گروه های مختلف پژوهش حاضر) شامل سن (سال)، قد (سانتی متر)، وزن (کیلوگرم) و BMI (نسبت وزن به مجذور قد به متر) در جدول ۲ ارائه گردید.

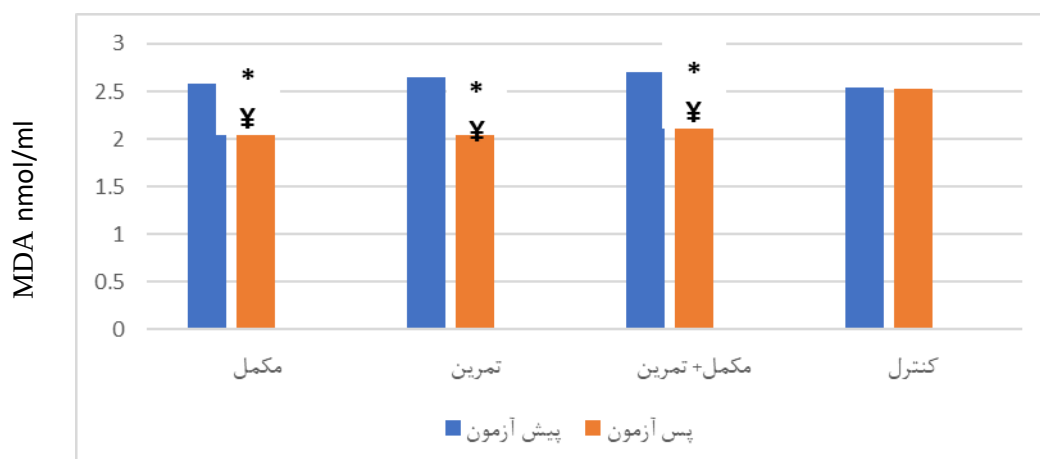
براساس نتایج نشان داده شده در نمودار ۱؛ می توان گفت که تفاوت معناداری از لحاظ سطوح TAC، کاتالاز، GPX و SOD بین گروه های پژوهش شامل مکمل، تمرین و مکمل + تمرین با گروه کنترل وجود دارد ($p < 0.05$)؛ این در حالی است که بین گروه های مکمل، تمرین و مکمل + تمرین با هم تفاوت معناداری وجود ندارد ($p \geq 0.05$). همچنین تغییرات درون گروهی نشان داد که سطوح TAC، کاتالاز، GPX و SOD در گروه های مکمل، تمرین و مکمل + تمرین در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری یافته است ($p < 0.05$)؛ در حالی که در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($p \geq 0.05$). همچنین



نمودار ۱. تغییرات سطوح TAC، کاتالاز، GPX و SOD در گروه‌های مختلف پژوهش.

* معنی دار نسبت به پیش‌آزمون.

‡ معنی داری نسبت به گروه کنترل.



تغییرات درون گروهی نشان داد که سطوح MDA در گروه های مکمل، تمرین و مکمل+ تمرین در پس آزمون نسبت به پیش آزمون کاهش معناداری یافته است ($p \leq 0.05$)؛ در حالی که در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($p \geq 0.05$).

نوبه خود مسیر NF-kB را القا می کند و در نهایت بیان آنزیم های آنتی اکسیدانی را افزایش می دهد (۲۲). از این رو، رویکردهای مختلفی از جمله بکارگیری تمرین ورزشی و مصرف مکمل های آنتی اکسیدانی برای کاهش سیتوکین های التهابی استفاده شده است. در این راستا، نشان داده شد که تمرینات ورزشی همراه با مکمل آنتی اکسیدانی می تواند اثرات نامطلوب محصولات جانبی اکسیدان ناشی از ورزش را به حداقل برساند (۲۳-۲۵). هووسپین و همکاران (۲۰۲۱)؛ در جدیدترین پژوهش خود نشان داد که تمرینات HIFT به عنوان یکی از متد های تمرینی موثر در کاهش فشار اکسایشی و افزایش سطوح آنتی اکسیدانی نقش مهمی در آسیب سلولی ورزشکاران دارد (۲۶). نایی فر و همکاران (۲۰۲۰) نیز اثرات مثبت تمرینات تناوبی شدید را در بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی در زنان دارای اضافه وزن گزارش نمودند (۲۷). افزایش سریع در دو جهت سطوح و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی یکی از سازگاری های ناشی از تمرینات تناوبی با شدت بالا در بهبود فشار اکسایشی، یکی از دلایل احتمالی در جهت افزایش سطوح TAC در پژوهش حاضر می باشد، که این سازوکار احتمالا از طریق افزایش فعالسازی AMPK ناشی از تمرینات HIIT می باشد که به نوبه ی خود از طریق افزایش فسفریلاسیون اکسیداتیو باعث تقویت دفاع آنتی اکسیدانی می گردد (۲۸). با این حال می توان گفت که در رابطه با اثر گذاری تمرینات HIFT بر وضعیت آنتی اکسیدانی مطالعات بسیار محدودی وجود دارد، که در آینده می توان به بررسی این موضوع پرداخت.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای هشت هفته تمرینات HIFT به همراه مکمل سازی زنجبیل باعث افزایش معنادار سطوح CAT در مردان مبتلا به کبد چرب گردید. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش مرواریدزاده و همکاران همسو بود (۲۹)، چرا که در هر دو اثر عصاره زنجبیل به همراه تمرینات ورزشی

براساس نتایج نشان داده شده در نمودار ۲؛ می توان گفت که تفاوت معناداری از لحاظ سطوح MDA بین گروه های پژوهش شامل مکمل، تمرین و مکمل + تمرین با گروه کنترل وجود دارد ($P \leq 0.05$)؛ این در حالی است که بین گروه های مکمل، تمرین و مکمل + تمرین با هم تفاوت معناداری وجود ندارد ($P \geq 0.05$).

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر تمرینات HIFT و عصاره زنجبیل بر برخی آنزیم های آنتی اکسیدانی در مردان دارای کبد چرب انجام گردید. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته مصرف تعاملی مکمل سازی زنجبیل به همراه تمرینات ورزشی HIFT باعث افزایش معناداری در سطوح TAC در مردان دارای کبد چرب گردید، که با نتایج آتشک و همکاران (۲۰۱۴) همسو بود (۱۷)، در حالی که با نتایج پژوهش های رفیعی و همکاران و قاسم نیان و همکاران ناهمسو بود (۱۸)، (۱۹).

زنجبیل به دلیل ترکیبات اصلی خود مانند ۶-جینجرول و ۶-شوگول، دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قوی است که در شرایط آزمایشگاهی تأیید شده است. این ترکیبات از طریق مکانیسم هایی مانند کاهش تولید رادیکال های آزاد (ROS)، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی غیر آنزیمی و تحریک بیان آنزیم های آنتی اکسیدانی (مانند گلوتاتیون) عمل می کنند (۲۰). همچنین، زنجبیل از طریق فعال سازی مسیر سیگنالینگ فاکتور مرتبط با هسته اریترئوئید ۲ Nrf2، که نقش کلیدی در پاسخ به استرس اکسیداتیو دارد، اثرات آنتی اکسیدانی خود را اعمال می کند. با این حال، یکی از محدودیت های پژوهش های موجود، عدم بررسی سطوح پروتئین Nrf2 به عنوان مکانیسم اصلی اثرات آنتی اکسیدانی زنجبیل است. از طرفی اثبات شده است که تمرینات ورزشی منظم به خودی خود می تواند اثرات آنتی اکسیدانی و ضد التهابی ایجاد کند. احتمالا سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی و بهبود ضد التهابی را القا می کند. چندین خط از مطالعات گزارش کردند که ورزش می تواند تولید ROS و سیتوکین های پیش التهابی مانند TNF- α و IL-1 β را از طریق بهبود فعالیت آنتی اکسیدانی کاهش دهد (۲۱). پیشنهاد شده است که تمرینات ورزشی ابتدا پروتئین کیناز فعال شده با میتوژن (MAPK) را فعال می کند، که به

استراحت) با در نظر گرفتن شدت بالای کار باعث ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیکی مشابه در بافت‌های بدن می‌گردد. به طوری که گزارش شده بود که اجرای شش هفته تمرین تناوبی شدید باعث بهبود قابل توجهی در سیستم دفاعی آنتی-اکسیدانی در عضلات بدن از جمله قلب و عضله اسکلتی تند انقباض و بینابینی گردید (۳۴). اخیراً، محققان نشان داده‌اند که یک وهله HIIT باعث افزایش قابل توجهی در غلظت اینترلوکین-۶ (IL-6)، IL-10، لاکتات و گلوکز پس از تمرین در روز WOD می‌شود (۳۵). افزایش پاسخ حاد فشار اکسایشی در یک وهله دویدن با تردمیل با شدت بالا در تمرین‌کنندگان مرد HIIT نیز مشاهده شد (۳۶). به طور مشابه، هیونیس و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که یک پروتکل با شدت بالا و استراحت کوتاه (با ویژگی‌های مشابه با یک جلسه HIIT) باعث افزایش قابل توجهی در نشانگرهای خونی غیرمستقیم آسیب عضلانی می‌شود (۳۷). هر چند که در این زمینه مطالعات محدودی وجود دارد، به طوری که تنها یک مطالعه به طور مزمین پاسخ‌های ایمونولوژیک را HIIT ارزیابی کرده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات HIIT (با یا بدون مکمل‌سازی عصاره زنجبیل) باعث افزایش معنادار سطح آنزیم SOD در مردان مبتلا به کبد چرب شد. این نتایج با برخی مطالعات همسو و با برخی دیگر ناهمسو بود که علت آن تفاوت در نوع آزمودنی‌ها (حیوانی در مقابل انسانی) و نوع تمرینات استفاده‌شده است (۳۸). تمرینات HIIT به دلیل شدت بالا و الگوی فعال-استراحت، نقش مؤثری در افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند SOD داشتند (۳۹). همچنین، ترکیب تمرینات HIIT با مکمل‌سازی زنجبیل تأثیر بیشتری بر افزایش سطح SOD نشان داد، اگرچه این افزایش از نظر آماری معنادار نبود. مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که ترکیبات زنجبیل (مانند جینجرول) می‌توانند سطح GSH و فعالیت SOD را افزایش دهند و از آسیب‌های اکسیداتیو و التهابی در کبد و کلیه جلوگیری کنند (۴۰). به طور خاص، زنجبیل با کاهش سطح آنزیم‌های کبدی (مانند ALT و AST) و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (مانند کاتالاز و SOD)، به بهبود بیماری‌های کبدی مانند کبد چرب کمک می‌کند (۴۱). آنزیم SOD به عنوان اولین خط دفاعی در برابر استرس اکسیداتیو،

تناوبی، هر دو سطوح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بخصوص سطوح CAT افزایش یافته بود. این در حالی است که نایبی فر و همکاران نیز اثر ضد اکسیدانی زنجبیل به همراه تمرینات تناوبی شدید در مردان مسن گزارش داده بودند، به طوری که مصرف زنجبیل همراه با تمرین تناوبی شدید با افزایش سوخت و ساز چربی‌ها از طریق تأثیر مطلوب بر سطوح آنزیم‌های کبدی و مقاومت به انسولین و ترکیبات بدن، عامل کارآمدی در پیشگیری و بهبود کبد چرب غیرالکلی در مردان مسن شده بود. یکی از نتایج پژوهش حاضر بهبود وزن و BMI آزمودنی‌ها در پس‌آزمون بود که احتمالاً گواهی بر این ادعاست. ورزش به عنوان یکی از ابزارهای مهم در برقراری تعادل بین اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها مطرح می‌باشد (۳۰). از این رو، تمرینات ورزشی HIIT از طرق مختلف اثرات خود را بر بهبود فشار اکسایشی می‌گذارد. به طوری که هنریکز-اولگوین و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود یافتند که سازگاری ناشی از تمرینات حاد و مزمن HIIT از طریق افزایش بیان NOX2 باعث افزایش بیان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌گردد (۳۱). در پژوهشی دیگر نشان داده شد که اجرای تمرینات اینتروال باعث افزایش معناداری در سطوح و فعالیت آنزیم کاتالاز در بافت قلب رت‌های دیابتی گردید (۳۲)، که با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد. CAT نقش مهمی در پاک کردن خواص سمی پراکسید هیدروژن از طریق غیرفعال کردن یون سوپراکسید دارد. بنابراین، احتمالاً افزایش فعالیت CAT و SOD به دنبال تمرین و/یا مداخله عصاره زنجبیل ممکن است اثرات HIIT و مکمل زنجبیل را بر کاهش (یا مهار) فشار اکسایشی در مردان مبتلا به کبد چرب از طریق افزایش سطح آنتی‌اکسیدانی افزایش دهد. همچنین در یک پژوهش متاآنالیز نشان داده شد که زنجبیل باعث افزایش فعالیت CAT می‌گردد (۲۹). با این حال می‌توان گفت که مکانیسم‌های اثر زنجبیل بر سطوح آنتی‌اکسیدانی کمتر گزارش شده است.

یکی دیگر از نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای تمرینات HIIT به همراه عصاره زنجبیل باعث افزایش سطوح آنزیم GPX گردید. نتایج پژوهش حاضر همسو با نتایج پژوهش‌های جینا و همکاران، مروارید زاده و همکاران و بوگدانیس و همکاران (۲۰۱۳) بود (۲۹، ۳۳، ۳۴). تمرینات HIIT به عنوان مدتی تمرینی الگو گرفته از تمرینات HIIT (وهله فعالیت-

نویسندگان این مقاله از تمام افرادی که با ما در اجرای پژوهش حاضر همکاری نمودند، تشکر می کند.

منابع

- [1] Vuppalanchi R, Chalasani N. Nonalcoholic fatty liver disease and nonalcoholic steatohepatitis: Selected practical issues in their evaluation and management. *Hepatology*. 2009;49(1):306-17. DOI: 10.1002/hep.22603
- [2] Schmilovitz-Weiss H, Hochhauser E, Cohen M, Chepurko Y, Yitzhaki S, Grossman E, et al. Rosiglitazone and bezafibrate modulate gene expression in a rat model of non-alcoholic fatty liver disease-A historical prospective. *Lipids in health and disease*. 2013;12:1-7. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-12-41>
- [3] Shahmohammadi HA, Hosseini SA, Hajiani E, Malehi AS, Alipour M. Effects of green coffee bean extract supplementation on patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized clinical trial. *Hepatitis Monthly*. 2017;17(4). <https://doi.org/10.5812/hepatmon.45609>
- [4] Sahebkar A. Potential efficacy of ginger as a natural supplement for nonalcoholic fatty liver disease. *World journal of gastroenterology: WJG*. 2011;17(2):271. doi: 10.3748/wjg.v17.i2.271
- [5] Verma SK, Singh M, Jain P, Bordia A. Protective effect of ginger, *Zingiber officinale* Rosc on experimental atherosclerosis in rabbits. 2004. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15339040/>
- [6] Ali BH, Blunden G, Tanira MO, Nemmar A. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): a review of recent research. *Food and chemical Toxicology*. 2008;46(2):409-20. DOI: 10.1016/j.fct.2007.09.085
- [7] Lankarani KB, Ghaffarpasand F, Mahmoodi M, Lotfi M, Zamiri N, Heydari ST, et al. Non alcoholic fatty liver disease in southern Iran: a population based study. *Hepatitis*

نقش کلیدی در خنثی سازی رادیکال های آزاد و کاهش آسیب های ناشی از آن دارد.

در پژوهش حاضر، کاهش سطوح MDA (نشانگر پراکسیداسیون لیپیدی) در هر سه گروه مکمل زنجبیل، مکمل + تمرینات HIFT و گروه تمرینات HIFT نسبت به گروه دارونما مشاهده شد. این نتایج با برخی مطالعات همسو (۴۲) و با برخی دیگر ناهمسو بود (۴۳) که ممکن است به دلیل تفاوت در نوع آزمودنی ها، نوع و شدت تمرینات، مدت زمان تمرین و عوامل دیگر باشد. به طور کلی، تمرینات منظم می توانند با ایجاد سازگاری در سیستم آنتی اکسیدانی بدن، پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش دهند (۴۴). در طول تمرینات شدید، کاهش جریان خون کبدی و هیپوکسی ممکن است منجر به اختلال در عملکرد میتوکندری، تجمع مواد سمی و افزایش استرس اکسیداتیو شود (۴۵). با این حال، تمرینات HIFT در این پژوهش احتمالاً با جلوگیری از هیپوکسی و اختلال در تولید ATP، از افزایش سطوح MDA جلوگیری کردند. همچنین، فعالیت آنزیم گزانتین اکسیداز و کاهش گلوکاتایون کبدی ممکن است در افزایش استرس اکسیداتیو و سطوح MDA نقش داشته باشند (۴۶). علاوه بر این، عوامل دیگری مانند فعالیت کاتکول آمین ها، اکسیداسیون خودبه خودی، متابولیسم پروستاگلاندین ها و فعالیت ماکروفاژها نیز می توانند به استرس اکسیداتیو و آسیب کبدی کمک کنند (۴۷). با این حال، نتایج این پژوهش نشان می دهد که تمرینات HIFT، علیرغم شدت بالا، آسیب کمی به کبد وارد می کنند و می توانند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر برای بهبود سلامت کبد در نظر گرفته شوند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت که هشت هفته اجرای تمرینات HIFT با و بدون مکمل سازی عصاره زنجبیل میتواند در کاهش فشار اکسایشی و بهبود شاخص های آنتی اکسیدانی مردان دارای کبد چرب غیر الکلی مفید باشد. بنابراین برای بهبود این شاخص ها ترکیب تمرینات HIFT و مصرف عصاره زنجبیل توصیه می شود.

تعارض منافع: هیچ گونه تعارض منافی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تشکر و قدردانی

- domains. *Frontiers in Physiology*. 2025;15:1511961.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1511961>
- [16] Rafie R, Hosseini SA, Hajiani E, Malehi AS, Mard SA. Effect of ginger powder supplementation in patients with non-alcoholic fatty liver disease: A randomized clinical trial. *Clinical and experimental gastroenterology*. 2020;13:35. DOI: 10.2147/CEG.S234698
- [17] Atashak S, Peeri M, Jafari A. Effects of 10 week resistance training and ginger consumption on C-reactive protein and some cardiovascular risk factors in obese men. *Physiology and Pharmacology*. 2010;14(3):318-28. URL: <http://ppj.phypha.ir/article-1-626-en.html>
- [18] Atashak S, Peeri M, Azarbayjani MA, Stannard SR. Effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) supplementation and resistance training on some blood oxidative stress markers in obese men. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2014;12(1):26-30.
<https://doi.org/10.1016/j.jesf.2014.01.002>
- [19] Attari VE, Mahluji S, Jafarabadi MA, Ostadrahimi A. Effects of supplementation with ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on serum glucose, lipid profile and oxidative stress in obese women: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *Pharmaceutical Sciences*. 2015;21(4):184-91. DOI:10.15171/PS.2015.35
- [20] Romero A, Forero M, Sequeda-Castañeda LG, Grimaldo A, Iglesias J, Celis-Zambrano CA, et al. Effect of ginger extract on membrane potential changes and AKT activation on a peroxide-induced oxidative stress cell model. *Journal of King Saud University-Science*. 2018;30(2):263-9.
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.09.015>
- [21] Golpasasndi S, Abdollahpour S, Golpasandi H. High-intensity interval training combined with saffron supplementation modulates stress-inflammatory markers in obese women with type 2 diabetes. *Research in monthly*. 2013;13(5). DOI: 10.5812/hepatmon.9248
- [8] Alahmadi MA. High-intensity interval training and obesity. *J Nov Physiother*. 2014;4(3):211 DOI:10.4172/2165-7025.1000211
- [9] Feito Y, Heinrich KM, Butcher SJ, Poston WSC. High-intensity functional training (HIFT): definition and research implications for improved fitness. *Sports*. 2018;6(3):76. DOI: 10.3390/sports6030076
- [10] Rahimlou M, Yari Z, Hekmatdoost A, Alavian SM, Keshavarz SA. Ginger supplementation in nonalcoholic fatty liver disease: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot study. *Hepatitis monthly*. 2016;16(1).DOI: 10.5812/hepatmon.34897
- [11] Rafie R, Hosseini SA, Hajiani E, Saki Malehi A, Mard SA. Effect of ginger powder supplementation in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized clinical trial. *Clinical and Experimental Gastroenterology*. 2020;35-45. DOI: 10.2147/CEG.S234698
- [12] Khani M, Piralaie E, Ahmadzadeh Y. The effect of the consumption of tartaric acid on some inflammatory indicators, muscle damage and anaerobic capacity of young football players. *Research in Exercise Nutrition*. 2025;2(4):21-11. DOI:10.22034/ren.2024.140212.1043
- [13] Bakhshi M, Rafrat M, Haghavan S, Asghari Jafarabadi M, Jafari A. The Effect of Ginger Supplementation and High Intensity Interval Training (HIIT) on Anthropometric Indices and Serum Level of Irisin in Obese Men. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2019; 21 (2) :83-91
<https://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-2569-en.html>
- [14] Lu Y, Wiltshire HD, Baker JS, Wang Q. Effects of High Intensity Exercise on Oxidative Stress and Antioxidant Status in Untrained Humans: A Systematic Review. *Biology*. 2021;10(12):1272.DOI: 10.3390/biology10121272
- [15] Smith JS, Bellissimo GF, Amorim FT. The physiological responses to volume-matched high-intensity functional training protocols with varied time

- Different Levels of the Human Body: A Review. Antioxidants. 2022;11(3):572.DOI: 10.3390/antiox11030572
- [29] Morvaridzadeh M, Sadeghi E, Agah S, Fazelian S, Rahimlou M, Kern FG, et al. Effect of ginger (*Zingiber officinale*) supplementation on oxidative stress parameters: A systematic review and meta-analysis. *Journal of food biochemistry*. 2021;45(2):e13612. DOI: 10.1111/jfbc.13612
- [30] Thomas DT, DelCimuto NR, Flack KD, Stec DE, Hinds TD. Reactive Oxygen Species (ROS) and Antioxidants as Immunomodulators in Exercise: Implications for Heme Oxygenase and Bilirubin. *Antioxidants*. 2022;11(2):179. <https://doi.org/10.3390/antiox11020179>
- [31] Henríquez-Olguín C, Renani LB, Arab-Ceschia L, Raun SH, Bhatia A, Li Z, et al. Adaptations to high-intensity interval training in skeletal muscle require NADPH oxidase 2. *Redox biology*. 2019;24:101188. DOI: 10.1016/j.redox.2019.101188
- [32] Fattahi Bafghi A, Homaei HM, Azarbayjani MA. Effects of high intensity interval training and curcumin supplement on antioxidant enzyme in heart tissue of diabetic rats. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2016;8(3):135-41. URL: <http://ijdo.ssu.ac.ir/article-1-309-en.html>
- [33] Jeena K, Liju VB, Kuttan R. Antioxidant, anti-inflammatory and antinociceptive activities of essential oil from ginger. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2013;57(1):51-62. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24020099/>
- [34] Bogdanis G, Stavrinou P, Fatouros I, Philippou A, Chatzinikolaou A, Draganidis D, et al. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food and Chemical Toxicology*. 2013;61:171-7.DOI: 10.1016/j.fct.2013.05.046
- [35] Tibana RA, de Almeida LM, Frade de Sousa NM, Nascimento DdC, Neto IV, de Almeida JA, et al. Two consecutive Exercise Nutrition. 2022;1(1):55-61.DOI:10.34785/J019.2022.002
- [22] Gomez-Cabrera M-C, Domenech E, Viña J. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. *Free radical biology and medicine*. 2008;44(2):126-31. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.001
- [23] Souza-Rabbo MP, Silva LF, Auzani JA, Picoral M, Khaper N, Belló-Klein A. Effects of a chronic exercise training protocol on oxidative stress and right ventricular hypertrophy in monocrotaline-treated rats. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 2008;35(8):944-8. DOI: 10.1111/j.1440-1681.2008.04936.x
- [24] Darband SG, Sadighparvar S, Yousefi B, Kaviani M, Mobaraki K, Majidinia M. Combination of exercise training and L-arginine reverses aging process through suppression of oxidative stress, inflammation, and apoptosis in the rat heart. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*. 2020;472(2):169-78. DOI: 10.1007/s00424-019-02311-1
- [25] Vincent HK, Powers SK, Stewart DJ, Demirel HA, Shanely RA, Naito H. Short-term exercise training improves diaphragm antioxidant capacity and endurance. *European journal of applied physiology*. 2000;81(1):67-74. DOI: 10.1007/PL00013799
- [26] Hovsepian A, Esfarjani F, Bambaiechi E, Zolaktav V. The effect of high intensity functional training on the oxidative status, muscle damage and performance of basketball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2021;61(2):188-98. DOI: 10.23736/S0022-4707.20.11094-6
- [27] Ghasemi E, Afzalpour ME, Nayebifar S. Combined high-intensity interval training and green tea supplementation enhance metabolic and antioxidant status in response to acute exercise in overweight women. *The Journal of Physiological Sciences*. 2020;70(1):1-9. <https://doi.org/10.1186/s12576-020-00756-z>
- [28] Jîtcă G, Ősz BE, Tero-Vescan A, Miklos AP, Rusz C-M, Bătrînu M-G, et al. Positive Aspects of Oxidative Stress at

- of the protective effects of ginger extract on oxidative stress induced by X-ray radiation in the peripheral blood and liver tissue of male rats. *Iranian Journal of Toxicology*. 2024;18(4):0.DOI: 10.32592/IJT.18.4.217
- [43] Ikpeme E, Udensi O, Ekerette E, Okon U. Potential of ginger (*Zingiber officinale*) rhizome and watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds in mitigating aspartame-induced oxidative stress in rat model. *Res J Med Plant*. 2016;10(1):55-66. <https://scialert.net/fulltext/citedby.php?doi=rjmp.2016.55.66>
- [44] Radak Z, Chung HY, Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. *Free Radical Biology and Medicine*. 2008;44(2):153-9.DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.01.029
- [45] Santos-Alves E, Rizo-Roca D, Marques-Aleixo I, Coxito P, Martins S, Guimarães JT, et al. Physical exercise positively modulates DOX-induced hepatic oxidative stress, mitochondrial dysfunction and quality control signaling. *Mitochondrion*. 2019;47:103-13.DOI: 10.1016/j.mito.2019.05.008
- [46] Pereira JFMP. Oxidative stress and damage induced by hypobaric hypoxia: effects of the acute and chronic exposure to simulated and real high-altitude environments in blood and skeletal muscle of humans and mice. 2004. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/93167>
- [47] M Costa V, Carvalho F, L Bastos M, A Carvalho R, Carvalho M, Remiao F. Contribution of catecholamine reactive intermediates and oxidative stress to the pathologic features of heart diseases. *Current medicinal chemistry*. 2011;18(15):2272-314. DOI: 10.2174/092986711795656081
- days of extreme conditioning program training affects pro and anti-inflammatory cytokines and osteoprotegerin without impairments in muscle power. *Frontiers in physiology*. 2016;7:260. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00260>
- [36] Kliszczewicz B, Quindry CJ, Blessing LD, Oliver DG, Esco RM, Taylor JK. Acute exercise and oxidative stress: CrossFit™ vs. treadmill bout. *Journal of human kinetics*. 2015;47:81.DOI: 10.1515/hukin-2015-0064
- [37] Heavens KR, Szivak TK, Hooper DR, Dunn-Lewis C, Comstock BA, Flanagan SD, et al. The effects of high intensity short rest resistance exercise on muscle damage markers in men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(4):1041-9. DOI: 10.1097/JSC.0000000000000236
- [38] Liu C-T, Raghu R, Lin S-H, Wang S-Y, Kuo C-H, Tseng YJ, et al. Metabolomics of ginger essential oil against alcoholic fatty liver in mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013;61(46):11231-40.DOI: 10.1021/jf403523g
- [39] Fridovich I. Superoxide dismutases. *Advances in enzymology and related areas of molecular biology*. 1986;58:61-97.DOI: 10.1002/9780470123041.ch2
- [40] Almatroodi SA, Alnuqaydan AM, Babiker AY, Almogbel MA, Khan AA, Husain Rahmani A. 6-Gingerol, a bioactive compound of ginger attenuates renal damage in streptozotocin-induced diabetic rats by regulating the oxidative stress and inflammation. *Pharmaceutics*. 2021;13(3):317.DOI: 10.3390/pharmaceutics13030317
- [41] Samadi M, Moradinazar M, Khosravy T, Soleimani D, Jahangiri P, Kamari N. A systematic review and meta-analysis of preclinical and clinical studies on the efficacy of ginger for the treatment of fatty liver disease. *Phytotherapy Research*. 2022;36(3):1182-93.DOI: 10.1002/ptr.7390
- [42] Hosseinzadeh M, Amini M, Seif F, Baazm M, Ganji A, Siasi A, et al. Study

تأثیر مکمل دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و برخی متغیرهای فیزیولوژیکی طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی

زهرآ نوروژی^۱، حسن پوررضی^۲✉، عباس صادقی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸

۱- گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

pourrazi@soc.ikiu.ac.ir

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف تعیین اثر مکمل دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و برخی متغیرهای فیزیولوژیکی طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی انجام شد.

روش شناسی: در یک مطالعه نیمه تجربی متقاطع دوسویه کور، ۱۰ زن شناگر حرفه‌ای جوان به صورت داوطلبانه شرکت کردند. پس از تعیین فازهای قاعدگی (فاز میانی فولیکولار: روزهای ۲-۵ و فاز لوتئال: روزهای ۱۷-۲۱ چرخه)، هر شرکت کننده شنای ۱۰۰ متر را در دو شرایط مصرف مکمل آب چغندر (۵۰ گرم پودر چغندر پس از صبحانه و ۱.۵ ساعت قبل از شنا) و بدون مکمل اجرا کرد. متغیرهای عملکرد ورزشی، درک فشار، ضربان قلب، فشار خون سیستولی و pH ادراری پس از شنا اندازه گیری شد. داده‌ها با آزمون‌های t همبسته و مستقل در سطح معناداری $p < 0.05$ تحلیل شدند.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های این مطالعه، هیچ تفاوت معناداری بین فازهای فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی در شرایط مصرف دارونما یا مکمل آب چغندر در متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد ($p > 0.05$). همچنین، مصرف مکمل آب چغندر در مقایسه با دارونما تأثیر معناداری بر زمان شنای ۱۰۰ متر ($p = 0.65$) در فاز فولیکولی و $p = 0.99$ در فاز لوتئالی، فشار خون سیستولی ($p = 0.12$ و $p = 0.29$)، و pH ادراری ($p = 0.39$ و $p = 0.77$) در هیچ یک از فازها نداشت. با این حال، میزان درک فشار در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی در گروه مصرف کننده مکمل آب چغندر به طور معناداری کمتر از گروه دارونما بود (به ترتیب $p = 0.02$ و $p = 0.01$). علاوه بر این، ضربان قلب پس از شنای ۱۰۰ متر تنها در فاز فولیکولی در گروه مصرف کننده مکمل آب چغندر کاهش معناداری نشان داد ($p = 0.02$)، در حالی که این تفاوت در فاز لوتئالی معنادار نبود ($p = 0.16$).

نتیجه گیری: در کل به نظر می‌رسد مکمل کوتاه مدت آب چغندر عملکرد شنای ۱۰۰ متر را بهبود نمی‌بخشد، اما ممکن است درک فشار و ضربان قلب پس از شنا را کاهش دهد.

واژگان کلیدی: مکمل آب چغندر، شنای ۱۰۰ متر، میزان درک فشار، ضربان قلب، چرخه قاعدگی.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

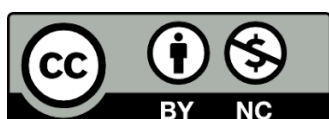
تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان

شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

نوع دسترسی: آزاد

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143579.1086>



Copyright ©The authors

ارجاع دهی:

Nourozi Z, Pourrazi H, Sadegi A. The effect of acute beetroot juice supplementation on 100-m swimming performance and some physiological variables across the menstrual cycle. **Research in Exercise Nutrition**. 2025;3(3):13-23, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143579.1086>.

The Effect of Acute Beetroot Juice Supplementation on 100-m Swimming Performance and Some Physiological Variables across the Menstrual Cycle

Zahra Norouzi¹, Hassan Pourrazi¹✉, Abbas Sadeghi¹

Received: 2025/04/28

Accepted: 2025/05/12

Abstract

Aim: The present study was conducted with the aim of determining the effect of acute beetroot juice supplementation on 100m swimming performance and some physiological variables during different phases of the menstrual cycle.

Method: In a randomized, double-blind, crossover quasi-experimental study, ten young female competitive swimmers voluntarily participated. After menstrual cycle phase determination (mid-follicular phase: days 2-5; luteal phase: days 17-21), each participant performed a 100-meter swim under two conditions: with beetroot juice supplementation (50g beetroot powder consumed after breakfast and 1.5 hours before swimming) and without supplementation. Post-swim measurements included athletic performance, perceived exertion, heart rate, systolic blood pressure, and urinary pH. Data were analyzed using paired and independent t-tests with a significance level set at $p < 0.05$.

Results: The findings of this study revealed no significant differences between the follicular and luteal phases of the menstrual cycle under either placebo or beetroot juice supplementation conditions for the evaluated variables ($p > 0.05$). Furthermore, beetroot juice supplementation showed no significant effect compared to placebo on 100-meter swim time ($p = 0.65$ in the follicular phase and $p = 0.99$ in the luteal phase), systolic blood pressure ($p = 0.29$ and $p = 0.12$, respectively), or urinary pH ($p = 0.77$ and $p = 0.39$, respectively) in either phase. However, the perceived exertion rate was significantly lower in the beetroot juice group compared to placebo during both the follicular and luteal phases ($p = 0.02$ and $p = 0.01$, respectively). Additionally, post-swim heart rate showed a significant reduction only during the follicular phase in the beetroot juice group ($p = 0.02$), while this difference was not significant in the luteal phase ($p = 0.16$).

Conclusion: In general, In summary, short-term beetroot juice supplementation does not enhance 100m swim performance, but may reduce perceived exertion and post-exercise heart rate in female swimmers.

Keywords: Beetroot juice supplement, 100m swimming, Rating of perceived exertion, Heart rate, Menstrual cycle.

1- Department of sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

✉ Corresponding author:

pourrazi@soc.ikiu.ac.ir

ISSN: 2980-8960

All rights of this article are reserved for Authors.

Owner and Publisher: University of Kurdistan

Journal ISSN (online): 2980-8960

Access Type: Open Access

Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143579.1086>



Copyright ©The authors

Citation:

Nourozi Z, Pourrazi H, Sadegi A. The effect of acute beetroot juice supplementation on 100-m swimming performance and some physiological variables across the menstrual cycle. *Research in Exercise Nutrition*. 2025;3(3):13-23, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143579.1086>.

مقدمه

ورزشکاران حرفه‌ای رشته‌های مختلف همواره به دنبال بهبود عملکرد ورزشی و کسب نتایج مطلوب در مسابقات هستند (۱). در این بین، کوشش بسیاری برای دستیابی به رکوردهای جدید در زنان شناگر (۲، ۳) بویژه در طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی در حال انجام است (۴، ۵). یکی از مسائل مهم و قابل بحث در خصوص فعالیت‌های ورزشی زنان، چگونگی تاثیر متقابل فعالیت ورزشی و چرخه قاعدگی است (۶-۴). چرخه قاعدگی با مرحله خونریزی شروع و با مرحله فولیکولی دنبال می‌شود و نهایتاً با مرحله لوتئالی به اتمام می‌رسد. این احتمال وجود دارد که تغییرات هورمونی به ویژه استروژن و پروژسترون ممکن است به بهبود یا کاهش عملکرد ورزشی در زنان‌های مختلف چرخه قاعدگی منجر شود (۴، ۶). این امر به ویژه هنگام شرکت در مسابقات همراه با شروع خونریزی در زنان شناگر از حساسیت بیشتری برخوردار است. با توجه به تحقیقات انجام شده نوسانات هورمونی طی چرخه قاعدگی به تغییراتی در حجم پلاسما، هموگلوبین خون، تجمع لاکتات خون، سوخت و ساز چربی و دمای بدن می‌انجامد و این ممکن است عملکرد شناگران زن را تحت تاثیر قرار داده و موجب تضعیف آن گردد (۶-۴). لذا، استفاده از روش‌های مختلف برای بهبود عملکرد زنان ورزشکار به ویژه در دوره مسابقات و طی چرخه قاعدگی مورد توجه بسیاری از محققان و متخصصان فیزیولوژی ورزشی قرار گرفته است.

در این بین، استفاده از مکمل‌های دارویی و غذایی برای ارتقای عملکرد ورزشی و بهبود متغیرهای فیزیولوژیک در زنان چرخه قاعدگی می‌تواند موثر باشد (۱). آب چغندر، یک منبع طبیعی غنی از نیترات است که اثرات آن بر عملکرد ورزشی به دلیل همین محتوای نیترات می‌باشد و به عنوان پیش ساز اکسید نیتریک فعال بیولوژیکی عمل می‌کند (۱، ۲، ۹-۷). آب چغندر حاوی غلظت بالایی از نیترات (تا ۱۱/۴ گرم در لیتر) در مقایسه با آب آشامیدنی یا سایر غذاها و نوشیدنی‌ها است (۱۰، ۱۱). بعلاوه، آب چغندر حاوی سطوح بالایی از آنتی اکسیدانها و ترکیبات تقویت کننده سلامت مانند پتاسیم، منیزیم، اسید فولیک، آهن، روی، کلسیم، فسفر، سدیم، نیاسین، بیوتین می‌باشد (۱۲). در بدن انسان نیترات موجود در آب چغندر به نیتريت و متعاقباً به اکسید نیتريك (NO) تبدیل می‌شود؛ چندین مطالعه نشان داد که آب چغندر سینتیک اکسیژن در عضلات را بهبود می‌بخشد (۱۳) که این امر می‌تواند اختلالات متابولیک در عضلات ناشی از تجمع متابولیت‌های تولیدی در طی تنفس

بی‌هوازی را کاهش دهد (۱۰، ۱۱، ۱۵). لذا، به نظر می‌رسد که مکمل نیترات به شکل آب چغندر اثر قابل اندازه‌گیری بر پارامترهای فیزیولوژیکی دارد؛ با این حال، احتمالاً علاقه ورزشکاران بیشتر به تأثیر آب چغندر بر عملکرد ورزشی باشد. اگرچه، مزایای آن ممکن است به سطح آمادگی هوازی فرد بستگی داشته باشد (۷، ۱۴، ۱۵). ریچاردز و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که پس از مصرف آب چغندر جریان خون عضلانی از طریق گشاد شدن عروق در طول تمرینات با دست در بزرگسالان جوان افزایش می‌یابد (۱۶). پینا و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای بر روی شناگران نشان دادند که هزینه انرژی هوازی بعد از مصرف آب چغندر کاهش می‌یابد و از این طریق باعث بهبود عملکرد شنا می‌شود (۱۷). با این حال و برخلاف نتایج مطالعات مذکور، لووینگ و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که مکمل‌دهی نیترات هیچ اثر مفیدی بر عملکرد شنای مسافت کوتاه و مراحل زیر آب در شناگران نخبه نداشت (۱۸). در این بین، در کنار نتایج ضد و نقیض در خصوص مکمل‌های حاوی نیترات بر عملکرد ورزشی، استفاده از مکمل آب چغندر طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی برای ارتقای عملکرد ورزشی زنان مساله را پیچیده‌تر می‌کند. بر اساس بررسی‌های انجام شده تا این لحظه، مطالعات چندانی در زمینه استفاده از مکمل آب چغندر برای بهبود عملکرد ورزشی زنان در فازهای مختلف چرخه قاعدگی انجام نشده است و با توجه به مطالعات اندک در این زمینه و اطلاعات ضد و نقیض سوالات و ابهامات بسیاری در این خصوص وجود دارد. لذا مطالعه حاضر با توجه به نیاز و ضرورت‌های مذکور و با هدف تعیین تاثیر مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر تایم تریل و برخی متغیرهای فیزیولوژیک طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی انجام شد.

روش‌شناسی

مطالعه حاضر از نوع مطالعات نیمه تجربی و کاربردی است که به شکل طرح متقاطع و به صورت دو سوبه‌کور اجرا شد. جامعه آماری تحقیق حاضر، شناگران زن نخبه با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۴ سال بودند. با توجه به ماهیت و هدف تحقیق و براساس فرمول تعیین نمونه در جامعه با تعداد نامشخص، ۲۷ نفر زن شناگر واجد شرایط با سابقه حداقل ۵ سال تمرین و شرکت در مسابقات شنا به شکل داوطلبانه و در دسترس برگزیده شدند. قاعدگی نامنظم و اختلالات مرتبط با آن، مصرف مواد غذایی و مکمل‌های حاوی نیترات، استعمال الکل و دخانیات و رکورد نامناسب شنا از معیارهای خروج از مطالعه محسوب می‌شد. در نهایت بر اساس ارزیابی‌های اولیه، ۱۰ زن شناگر جوان به

عنوان عدم حضور هورمون استروژن و اوج حضور استروژن در نظر گرفته شد. نمونه های خونی توسط روش الیزا و کیت دیامترا (پیکوگرم/میلی لیتر) آنالیز شدند.

روش اجرا و رکورد گیری شنای ۱۰۰ متر قبل از انجام رکوردگیری، آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه گرم کردن در خشکی و آب را انجام دادند و سپس مسافت ۱۰۰ متر با شنای کرال سینه اجرا کردند. تست شنا در یک استخر به طول ۲۵ متر انجام گرفت و همه آزمودنی‌ها می‌بایست در طول و با استارت آزمون را انجام می‌دادند. کرومومتر بلافاصله بعد از اعلام فرمان رو فعال و به محض برخورد دست شناگر با دیوار در مسافت آخر قطع می‌شد.

روش تهیه و مصرف مکمل آب چغندر ابتدا پودر چغندر از شرکت بالمی لایف تهران خریداری شده و برای ارزیابی مقدار نیترات موجود در پودر، محصول به مرکز ارزیابی مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی قزوین ارسال شد. پس از تعیین مقدار نیترات موجود در محصول، طبق منابع موجود، هر آزمودنی مقدار ۵۰ گرم پودر چغندر مخلوط در ۲۰۰ سی سی آب (معادل غلظت ۱۱-۸ میلی مولار بر لیتر) را بعد از وعده صبحانه یکسان (حدود ۶۰۰ کیلوکالری شامل ۶۰٪ کربوهیدرات، ۲۰٪ چربی و ۲۰٪ پروتئین) و یک ساعت و نیم قبل از انجام شنای ۱۰۰ متر مصرف کرد (۱، ۷). برای ارزیابی مقدار نیترات در پودرچغندر، ابتدا ۱۰ گرم نمونه در ۱۰۰ سی سی آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه جوشانده شده و سپس ۲ سی سی استات روی و ۲ سی سی هگزاسیانوفرات پتاسیم به محلول اضافه شده و صاف گردید. سپس، زیر صافی به بالن ۲۰۰ انتقال داده شده و با آب مقطر به حجم ۲۰۰ سی سی رسانده شد و در ادامه با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR5000، کشور آلمان) نیترات نمونه با ریجننت نیترات خوانده و ثبت شد. آزمودنی‌ها در وضعیت دارونما، ۲۰۰ سی سی آب طعم دار و دارای رنگ خوراکی شبیه به پودر چغندر مصرف کردند.

روش جمع‌آوری نمونه ادراری و ارزیابی pH ادراری نمونه ادراری هر آزمودنی در هر دو فاز چرخه قاعدگی با و بدون مصرف مکمل و در دو مرحله قبل و بعد از رکوردگیری شنا در ظروف استریل جمع‌آوری و برای ارزیابی مقدار pH ادراری در حداکثر دو ساعت زمان به آزمایشگاه منتقل شد. pH ادرار از طریق سنجش روی نوار ادراری اندازه‌گیری گردید به گونه ای که از عدد ۴ الی ۹ قابل سنجش بود. در هر مرحله عدد مذکور براساس رنگ از نارنجی به سمت قهوه‌ای متغیر بود. عدد ۶ نشان دهنده خنثی، محدوده‌ی بالاتر از عدد ۶ قلیایی و از ۶ به پایین نشان دهنده‌ی اسیدی بود.

روش ارزیابی میزان درک فشار، ضربان قلب و فشار خون سیستولی قبل از شروع اجرای شنا، مقیاس درک فشار بورگ به آزمودنی‌ها توضیح داده شد و آنان بلافاصله بعد از انجام رکوردگیری مقدار فشار

عنوان نمونه آماری انتخاب شد. کلیه مراحل تحقیق بر اساس اصول کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی قزوین انجام شد (IR.QUMS.REC.1402.208). متغیرهای مد نظر شامل عملکرد شنای ۱۰۰ متر، میزان درک فشار، ضربان قلب، فشار خون سیستولی و pH ادراری طی دو فاز چرخه قاعدگی، در یکی از روزهای ۵-۲ آغاز چرخه (فاز میس فولیکولار) و یکی از روزهای ۱۷-۲۱ چرخه (فاز لوتئال) با و بدون مصرف مکمل آب چغندر ارزیابی شدند (نمودار ۱).

نمودار ۱. شماتیک فرآیند اجرای تحقیق طی فازهای فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی

براساس نمودار ۱، اجرای طرح متقاطع بدین شکل بود که در ابتدا فازهای فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی ۱۰ زن شناگر جوان براساس خوداظهاری و ارزیابی میزان هورمون استروژن به صورت فردی تعیین شد. هر آزمودنی در بخش اول پژوهش (یعنی دوره مصرف دارونما)، شنای ۱۰۰ متر کرال سینه را یک بار در یکی از روزهای ۵-۲ آغاز چرخه (فاز میس فولیکولار) و بار دیگر در یکی از روزهای ۲۱-۱۷ چرخه (فاز لوتئال) اجرا نمود. اگر فازهای چرخه قاعدگی چند آزمودنی با هم مطابقت داشت، طبیعتاً پروتکل شنا در این بخش به شکل چندنفردی اجرا می‌شد و در غیر این صورت آزمودنی به صورت فردی و در زمان مقرر فاز فولیکولی و لوتئالی به اجرای فعالیت ورزشی مدنظر مبادرت می نمود. زمان، مکان، دما، رطوبت و نحوه اجرای پروتکل شنای ۱۰۰ متر کرال سینه برای همه آزمودنی‌ها یکسان و مشابه بود. بعد از اتمام بخش اول پژوهش؛ یعنی اجرای شنا در دوره مصرف دارونما و در دوفاز چرخه قاعدگی، در بخش دوم پژوهش، همین روند دقیقاً برای همه آزمودنی‌ها تکرار شد با این تفاوت که قبل از اجرای فعالیت ورزشی به جای دارونما، آب چغندر مصرف می کردند. به عبارتی در بخش دوم، شنای ۱۰۰ متر کرال سینه را یک بار در یکی از روزهای ۵-۲ آغاز چرخه (فاز میس فولیکولار) و بار دیگر در یکی از روزهای ۲۱-۱۷ چرخه (فاز لوتئال) همراه با مصرف مکمل آب چغندر اجرا شد. روش تعیین شروع خونریزی ماهیانه، روش اجرا و رکورد گیری شنای ۱۰۰ متر، روش تهیه و مصرف مکمل آب چغندر و نحوه ارزیابی متغیرهای مورد نظر در ادامه به تفصیل ارائه شده است.

روش تعیین شروع خونریزی ماهیانه و فازهای چرخه قاعدگی تعیین شروع خونریزی و فازهای چرخه براساس خوداظهاری و سابقه ثبت شده فرد و ارزیابی میزان هورمون استروژن در خون بود. نمونه‌ها در طول یک سیکل قاعدگی و براساس خوداظهاری تعقیب شده و از آنها خونگیری بعمل آمد. روزهای خونگیری طبق اظهارات خود فرد شامل یکی از روزهای ۵-۲ آغاز چرخه (فاز میس فولیکولار) و یکی از روزهای ۲۱-۱۷ چرخه (فاز لوتئال) به ترتیب به

دوره فولیکولی و لوتئالی؛ $p = 0/31$ ، $p = 0/41$ =). همچنین، تفاوت معنی‌داری بین مصرف دارونما و مکمل آب چغندر در خصوص زمان شای ۱۰۰ متر (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛ $p = 0/65$ ، $p = 0/99$ =)، فشار خون سیستولی (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛ $p = 0/29$ ، $p = 0/12$ =) و pH ادراری (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛ $p = 0/39$ ، $p = 0/77$ =) در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی مشاهده نشد. این در حالی بود که میزان رکورد شای ۱۰۰ متر در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی هنگام مصرف مکمل آب چغندر بهتر از مصرف دارونما بود (جدول ۲). همچنین، میزان درک فشار در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی در دوره مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما به طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛ $p = 0/02$ ، $p = 0/01$ =). در نهایت، ضربان قلب متعاقب شای ۱۰۰ متر در گروه مکمل نسبت به دارونما تنها در فاز فولیکولی به طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب در دوره فولیکولی و لوتئالی؛ $p = 0/02$ ، $p = 0/16$ =). هر چند تعداد ضربان قلب متعاقب شای ۱۰۰ متر در گروه مکمل نسبت به دارونما در فاز لوتئالی نیز به طور غیرمعنی‌داری کمتر بود (جدول ۲).

بحث

مطالعه حاضر، به منظور تعیین تاثیر مکمل‌دهی حاد آب چغندر بر عملکرد شای ۱۰۰ متر و برخی متغیرهای فیزیولوژیکی طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی انجام شد. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که فازهای مختلف دوره قاعدگی چه در حالت مصرف دارونما و چه در حالت مصرف مکمل آب چغندر تاثیر معنی‌داری بر عملکرد شای ۱۰۰ متر نداشتند. اگرچه رکورد شای ۱۰۰ متر در دوره لوتئالی نسبت به فولیکولی حدود ۲ درصد بهتر بود. مشابه با یافته مطالعه حاضر، نتایج مطالعه جولیان و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که فاز چرخه قاعدگی بر توانایی دویدن در بسیاری از جنبه‌های مختلف شتاب و سرعت تأثیر نمی‌گذارد. به‌عنوان مثال زمان دوی ۵ متر، ۱۰ متر و ۳۰ متر تحت تأثیر فاز سیکل قرار نگرفت (۱۹). همچنین هاگوود و همکاران (۲۰۲۴) گزارش کردند مصرف آب چغندر طی فازهای چرخه قاعدگی (اوایل و اواخر فولیکولی) تأثیری بر نتایج توان و سرعت بیشینه نداشت (۴). اگرچه در برخی تحقیقات دیگر گزارش شده است که در فاز لوتئال زمان رسیدن به واماندگی در ورزشکاران افزایش پیدا می‌کند که منشا آن می‌تواند افزایش اثر تحریکی هورمون استروژن بر متابولیسم چربی و ذخیره سازی گلیکوژن باشد. در زمینه عملکرد بی‌هوازی نیز در این مرحله حداکثر پاسخ لاکتات به فعالیت ورزشی تا حدودی سرکوب می‌شود که نشان از تغییر توان بی‌هوازی در خلال چرخه قاعدگی دارد، بدین معنی که در طول مرحله لوتئال سهم گلیکولیز بی‌هوازی در تامین انرژی فعالیت نسبت به مراحل دیگر کمتر است که می‌تواند بطور غیر مستقیم بازتابی از فعالیت افزایش یافته دستگاه هوازی در این مرحله باشد (۲۰، ۲۱).

وارد شده را بر اساس مقیاس بورگ ۱۵ نقطه‌ای (۲۰-۶) از خیلی سبک تا خیلی سخت) اعلام و ثبت شد. برای اندازه‌گیری ضربان و فشار خون سیستولی نیز از دستگاه فشارسنج دیجیتالی بازویی (Beurer مدل BM96، ساخت آلمان) استفاده شد. در ارزیابی پایه، آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه در حالت سکون و وضعیت نشسته روی صندلی قرار گرفتند اما در ارزیابی بعدی، ضربان قلب و فشارخون سیستولی بلافاصله بعد از اتمام شای ۱۰۰ متر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

روش آماری

در این بخش، ابتدا برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. سپس، داده‌های حاصله توسط آزمون‌های t همبسته و t مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تحلیل‌های آماری در سطح آماری $P < 0/05$ با استفاده از نرم افزار آماری SPSS22 انجام شد.

یافته‌ها

جدول ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها را به شکل میانگین و انحراف استاندارد نشان می‌دهد. داده‌های جمع‌آوری شده طبق نتایج آزمون شاپیرو-ویلک توزیع طبیعی داشت ($p > 0/05$).

جدول ۱- ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (n=۱۰).

شاخص	میانگین $\pm$ انحراف معیار
سن (سال)	۲۱/۲ $\pm$ ۳/۴۹
قد (سانتی متر)	۱۶۱/۴ $\pm$ ۴/۶۴
وزن بدن (کیلوگرم)	۵۸/۷ $\pm$ ۹/۳
شاخص توده بدنی (وزن به کیلوگرم/مجدور قد به متر)	۲۲/۲ $\pm$ ۲/۷
استروژن در دوره فولیکولی (پیکوگرم/میلی‌لیتر)	۳۹/۶ $\pm$ ۲/۷
استروژن در دوره لوتئالی (پیکوگرم/میلی‌لیتر)	۱۵۳/۱۸ $\pm$ ۷/۳

یافته‌های آزمون تی همبسته نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین فاز فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی در دو وضعیت مصرف دارونما یا مکمل آب چغندر در متغیرهای ارزیابی شده وجود ندارد (جدول ۲). با این حال، میزان رکورد شای ۱۰۰ متر در هر دو وضعیت مصرف دارونما و مکمل آب چغندر طی دوره لوتئالی اندکی بهتر از دوره فولیکولی بود (به ترتیب در

جدول ۲- نتایج آزمون t همبسته در دو وضعیت مصرف دارونما و مکمل آب چغندر طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی

نوروزی و همکاران: تأثیر مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر و ...

متغیر	وضعیت	مرحله	Δ	t	p
زمان شنای ۱۰۰ متر (ثانیه)	دارونما	فاز فولیکولی	$88/10 \pm 9/7$	۱/۰۶	۰/۳۱۳
		فاز لوتئالی	$87/11 \pm 2/1$		
	آب چغندر	فاز فولیکولی	$85/9 \pm 4/6$	۱/۳۵	۰/۴۱۸
		فاز لوتئالی	$84/10 \pm 3/8$		
میزان درک فشار	دارونما	فاز فولیکولی	$13/1 \pm 2/7^*$	-۱/۱۵	۰/۲۷۹
		فاز لوتئالی	$13/1 \pm 8/6^*$		
	آب چغندر	فاز فولیکولی	$11/2 \pm 9/0^2$	-۰/۴۸	۰/۶۴
		فاز لوتئالی	$12/1 \pm 1/4$		
ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر (ضربان/دقیقه)	دارونما	فاز فولیکولی	$145/13 \pm 1/7^*$	۰/۶۹	۰/۵۰۷
		فاز لوتئالی	$141/14 \pm 4/0^5$		
	آب چغندر	فاز فولیکولی	$11 \pm 13/32$	-۰/۶۲	۰/۵۴۵
		فاز لوتئالی	$133/10 \pm 4/5$		
فشار خون سیستولی متعاقب شنای ۱۰۰ متر (میلی‌متر جیوه)	دارونما	فاز فولیکولی	$139/6 \pm 1/8$	۰/۷	۰/۴۹۶
		فاز لوتئالی	$137/7 \pm 6/2$		
	آب چغندر	فاز فولیکولی	$134/10 \pm 8/7$	۰/۹۵	۰/۳۶۶
		فاز لوتئالی	$131/9 \pm 5/6$		
pH ادراری متعاقب شنای ۱۰۰ متر	دارونما	فاز فولیکولی	$5/1 \pm 8/0^9$	۱/۰۱	۰/۳۷۴
		فاز لوتئالی	$5/0 \pm 2/44$		
	آب چغندر	فاز فولیکولی	1 ± 6	۱	۰/۳۶۹
		فاز لوتئالی	$5/0 \pm 6/89$		

* اختلاف معنی دار با گروه آب چغندر؛ $p < 0.05$.

کرده‌اند (۲۷، ۲۸). با این حال، و بر اساس نتایج ضد و نقیض مطالعات بیشتری در این زمینه اثرگذاری مکمل آب چغندر بر عملکرد ورزشی و رقابت به ویژه در حوزه زنان مورد نیاز است.

در خصوص فشار خون سیستولی و اسیدیته ادراری در مطالعه حاضر، تاثیر معنی‌داری از مصرف مکمل آب چغندر در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی مشاهده نشد. برخی از مطالعات قبلی با تحقیق حاضر همسو هستند به طوری که زمانی و همکاران (۲۰۲۱) در یک مطالعه مروری اشاره داشتند که فشار خون سیستولی نه در حالت استراحت و نه بعد از فعالیت ورزشی پس از مصرف آب چغندر غنی از نیترات در مقایسه با دارونما تغییر نکرده است (۱۰). در پژوهش پرز و همکاران (۲۰۱۹) نیز پس از یک هفته مصرف مکمل آب چغندر هیچ تغییر قابل توجهی در فشار خون سیستولی طی فعالیت ورزشی زیربیشینه مشاهده نشد (۳۰). با این حال، پژوهشگران عنوان داشتند که خواندن و ثبت فشار خون سیستولی به دلیل نوسان دستگاه در حین فعالیت ورزشی دشوار بود، که ممکن است بر اندازه‌گیری دقیق آن تاثیر بگذارد (۳۰). کریگر و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که مصرف حاد نوشیدنی حاوی نیترات قبل از فعالیت ورزشی تاثیری بر فشار خون شریانی ورزشکاران نخبه هوازی ندارد (۳۱). برخلاف یافته‌های مطالعه حاضر و مطالعات مذکور، اولسون و همکاران (۲۰۱۹) عنوان داشتند که مصرف حاد و بلندمدت آب چغندر باعث کاهش فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در هر دو حالت استراحت و فعالیت با شدت متوسط در افراد سالم می‌شود (۷). به نظر می‌رسد ریشه این اختلاف در تفاوت آزمودنی‌های مورد استفاده از نظر جنسیت (۲۶) و سطح آمادگی جسمانی (۱۰) باشد به طوری که اکثر مطالعاتی که اثراتی را بر فشار خون نشان ندادند، از ورزشکاران "خوب" تمرین کرده "یا" "نخبه" به عنوان آزمودنی استفاده کردند. در مقابل، مطالعاتی که اثرات مثبت را نشان می‌دهند با افراد سالم و ورزشکاران تفریحی انجام شده است. این ممکن است به دلیل سازگاری‌های ناشی از تمرین باشد، به عنوان مثال سطح نیترات و نیتريت پلاسما افراد تمرین کرده دو برابر بالاتر از افراد تمرین نکرده است (۱۰). همچنین، گروسچچکی و همکاران (۲۰۲۳) اشاره داشتند که برخلاف مردان، آب چغندر تاثیری بر کاهش فشار خون در زنان ندارد (۲۶). این موارد ممکن است بر نحوه پاسخ بدن به مکمل حاوی نیترات تأثیر بگذارد. همچنین این امکان وجود دارد که رابطه دوز-پاسخ بین مصرف نیترات و تغییرات در عملکرد ورزشی و متغیرهای فیزیولوژیک در افراد نخبه در مقایسه با افراد غیر نخبه متفاوت باشد، به طوری که ممکن است برای ایجاد بهبود عملکرد ورزشی به دوزهای بیشتر نیترات و یا دوره‌های طولانی‌تر مکمل نیاز باشد (۳۲).

این مساله احتمالاً بر میزان pH ادراری نیز اثرگذار بوده است به طوری که در مطالعه حاضر مصرف مکمل آب چغندر تاثیری بر میزان pH

همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن بود که مصرف مکمل آب چغندر تاثیری بر زمان شنای ۱۰۰ متر، فشار خون سیستولی و pH ادراری در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی ندارد. اگرچه میزان رکورد شنای ۱۰۰ متر در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی هنگام مصرف مکمل آب چغندر حدود ۳-۴ درصد بهتر از مصرف دارونما بود. با این حال، میزان درک فشار در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی در دوره مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما به طور معنی‌داری کمتر بود و تعداد ضربان قلب پس از فعالیت ورزشی نیز در دوره فولیکولی هنگام مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. در مطالعه‌ای روی دوندگان تمرین کرده در آزمون ۵۰۰۰ متر هنگام مصرف مکمل آب چغندر هیچ بهبود معنی‌داری مشاهده نشد، اگرچه در قسمت ۱/۱ مایل آخر مسابقه، ۵ درصد سریعتر دویدند (۲۲). بخشی از این عدم بهبود عملکرد می‌تواند مربوط به زمان مصرف مکمل باشد. شرکت کنندگان مکمل را ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت ورزشی مصرف کردند. در برخی مطالعات که مکمل آب چغندر سبب بهبود عملکرد شده بود، مکمل ۱۵۰ تا ۱۸۰ دقیقه قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده و تاثیر بهتری مشاهده شد (۲۳). همچنین، در مطالعه‌ای که بر روی شناگران حرفه‌ای انجام شد، هیچ اثر مفیدی بر عملکرد شنای مسافت کوتاه و مراحل زیر آب یافت نشد (۱۸). مورنو و همکاران (۲۰۲۴) نیز عنوان داشتند که مصرف یک دوز آب چغندر تاثیری بر عملکرد شناگران طی شنای اینتروال (۶×۱۰۰) نداشت (۲). با این حال نتایج برخی مطالعات با تحقیق حاضر متناقض بود. پینا و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که آب چغندر هزینه انرژی هوازی را در شناگران کاهش داده و عملکرد شنا را بهبود بخشید (۱۷). در این راستا، شانون و همکاران (۲۰۱۶) نیز به این نتیجه رسیدند که عملکرد دویدن ۱۵۰۰ متر بعد از مصرف مکمل آب چغندر به طور قابل توجهی بهبود یافت، اما در دویدن ۱۰۰۰۰ متر بهبودی مشاهده نشد (۲۴).

مزایای مصرف مکمل آب چغندر ممکن است به سطح آمادگی هوازی فرد (۱) دوز نیترات مصرفی (۱، ۲۵) و جنسیت آزمودنی‌ها (۲۶) بستگی داشته باشد. در ورزشکاران حرفه‌ای، دوز بالای نیترات به شکل آب چغندر (۸/۴ میلی مول نیترات) ممکن است عملکرد را در مقایسه با دوز متوسط نیترات (۴/۲ میلی مول نیترات) و فاقد نیترات بهبود بخشد (۲۵). شبیه به این موضوع در مطالعه ارگول و همکاران (۲۰۲۳) نیز مشاهده می‌شود (۱). از طرفی پروتکل فعالیت ورزشی مورد استفاده نیز می‌تواند از علل مهم تناقض نتایج باشد. این احتمال وجود دارد که آب چغندر می‌تواند عملکرد اسپرینتهای مکرر با استراحت‌های کوتاه، زمانی که PCR عضلانی و تولید نیرو به طور کامل بازیابی نمی‌شود، بهبود بخشد (۲۷). در همین راستا، سایر مطالعات با استفاده از سرعت‌های کوتاه‌تر و دوره‌های ریکاوری کوتاه‌تر، اثرات انرژی‌زای آب چغندر را مشاهده

تشکر و قدردانی

از همه عوامل دخیل در پژوهش به ویژه شرکت کنندگان و آزمودنی های محترم کمال تشکر بعمل می‌آید.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تضاد منافی در رابطه با انتشار آن ندارند.

منابع

- [1] Eroğlu MN, Vatansever Ş. The Effect of Different Doses of Beetroot Juice on Exercise Performance: An Experimental Study. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*. 2023 Sep 1;15(3). <https://doi.org/10.5336/sportsci.2023-95613>
- [2] Moreno-Herederó B, Morencos E, Morais JE, Barbosa TM, Veiga S. A Single Dose of Beetroot Juice not Enhance Performance during Intervallic Swimming Efforts. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2024 Mar;23(1):228. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.228>
- [3] Moreno B, Morencos E, Vicente-Campos D, Muñoz A, González-García J, Veiga S. Effects of beetroot juice intake on repeated performance of competitive swimmers. *Frontiers in Physiology*. 2023 Jan 10;13:1076295. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1076295>
- [4] Hogwood AC, Ortiz de Zevallos J, Kruse KE, Buckley M, De Guzman J, DeJong Lempke A, Weltman A, Allen JD. The Effects of Inorganic Nitrate Supplementation on Muscular Power and Endurance Across the Menstrual Cycle. *Journal of Applied Physiology*. 2024 Oct 17. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00323.2024>
- [5] Hogwood AC, Ortiz de Zevallos J, Kruse KE, De Guzman J, Buckley M, Weltman A, Allen JD. The effects of inorganic nitrate supplementation on exercise economy and endurance capacity across the menstrual cycle. *Journal of Applied Physiology*. 2023 Nov 1;135(5):1167-75. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00221.2023>
- [6] Benito PJ, Alfaro-Magallanes VM, Rael B, Castro EA, Romero-Parra N, Rojo-Tirado MA, Peinado AB. Effect of menstrual cycle phase on the recovery process of high-intensity interval exercise—a cross-sectional observational study. *International Journal of Environmental*

اداراری در هر دو فاز فولیکولی و لوتئالی نداشت. اگرچه میزان درک فشار و تعداد ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر هنگام مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما کمتر بود. در این راستا، لویت و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند مصرف مکمل آب چغندر موجب افزایش ۲۱ درصدی تحمل فعالیت ورزشی با شدت بالا در مقایسه با دارونما در شرایط هیپوکسیک شد (۳۳). همچنین، کلیفورد و همکاران (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل آب چغندر منجر به کاهش درد عضلانی و میزان درک فشار می‌شود (۳۴). همتی‌نفر و همکاران (۲۰۲۳) گزارش دادند که مصرف آب چغندر باعث کاهش دردناکی عضله در زنان والیبالیست شد (۸). با توجه به اینکه میزان درک فشار می‌تواند با کاهش فشار فیزیولوژیکی همراه گردد، کاهش فشارخون و ضربان قلب موجب کاهش میزان درک فشار می‌شود (۲۲، ۳۵). در این راستا و براساس نتایج مطالعه حاضر، تعداد ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر هنگام مصرف مکمل آب چغندر نسبت به دارونما در دوره فولیکولی به شکل معنی‌دار و در دوره لوتئالی به شکل غیرمعنی‌دار کمتر بود. داده های مربوط به ضربان قلب بایستی با احتیاط تفسیر شود چراکه به دلیل تغییرات فاحش استروژن و افزایش دمای بدن، ضربان قلب استراحت در فاز لوتئال افزایش می‌یابد (۳۶، ۳۷)، که می‌تواند پاسخ ضربان قلب به فعالیت ورزشی را تحت تأثیر خود قرار دهد. در مطالعه حاضر این موضوع احتمالاً یکی از عوامل تأثیرگذار مکمل آب چغندر بر ضربان قلب متعاقب شنای ۱۰۰ متر در فاز فولیکولی باشد. زمانی و همکاران (۲۰۲۱) در یک مقاله مروری عنوان داشتند که مکمل آب چغندر تأثیری بر ضربان و برون‌ده قلبی به ویژه در مردان ندارد اما شرایط در شرکت کنندگان زن می‌تواند متفاوت باشد. با این حال، اکثر مطالعات به غیر از یک مورد، هیچ تأثیری از مکمل آب چغندر بر ضربان قلب نشان نمی‌دهند (۱۰). در کل به نظر می‌رسد که سابقه تمرینی آزمودنی‌ها و زمان مصرف آب چغندر در این زمینه موثر باشد هر چند نیاز به مطالعات بیشتر در این زمینه کاملاً محسوس است. از طرفی، مطالعه حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که ممکن است بر نتایج حاصل اثرگذار بوده باشند که شامل تعداد پائین نمونه و انتخاب غیرتصادفی آنها، انحراف استاندارد بالا در برخی شاخص‌ها مانند ضربان قلب و عدم کنترل دقیق برخی متغیرهای مزاحم مانند شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها بود.

نتیجه‌گیری

در کل و براساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر تأثیری بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر زنان طی فازهای مختلف چرخه قاعدگی ندارد اما کاهش میزان درک فشار و ضربان قلب متعاقب اجرای شنای ۱۰۰ متر به ویژه در دوره فولیکولی ممکن است تأثیر پذیر باشد. با این حال اظهار نظر قطعی در این زمینه منوط به انجام تحقیقات بیشتر و گسترده‌تر است.

- Estevan MC, Herreros PV, Garnacho-Castaño MV. Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. *Nutrients*. 2017 Jan 6;9(1):43. <https://doi.org/10.3390/nu9010043>
- [14] Arnold JT, Oliver SJ, Lewis-Jones TM, Wylie LJ, Macdonald JH. Beetroot juice does not enhance altitude running performance in well-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015;40(6):590-5. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0470>
- [15] Zoughaib WS, Fry MJ, Singhal A, Coggan AR. Beetroot juice supplementation and exercise performance: is there more to the story than just nitrate?. *Frontiers in Nutrition*. 2024 Feb 20;11:1347242. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1347242>
- [16] Richards JC, Racine ML, Hearon Jr CM, Kunkel M, Luckasen GJ, Larson DG, Allen JD, Dinunno FA. Acute ingestion of dietary nitrate increases muscle blood flow via local vasodilation during handgrip exercise in young adults. *Physiological reports*. 2018 Jan;6(2):e13572. <https://doi.org/10.14814/phy2.13572>
- [17] Pinna M, Roberto S, Milia R, Marongiu E, Olla S, Loi A, Migliaccio GM, Padulo J, Orlandi C, Tocco F, Concu A. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. *Nutrients*. 2014 Jan 29;6(2):605-15. <https://doi.org/10.3390/nu6020605>
- [18] Lowings S, Shannon OM, Deighton K, Matu J, Barlow MJ. Effect of dietary nitrate supplementation on swimming performance in trained swimmers. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2017 Aug 1;27(4):377-84. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0251>
- [19] Julian R, Hecksteden A, Fullagar HH, Meyer T. The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. *PloS one*. 2017 Mar 13;12(3):e0173951. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173951>
- [20] Hashimoto H, Ishijima T, Hayashida H, Suzuki K, Higuchi M. Menstrual cycle phase and carbohydrate ingestion alter immune response following endurance exercise and high intensity time trial performance test under hot conditions. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2014 Dec;11:1-1. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-39>
- Research and Public Health. 2023 Feb 13;20(4):3266. <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/4/3266>
- [7] Olsson H, Al-Saadi J, Oehler D, Pergolizzi Jr J, Magnusson P. Physiological effects of beetroot in athletes and patients. *Cureus*. 2019 Dec;11(12). <https://doi.org/10.7759/cureus.6355>
- [8] Hemmatinafar M, Zaremoayed L, Koushkie Jahromi M, Alvarez-Alvarado S, Wong A, Niknam A, Suzuki K, Imanian B, Bagheri R. Effect of Beetroot Juice Supplementation on Muscle Soreness and Performance Recovery after Exercise-Induced Muscle Damage in Female Volleyball Players. *Nutrients*. 2023 Aug 28;15(17):3763. <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/17/3763>
- [9] Garnacho-Castaño MV, Pleguezuelos-Cobo E, Berbel M, Irurtia A, Carrasco-Marginet M, Castizo-Olier J, Veiga-Herreros P, Faundez-Zanuy M, Serra-Payá N. Effects of acute beetroot juice intake on performance, maximal oxygen uptake, and ventilatory efficiency in well-trained master rowers: a randomized, double-blinded crossover study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2024 Dec 31;21(1):2373170. <https://doi.org/10.1080/15502783.2024.2373170>
- [10] Zamani H, De Joode ME, Hossein IJ, Henckens NF, Guggeis MA, Berends JE, de Kok TM, van Breda SG. The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2021 Mar 9;61(5):788-804. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1746629>
- [11] Ferrada-Contreras E, Bonomini-Gnutzmann R, Jorquera-Aguilera C, Macmillan Kuthe N, Pena-Jorquera H, Rodriguez-Rodriguez F. Does co-supplementation with beetroot juice and other nutritional supplements positively impact sports performance?: a systematic review. *Nutrients*. 2023 Nov 19;15(22):4838. <https://doi.org/10.3390/nu15224838>
- [12] Wootton-Beard PC, Ryan L. A beetroot juice shot is a significant and convenient source of bioaccessible antioxidants. *Journal of functional foods*. 2011 Oct 1;3(4):329-34. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.05.007>
- [13] Domínguez R, Cuenca E, Maté-Muñoz JL, García-Fernández P, Serra-Paya N,

- exercise performance responses to nitrate supplementation. *Medicine and science in sports and exercise*. 2015;47(8):1643-51. <https://dx.doi.org/10.1249/MSS.000000000.0000577>
- [29] Thompson C, Vanhatalo A, Jell H, Fulford J, Carter J, Nyman L, Bailey SJ, Jones AM. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. *Nitric Oxide*. 2016 Dec 30;61:55-61. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.10.006>
- [30] Perez JM, Dobson JL, Ryan GA, Riggs AJ. The effects of beetroot juice on VO₂max and blood pressure during submaximal exercise. *International journal of exercise science*. 2019;12(2):332. <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/etd/1642/>
- [31] Carriker CR, Rombach P, Stevens BM, Vaughan RA, Gibson AL. Acute dietary nitrate supplementation does not attenuate oxidative stress or the hemodynamic response during submaximal exercise in hypobaric hypoxia. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2018;43(12):1268-74. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0813>
- [32] Wylie LJ, Kelly J, Bailey SJ, Blackwell JR, Skiba PF, Winyard PG, Jeukendrup AE, Vanhatalo A, Jones AM. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *Journal of applied physiology*. 2013 Aug 1;115(3):325-36. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00372.2013>
- [33] Levitt EL, Keen JT, Wong BJ. Augmented reflex cutaneous vasodilatation following short-term dietary nitrate supplementation in humans. *Experimental physiology*. 2015 Jun 1;100(6):708-18. <https://doi.org/10.1113/EP085061>
- [34] Clifford T, Berntzen B, Davison GW, West DJ, Howatson G, Stevenson EJ. Effects of beetroot juice on recovery of muscle function and performance between bouts of repeated sprint exercise. *Nutrients*. 2016 Aug 18;8(8):506. <https://doi.org/10.3390/nu8080506>
- [35] Kordi MR, Salimi Nahrsooduz M, Hooshmand Moghadam B. The effects of beetroot consumption on blood pressure, heart rate, perceived exertion and the speed of running in young female athletes. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2020 Sep 10;25(4):79-92 [in Persian]. <http://sjku.muk.ac.ir/article-1-4615-en.html>
- [21] Bradley PS, Bendiksen M, Dellal A, Mohr M, Wilkie A, Datson N, Orntoft C, Zebis M, Gomez-Diaz A, Bangsbo J, Krstrup P. The Application of the Y o-Y o Intermittent Endurance Level 2 Test to Elite Female Soccer Populations. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2014 Feb;24(1):43-54. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01483.x>
- [22] Murphy M, Eliot K, Heuertz RM, Weiss E. Whole beetroot consumption acutely improves running performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2012 Apr 1;112(4):548-52. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2011.12.002>
- [23] Kelly J, Vanhatalo A, Wilkerson DP, Wylie LJ, Jones AM. Effects of nitrate on the power-duration relationship for severe-intensity exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2013 Sep 1;45(9):1798-806. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31828e885c>
- [24] Shannon OM, Duckworth L, Barlow MJ, Woods D, Lara J, Siervo M, O'Hara JP. Dietary nitrate supplementation enhances high-intensity running performance in moderate normobaric hypoxia, independent of aerobic fitness. *Nitric Oxide*. 2016 Sep 30;59:63-70. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.08.001>
- [25] Hoon MW, Jones AM, Johnson NA, Blackwell JR, Broad EM, Lundy B, Rice AJ, Burke LM. The effect of variable doses of inorganic nitrate-rich beetroot juice on simulated 2000-m rowing performance in trained athletes. *International journal of sports physiology and performance*. 2014 Jul 1;9(4):615-20. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0207>
- [26] Grosicki GJ, Flatt AA, Cross BL, Vondrasek JD, Blumenburg WT, Lincoln ZR, Chall A, Bryan A, Patel RP, Ricart K, Linder BA. Acute beetroot juice reduces blood pressure in young Black and White males but not females. *Redox Biology*. 2023 Jul 1;63:102718. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2023.102718>
- [27] Wylie LJ, Bailey SJ, Kelly J, Blackwell JR, Vanhatalo A, Jones AM. Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. *European journal of applied physiology*. 2016 Feb;116:415-25. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3296-4>
- [28] Porcelli S, Ramaglia M, Bellistri G, Pavei G, Pugliese L, Montorsi M, Rasica L, Marzorati M. Aerobic fitness affects the

performance. Clinics in sports medicine. 2005 Apr 1;24(2):e51-82.
<https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.01.003>

- [36] Yazar S. The effect of menstrual cycle phase on exercise capacity measured by treadmill exercise test. Turkish Journal of Sport and Exercise. 2015;17(1):12-5.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/tsed/issue/21507/230702>
- [37] Constantini NW, Dubnov G, Lebrun CM. The menstrual cycle and sport

بررسی نقش تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل‌های ورزشی بر بهبود التهابات و افزایش شاخص‌های سلامت ورزشکاران فوتسالیست و فوتبالیست (یک مطالعه مروری سیستماتیک) امیرحسین حرمتی اوغول بیگ[✉]، آمنه پوررحیم قورقچی^۱، رضا فرضی زاده^۱، علی مرزپور^۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۰

چکیده

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی،
دانشکده علوم تربیتی و
روانشناسی، دانشگاه
محقق اردبیلی، اردبیل،
ایران.

✉ نویسنده مسئول:

amirhosseinhormati@uma.ac.ir

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای
نویسندگان محفوظ است.

التهاب در ورزشکاران فوتبال بیشتر به دلیل فعالیت‌های فیزیکی شدید، ضربات و آسیب‌های مکرر در طول تمرینات و مسابقات ایجاد می‌شود. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی نقش انواع تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل‌های ورزشی بر بهبود التهابات و افزایش شاخص‌های سلامت ورزشکاران فوتسالیست و فوتبالیست بود. پژوهش حاضر از نوع مطالعه مروری بود. برای جستجوی مقالات مورد استفاده به زبان انگلیسی و فارسی از سال ۲۰۱۹ تا انتهای ماه آپریل ۲۰۲۵ در پایگاه‌های تخصصی Pub med، Wos، Scopus، Google Scholar، Lsc، Sid، Mdpi، Science Direct، التهاب، فوتسالیست‌ها و فوتبالیست‌ها جهت استخراج مطالعات استفاده شد. با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج ۶۹ مقاله انتخاب شد. پس از بعد از بررسی دقیق ۵۶ مقاله که فاقد معیارهای انتخابی بودند حذف گردید و ۱۳ مقاله جهت آنالیز نهایی انتخاب شد. مکمل‌هایی مانند کورکومین، تارتاریک اسید و FA-HMB به کاهش التهاب و بهبود عملکرد ورزشی کمک می‌کنند. تمرینات مقاومتی همراه با غوطه‌وری در آب سرد می‌تواند آسیب عضلانی را کاهش دهد. پروبیوتیک‌ها ممکن است از طریق امواج مغزی تمرینات را بهبود بخشند، اما تأثیر DHA+EPA بر التهاب و سلامت مغز هنوز نیاز به بررسی بیشتر دارد. همچنین، عصاره توت سیاه در دوره بهبودی التهاب را کاهش داده و سطح آنتی‌اکسیدان‌ها را افزایش می‌دهد. فعالیت‌های بدنی مانند تمرینات قدرتی هوشمند باعث کاهش التهاب و بهبود عملکرد قلبی و تنفسی می‌شوند. همچنین، مکمل‌های ورزشی مانند ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند به بهبود سلامت کلی ورزشکاران کمک کنند. با این حال، نظارت فیزیولوژیست و مشاور تغذیه برای جلوگیری از آسیب‌ها ضروری است.

واژگان کلیدی تمرینات ورزشی، مکمل‌های ورزشی، بهبود التهابات، شاخص‌های سلامت، ورزشکاران فوتسالیست و فوتبالیست

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان

شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

نوع دسترسی: آزاد

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143596.1087>



Copyright ©The authors

ارجاع دهی:

Hormati Oughoulbaig Ah, Pourrahim Ghouroghchi A, Farzizadeh R, Marzpour A. Reviewing the role of different resistance training types along with the consumption of sports supplements in improving inflammation and enhancing health indicators in futsal and football athletes (a systematic review study). **Research in Exercise Nutrition**. 2025;3(3):25-36. Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143596.1087>.

Examining the role of different types of physical Training combined with sports supplements in improving inflammation and enhancing health indicators in futsal and football players. (A Systematic Review Study)

Amir Hossein Hormati Oughoulbaig¹ ✉, Ameneh Pourrahim Ghouroghchi¹, Reza Farzizadeh¹, Ali Marzpour¹

Received: 2025/04/30

Accepted: 2025/05/12

Abstract

Inflammation in football athletes is mainly caused by intense physical activities, impacts, and repetitive injuries during training and competitions. Therefore, the aim of this study was to examine the role of different types of exercise along with the consumption of sports supplements in reducing inflammation and improving the health indicators of futsal and football players. This study was a review-type research. Articles in English and Persian from 2019 to the end of April 2025 were searched in specialized databases including Google Scholar, Scopus, Wos, PubMed, Science Direct, Mdpi, Sid, and Isc. Additionally, keywords such as exercise training, sports supplements, inflammation, futsal players, and football players were used for extracting studies. Based on inclusion and exclusion criteria, 69 articles were selected. After a thorough review, 56 articles that did not meet the selection criteria were removed, and 13 articles were chosen for final analysis. Supplements such as curcumin, tartaric acid, and FA-HMB contribute to reducing inflammation and improving athletic performance. Resistance training combined with cold-water immersion can reduce muscle damage. Probiotics may enhance training effects through brain wave modulation; however, the impact of DHA+EPA on inflammation and brain health still requires further investigation. Additionally, black mulberry extract helps reduce inflammation during the recovery phase and increases antioxidant levels. Physical activities such as smart strength training reduce inflammation and enhance cardiovascular and respiratory function. Furthermore, sports supplements such as vitamins and antioxidants can improve overall athlete health. However, supervision by a physiologist and a nutrition consultant is necessary to prevent injuries.

Keywords: Physical exercises, sports supplements, inflammation improvement, health indices, futsal and football players.

1.Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

✉ **Corresponding author:**

amirhosseinhormati@u.ma.ac.ir

ISSN: 2980-8960

All rights of this article are reserved for Authors.

Owner and Publisher: University of Kurdistan

Journal ISSN (online): 2980-8960

Access Type: Open Access

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143596.1087>



Copyright ©The authors

Citation:

Hormati Oughoulbaig Ah, Pourrahim Ghouroghchi A, Farzizadeh R, Marzpour A. Reviewing the role of different resistance training types along with the consumption of sports supplements in improving inflammation and enhancing health indicators in futsal and football athletes (a systematic review study). **Research in Exercise Nutrition**. 2025;3(3):25-36. Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143596.1087>.

مقدمه

فوتبال یکی از محبوب‌ترین و پرطرفدارترین ورزش‌های جهان می‌باشد که بسیاری از کشورها فوتبال را به عنوان ورزش شماره یک و ملی خود معرفی می‌کنند (۱). البته فوتبال در ایران نیز به عنوان محبوب‌ترین و پرطرفدارترین ورزش شناخته می‌شود و بیشترین تعداد ورزشکاران را نسبت به سایر رشته‌ها به خود اختصاص داده است. در کنار آن، فوتسال نیز با توسعه امکانات ورزشی، و باتوجه به پیشرفت‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده و از این قاعده مستثنی نیست (۱). التهاب یک وضعیت پاتولوژیک است که زمانی اتفاق می‌افتد که ماکروفاژها، لمفوسیت‌ها و سایر گلبول‌های سفید به بافت‌های بدن نفوذ می‌کنند یا فعالیت خود را آغاز می‌کنند. این فرایند می‌تواند به عنوان بخشی از پاسخ ایمنی بدن در مقابله با آسیب‌ها، عفونت‌ها یا عوامل خارجی فعال شود و منجر به تغییرات در عملکرد و ساختار سلول‌ها و بافت‌ها شود. بنابراین، التهاب به دلیل دخالت ماکروفاژها، لمفوسیت‌ها و سایر گلبول‌های سفید، نقشی کلیدی در ایجاد تغییرات پاتولوژیک در سیستم‌های بدن دارد (۲، ۳). چنین وضعیتی با نشانه‌هایی مانند تورم، کبودی، گرما و درد در منطقه مورد نظر دیده می‌شود (۴). حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد از ورزشکاران از آسیب‌های التهابی رنج می‌برند که این آسیب‌ها نه تنها باعث ایجاد درد و ناراحتی در آن‌ها می‌شود، بلکه بر عملکرد کلی ورزشی و توانایی آن‌ها در دستیابی به حداکثر توان جسمانی و عملکرد فنی نیز تأثیر منفی می‌گذارد. این آسیب‌ها اغلب می‌توانند موجب کاهش کیفیت تمرینات و مسابقات شده و فرایند بهبود و بازگشت به حالت ایده‌آل را نیز به تأخیر بیندازند (۵، ۶). ورزشکاران اغلب دچار التهاب و آسیب عضلانی می‌شوند که درصد این التهابات و آسیب‌ها در رشته‌های سختی مانند فوتسال و فوتبال طبیعی است که بیشتر رخ دهد زیرا فعالیت‌های شدید و مداوم، تغییرات ناگهانی سرعت، و حرکات انفجاری در این ورزش‌ها اجتناب‌ناپذیر است (۷، ۸). بنابراین ورزشکاران برای دستیابی به عملکرد مطلوب، نیاز به توانایی فیزیکی بسیار بالایی دارند، که این توانایی بالا موجب اعمال فشار قابل توجه بر سیستم اسکلتی عضلانی می‌شود. این فشار، علاوه بر ایجاد چالش‌هایی برای بدن، اغلب منجر به بروز التهاب در بافت‌های عضلانی و مفصلی می‌شود و به دنبال آن، آسیب‌های ناشی از این التهاب نیز رخ می‌دهد. چنین شرایطی نه تنها موجب

اختلال در عملکرد ورزشکاران می‌شود، بلکه روند ریکاوری و بهبود طبیعی بدن را نیز کندتر می‌کند و نیازمند مداخلات تخصصی برای کنترل این مشکلات است (۹). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که اثربخشی برنامه‌های تمرینی مختلف در افزایش آمادگی جسمانی و سلامتی بدنی کاملاً تأثیرگذار می‌باشد با این حال، نقش این تمرینات به همراه مکمل‌های ورزشی، که اغلب برای تسریع در ریکاوری و بهبود نشانگرهای کلی سلامت استفاده می‌شود، یک حوزه تحقیقات پویا است. مکمل‌های ورزشی، شامل عوامل ضد التهابی، محبوبیت زیادی در میان ورزشکاران دارند که به دنبال کاهش زمان ریکاوری و بهبود عملکرد هستند (۱۰، ۱۱). تمرینات منظم و متعادل می‌توانند به طور قابل توجهی التهاب را کاهش داده و سلامت کلی ورزشکاران را بهبود بخشند، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که انواع مختلف تمرینات، مانند تمرینات هوازی، قدرتی و پليومتریک، به شیوه‌های متفاوتی بر شاخص‌های التهابی تأثیر می‌گذارند (۱۲). به عنوان مثال تأثیر تمرینات قدرتی بر کاهش التهاب وابسته به جمعیت مورد بررسی و مدت زمان تمرین است و در بیماران مبتلا به فشار خون، تأثیرات مثبت بیشتر در دوره‌های بلندمدت مشاهده شده، در حالی که برای ورزشکاران حرفه‌ای، برنامه‌های چند هفته‌ای تا چند ماهه با تمرکز بر تمرینات مقاومتی می‌توانند موجب بهبود عملکرد و کاهش نشانگرهای التهابی شوند (۱۲، ۱۳). مکمل‌های مختلف مانند امگا-۳، ویتامین D، کورکومین و پروبیوتیک‌ها، به عنوان عوامل ضدالتهابی موثر در مطالعات متعددی شناخته شده‌اند (۱۴). این مکمل‌ها می‌توانند زمان بهبودی را کاهش دهند و بهبود عملکرد ورزشی را آسان‌تر کنند. مثلاً، مطالعات نشان داده‌اند که مصرف مکمل‌های کورکومین می‌تواند سطح التهاب را کاهش داده و فرآیند بهبود آسیب‌های ورزشی را سریع‌تر کند (۱۴، ۱۵). این مطالعه با هدف بررسی اثرات ترکیبی از برنامه‌های مختلف تمرین و مصرف مکمل ورزشی بر کاهش التهاب و بهبود نشانگرهای سلامتی در بازیکنان فوتسال و فوتبال است. با درک اثرات هماهنگ این مداخلات، ما می‌توانیم استراتژی‌های بهتری برای آموزش و بازیافت ورزشکاران ارائه دهیم که در نهایت منجر به بهبود سلامت و افزایش عملکرد شود.

روش شناسی

مطالعه حاضر از نوع مروری سیستماتیک بود. برای جستجوی مقالات مورد استفاده به زبان انگلیسی و فارسی از ابتدای ماه مارس سال ۲۰۱۹ تا انتهای ماه مارس ۲۰۲۴ در پایگاه‌های تخصصی Google Scholar، Scopus، Pub، Wos، Science Direct، Med، Sid، Mdpi، Isc استفاده شد. برای استراتژی جستجو و استخراج مقالات از کلیدواژه‌های تمرینات ورزشی (physical Training)، مکمل‌های ورزشی (Sport Supplements)، التهاب (Inflammation)، فوتسالیست (Futsal Player) و فوتبالیست (Football Player) استفاده شد. از معیارهای ورود و خروج به مطالعه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱- تمامی مقالات در حوزه‌ی تأثیر تمرینات ورزشی (فوتسال و فوتبال) و مصرف مکمل‌های ورزشی بر بهبود التهابات باشند. ۲- آزمون‌های مطالعات فوتسالیست‌ها و فوتبالیست‌ها باشند. ۳- مقالاتی که در آن‌ها آزمون‌ها به انواع مختلف التهاب مبتلا هستند. ۴- مقالات مورد استفاده جدید و باکیفیت باشند. ۵- متن کامل مقالات در دسترس باشند. ۶- مقالاتی که آزمون‌ها آن‌ها مبتلا به سایر بیماری‌ها بودند یا سابقه‌ی عمل جراحی داشتند از روند مطالعه خارج شدند. سرانجام ۶۹ عنوان مقاله بر اساس کلیدواژه‌های مورد استفاده جست‌وجو شد. سپس پس از بررسی‌های دقیق در خصوص کیفیت مقالات بر اساس پرسشنامه دان و بلک (۱۶)، ۱۴ عنوان مقاله باکیفیت در ارتباط با تأثیر انواع تمرینات ورزشی به همراه مصرف مکمل‌های ورزشی بر بهبود التهابات و افزایش شاخص‌های سلامت ورزشکاران فوتسالیست و فوتبالیست انتخاب گردید، و مورد بررسی و تجزیه تحلیل محققان قرار گرفتند. به علاوه شکل ۱، روند انتخاب مقالات مطالعه حاضر را نشان می‌دهد

گام سوم: فهرست نمودن متون بدست آمده بر اساس زمان انتشار و تهیه خلاصه و متن کامل مقالات

گام چهارم: ارزیابی مقالات از نظر شرایط ورود به مطالعه و متدولوژی (باتوجه به معیارهای ورود و خروج شرایط ورود به مطالعه را داشتند).

گام پنجم: یادداشت نمودن نکات کلیدی مقالات برای بهبود کیفیت روش کار

گام ششم: بررسی نهایی مقالات با متابع معتبر

نمودار جریان انتخاب و ارزیابی مقالات علمی مرتبط با تأثیر تمرینات ورزشی و مکمل‌های غذایی بر شاخص‌های سلامت و عملکرد.

شکل ۱- روند جستجو، بررسی و انتخاب مقالات

یافته‌ها:

تعداد ۶۹ عنوان مقاله از طریق استراتژی‌های سرچ در پایگاه‌های تخصصی یافت شد. ۱۳ عنوان مقاله بر اساس پرسشنامه ارزیابی کیفیت مقالات و معیارهای ورود و خروج به عنوان مقالات پایانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. طی ۴ عنوان مقاله با بررسی تأثیر مکمل کورکومین بر التهابات ناشی از فوتسال و فوتبال چنین گزارش شد که مکمل کورکومین بر بهبود التهابات نقش تأثیر گذاری را دارا می‌باشد (۱۷، ۲۴، ۲۶، ۲۷). در حیطه تمرینات نیز ۲ عنوان مقاله گزارش کردند که تمرین مقاومتی همراه با غوطه‌وری در آب سرد می‌تواند آسیب عضلانی و التهاب را متعاقب فعالیت حاد کاهش دهد (۲۹، ۲۵). علاوه بر این درمورد دیگر مکمل‌ها بیان شد که مصرف یک وهله تارتاریک اسید منجر به بهبود توان بی‌هوازی اوج و میانگین و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و همچنین کاهش التهاب می‌شود (۱۸)، مکمل‌های روزانه پروبیوتیک‌ها ممکن است پتانسیل تعدیل امواج مغزی برای تمرین بهبود ببخشند به این شکل که بر ارتباط مغز و روده تأثیر بگذارند و این

گام اول: جستجو در پایگاه‌های تخصصی Google Scholar، Mdpi، Science Direct، Pub، med، Wos، Scopus، Isc، Sid و انتخاب کلید واژه مناسب

گام دوم: تعیین استراتژی‌های جستجو (ارزیابی بر اساس نمایه گذاری در پایگاه‌های اطلاعاتی WOS، Scopus و Pub Med)

التهابی پس از ۷۲ تا ۹۶ ساعت از فعالیت برجسته می شوند (۲۰). مطالعه دیگری نیز چنین اظهار نمود که قرار گرفتن در معرض شرکت کوتاه مدت یا طولانی مدت در تمرینات و مسابقات فوتبال می تواند به طور قابل توجهی روی ردوکس سیتوزولی، التهاب و وضعیت هورمونی فوتبالیست ها تأثیر بگذارد (۲۲). وجود هر گونه اختلاف در نمره دهی مقالات توسط نویسندگان به صورت جداگانه بررسی شد و مواردی که مابین آن نویسندگان دارای اختلاف نظر بودند پس از مشورت و بحث در این خصوص نمره دهی شد تا خطا در نمره دهی به حداقل برسد. میانگین امتیاز برای مطالعاتی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند بر اساس پرسشنامه دان و بلک از کیفیت ۷۳/۴۴ درصدی برخوردار بودند.

ارتباط می تواند موجب بهبود تمرکز، کاهش استرس، و افزایش آمادگی ذهنی در ورزشکاران شود. (۲۸)، درمورد نقش مکمل DHA+EPA به شکلی ارائه شده است که مشخص نیست آیا بر بافت مغز (به عنوان مثال، فسفولیپیدها) یا التهاب تأثیر می گذارد یا نه؟ که نیاز به مطالعه بیشتر دارد (۲۳)، مصرف مکمل FA-HMB سبب کاهش سطوح IL-6، IL-1B و CRP بازیکنان فوتبال و کنترل وضعیت التهاب می شود (۲۱). همچنین یک مطالعه تأثیر مکمل یاری عصاره توت سیاه را افزایش سطح سرمی TAC و IL-10 و کاهش سطح IL-6 در طول دوره بهبودی گزارش کرد (۱۹). علاوه بر این مطالعه دیگری در مورد مدت برجسته شدن التهابات چنین عنوان کرد که آسیب و شاخص

جدول ۱- بررسی نقش انواع تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل های ورزشی بر بهبود التهابات فوتسالیست ها و فوتبالیست ها

نویسندگان، نام مجله و سال انتشار	عنوان مطالعه	نوع مطالعه	نوع مداخله	متغیر مورد بررسی	سن	جنس	تعداد	نتایج
تاتابه و همکاران (17) EUROPEAN JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY ۲۰۲۴	تأثیر مکمل کورکومین بر عملکرد ورزشی و آسیب عضلانی پس از یک مسابقه فوتبال: یک مطالعه متقاطع کنترل شده با دارونما دوسوکور	مطالعه متقاطع کنترل شده با دارونما دوسوکور	مکمل کورکومین و یک مسابقه فوتبال	عملکرد ورزشی و آسیب عضلانی	۲۱±۱	مرد	۱۵	این یافته ها نشان می دهد که مصرف ۱۸۰ میلی گرم در روز کورکومین ممکن است بهبود آسیب عضلانی ناشی از مسابقات فوتبال در بازیکنان فوتبال دانشگاهی را تسریع نکند.
خانی و همکاران (18) RESEARCH IN EXERCISE NUTRITION ۲۰۲۴	تأثیر مصرف تارتاریک اسید بر برخی شاخص های التهابی، آسیب عضلانی و توان بی هوازی مردان فوتبالیست جوان	کارآزمایی بالینی تصادفی دوسوکور	تارتاریک اسید	شاخص های التهابی، آسیب عضلانی و توان بی هوازی	۲۳.۹۴±۱.۸۷	مرد	۲۴	به نظر می رسد، مصرف یک ووله تارتاریک اسید منجر به بهبود توان بی هوازی اوج و میانگین و ظرفیت تام آنتی اکسیدانی و همچنین کاهش التهاب و فشار اکسایشی ناشی از اجرای آزمون توان بی هوازی می شود که احتمالاً ناشی از ویژگی های پلی فنولی و آنتی اکسیدانی تارتاریک اسید باشد.
استانکیویچ و همکاران (19) NUTRIENTS ۲۰۲۳	تأثیر مکمل یاری با عصاره توت سیاه (Aronia melanocarpa) بر وضعیت التهابی و نشانگرهای منتخب متابولیسم آهن در فوتبالیست های جوان: یک مطالعه کارآزمایی تصادفی دوسوکور	یک مطالعه کارآزمایی تصادفی دوسوکور	عصاره توت سیاه	وضعیت التهابی و نشانگرهای منتخب متابولیسم آهن	۱۹.۹۶±۰.۵۶	مرد	۲۲	تجویز یک عصاره CHOKEBERRY لیوفیلیزه، که دارای فعالیت آنتی اکسیدانی قوی است، منجر به افزایش سطح سرمی TAC و IL-10 و کاهش سطح IL-6 در طول دوره بهبودی پس از حداکثر هوازی می شود. تست کردن از این رو، مصرف یک لیوفیلیزه عصاره طبیعی CHOKEBERRY سیاه ممکن است اثرات مفیدی داشته باشد و عواقب یک بار تمرینی فشرده را کاهش دهد.
سولگیس و همکاران	دوره زمانی شاخص	مطالعه تجربی	یک مسابقه	شاخص های	فوتسالیست	زن	۳۴	شاخص های عملکرد، التهاب، استرس

اکسیداتیو و نشانگرهای آسیب عضلانی برای حدود ۷۲ ساعت تا ۹۶ ساعت پس از یک مسابقه فوتبال در بازیکنان زن مانند بازیکنان مرد مشهود است. علاوه بر این، ارتباط بین تغییرات دوره زمانی در چندین نشانگر استرس اکسیداتیو، التهاب و آسیب عضلانی با درد عضلانی، اندازه‌گیری‌های خستگی و شاخص‌های عملکرد پس از یک مسابقه فوتبال برجسته می‌شود.	های بالای ۱۸ سال	عملکرد، استرس اکسیداتیو، التهاب، و نشانگرهای آسیب عضلانی	فوتسال	بالینی	های عملکرد، استرس اکسیداتیو، التهاب، و نشانگرهای آسیب عضلانی پس از یک مسابقه فوتبال بانوان	(20) SPORTS ۲۰۲۳
این پژوهش نشان داد که مسابقات فوتبال باعث افزایش شاخص‌های التهابی در بازیکنان می‌شود. با این حال، مصرف مکمل FA-HMB منجر به کاهش IL-6، IL-1B و CRP در گروه دریافت‌کننده مکمل، در مقایسه با گروه دارونما شد. این مکمل توانایی کنترل التهاب ناشی از دو مسابقه در هفته را دارد و می‌تواند به بهبود وضعیت التهابی ورزشکاران کمک کند.	مرد ۲۴	شاخص‌های التهابی	مکمل HMB-FA و یک میکروسیکل دو مسابقه‌ای	کاربرد و روش نیمه تجربی	اثر مکمل HMB-FA بر شاخص‌های التهابی بازیکنان فوتبال طی یک میکروسیکل دو مسابقه‌ای	محمودی و همکاران (21) SPORT PHYSIOLOGY ۲۰۲۳
قرار گرفتن در معرض شرکت کوتاه مدت یا طولانی مدت در تمرینات و مسابقات فوتبال می‌تواند به طور قابل توجهی روی ردوکس، التهاب و وضعیت هورمونی فوتبالیست‌ها تأثیر بگذارد. با این حال، سازگاری بیشتر در بین مطالعات مورد نیاز است تا پیامدهای رژیم‌های آموزشی ساختاریافته بر متغیرهای اندازه‌گیری شده مشخص شود. انتخاب مناسب‌ترین پروتکل/شرایط و بیوشیمیایی	مرد -	متغیرهای مرتبط با ردوکس، التهاب و وضعیت هورمونی	تغییرات حاد و بلندمدت	مروری سیستماتیک	تغییرات حاد و بلندمدت در متغیرهای مرتبط با ردوکس، التهاب و وضعیت هورمونی در بازیکنان مرد فوتبال: یک بررسی سیستماتیک و توصیه‌ها	وارامنتی و همکاران (22) JOURNAL OF ORTHOPAEDICS AND SPORTS MEDICINE ۲۰۲۲
مکمل DHA+EPA باعث کاهش سطح NFL نشد، اما اثرات حفاظتی عصبی آن در شرایط خاص، مانند حجم نمونه بزرگ‌تر یا افزایش سطح NFL در طول فصل، از نظر آماری قابل توجه بود. همچنین، مشخص نیست که این مکمل چگونه بر بافت مغز و التهاب تأثیر می‌گذارد. مطالعات بزرگ‌تر که ترکیبات لیپیدی مختلف حاوی HUFA N-3 را بررسی می‌کنند، می‌توانند به توسعه راهکارهای موثرتر برای محافظت عصبی کمک کنند.	مرد ۳۸	بیومارکرهای آسیب و التهاب آکسون	روغن ماهی	یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده با دارونما	اثرات روغن ماهی بر بیومارکرهای آسیب و التهاب آکسون در بازیکنان فوتبال یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده با دارونما	مولینز و همکاران (23) NUTRIENTS ۲۰۲۲
کاهش معنی‌داری در تغییرات کراتینین نیاز در گروه درمان در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شده ($P<0.05$). هیچ تغییری در سطح IL-6 و HB در گروه درمان مشاهده نشد. اسید لاکتیک در گروه درمان نسبت به خط پایه ۱۶.۳٪ کاهش یافت ($P<0.05$). بستنی حاوی عصاره کورکومه پتانسیل بهبود آسیب عضلانی ناشی از تمرین را دارد	مرد ۲۰	آسیب عضلانی	پتانسیل عصاره کورکومه	مطالعه تصادفی دوسوکور کنترل شده	پتانسیل عصاره کورکومه برای کاهش آسیب عضلانی در بازیکنان فوتبال آماتور	روسیدی و همکاران (24) SLOVAK JOURNAL OF FOOD SCIENCES ۲۰۲۲
انجام یک جلسه فعالیت حاد مقاومتی باعث افزایش آسیب عضلانی و واکنش‌های التهابی شد؛ اما انجام ۸ هفته تمرین منظم مقاومتی و غوطه‌وری در آب سرد، با ایجاد سازگاری‌های مناسب، موجب کاهش آسیب عضلانی و التهاب	مرد ۲۰	شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش‌های التهابی متعاقب	تمرین مقاومتی و غوطه‌وری در آب سرد	نیمه تجربی متقاطع با گروه کنترل	اثر ۸ هفته تمرین مقاومتی و غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش‌های التهابی متعاقب	پوررحیم و همکاران (25) JOURNAL OF PRACTICAL STUDIES OF BIOSCIENCES IN SPORT

گرددید. از این رو، به مربیان و ورزشکاران توصیه می‌شود از این نوع مداخله برای بازیافت بهتر و سریع‌تر ورزشکاران استفاده نمایند.	۲۰	مرد	۲۶,۰۶±۳,۸۸	شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی	مصرف مکمل کورکومین و فعالیت قدرتی حاد	مطالعه بالینی تصادفی دوسوکور کنترل شده با دارونما	اثر هشت هفته مصرف مکمل کورکومین بر شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی متعاقب فعالیت قدرتی حاد در بازیکنان مرد فوتسال	احمد زاده و همکاران (26) FEYZ MEDICAL SCIENCES JOURNAL ۲۰۲۱
به نظر می‌رسد که هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و انجام تمرین مقاومتی همراه با غوطه‌وری در آب سرد، آسیب عضلانی و التهاب ناشی از فعالیت قدرتی حاد در مردان فوتسال را کاهش می‌دهد.	۲۰	مرد	۲۵.۷۰±۳.۰۲	شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی متعاقب	اثر تعاملی هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی-غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی متعاقب فعالیت قدرتی حاد در مردان فوتسال	مطالعه بالینی تصادفی دوسوکور کنترل شده	اثر تعاملی هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی-غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی متعاقب فعالیت قدرتی حاد در مردان فوتسال	احمد زاده و همکاران (27) JOURNAL OF ARDABIL UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES ۲۰۲۱
این یافته‌ها نشان می‌دهد که مکمل‌های روزانه پروبیوتیک‌ها ممکن است پتانسیل تعدیل امواج مغزی یعنی تتا (آرامش) و دلتا (توجه) را برای تمرین بهتر، عملکرد مغز و بهبود روان‌شناختی در ورزش داشته باشند. تحقیقات بیشتری برای روشن شدن مکانیسم یافته‌های فعلی مورد نیاز است.	۲۰	مرد	۲۱ تا ۱۸	پارامترهای فیزیولوژیکی ناشی از اضطراب	مکمل‌های روزانه پروبیوتیک	یک مطالعه تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارونما	تأثیر مکمل‌های روزانه پروبیوتیک‌ها بر پارامترهای فیزیولوژیکی ناشی از اضطراب در بازیکنان رقابتی فوتبال	آدیکاری و همکاران (28) NUTRIENTS ۲۰۲۰
تمرین مقاومتی همراه با غوطه‌وری در آب سرد می‌تواند آسیب عضلانی و التهاب را متعاقب فعالیت حاد کاهش دهد.	۲۲	مرد	۲۷±۰.۵	نشانگرهای التهابی و شاخص‌های آسیب عضلانی	اثرات مکمل کوله کلسیفرول و یک مسابقه فوتبال شبیه سازی شده	مطالعه تصادفی دوسوکور و کنترل شده با دارونما	اثرات مکمل کوله کلسیفرول بر نشانگرهای التهابی و شاخص‌های آسیب عضلانی بازیکنان فوتبال پس از یک مسابقه فوتبال شبیه سازی شده	پارسایی و همکاران (29) NUTRITION ۲۰۱۹

جدول شماره ۲_ ارزیابی کیفیت مقالات توسط پرسشنامه دان و بلک

مطالعات	تانابه و همکاران	خانی و همکاران	استانک و یوچ و همکاران	س و س و همکاران	محمو دی و همکاران	وارامنت و همکاران	مولینز و همکاران	روسید ی و همکاران	پوررحیم و همکاران	احمد زاده و همکاران	احمد زاده و همکاران	پارسایی و همکاران
---------	------------------	----------------	------------------------	-----------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	---------------------	---------------------	-------------------

عناوین	(۱۷)	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	ن	(۲۸)	(۲۹)
(۲۷)	(۲۶)	(۲۵)	(۲۴)	(۲۳)	(۲۲)	(۲۱)	(۲۰)	(۱۹)	(۱۸)	(۱۷)	(۱۶)	(۱۵)	(۱۴)	(۱۳)
آیا فرضیات و اهداف مطالعه به وضوح شرح داده شده است؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا نتایج اصلی به وضوح شرح داده شده است؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا ویژگی بیماران به وضوح شرح داده شده است؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا مداخلات شرح داده شده است؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا در خصوص عوامل مخدوش کننده توضیحاتی ارائه شده است؟	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰
آیا یافته‌ها به وضوح شرح داده شده است؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا داده‌های این مطالعه بصورت تصادفی برای پیامدهای اصلی ارائه شده است؟	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
آیا عوارض جانبی گزارش شده است؟	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰
آیا در خصوص ترک بیماران از مطالعه و عوارض آن اطلاعاتی ارائه شده است؟	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
آیا مقادیر واقعی داده‌ها گزارش شده است (بصورت دقیق نه تخمینی)؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا در خصوص نحوه انتخاب نمونه‌های مطالعه اطلاعاتی ارائه شده است؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا آزمودنی‌ها آمادگی لازم را برای اجرای آزمون داشتند؟	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
آیا در مورد خصوصیات مکان و امکانات اطلاعاتی ارائه شده است؟	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا در خصوص تلاش مداخلات که بیماران داشتند اطلاعاتی ارائه شده است؟	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
آیا برای یکسان‌سازی مطالعه اطلاعاتی ارائه شده است؟	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
آیا نتایج مطالعه پس از نرمال کردن داده‌ها به وضوح شرح داده شده است؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰
آیا اطلاعاتی از نتایج دوره مداخلات تمرینی و گروه کنترل ارائه شده است؟	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا از آزمون‌های آماری مناسبی برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا مداخلات قابل اعتماد بود؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا معیار نتایج اصلی قابل اعتماد بود؟	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
آیا گروه‌ها تحت مداخلات متفاوتی قرار داشتند؟	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	آیا آزمودنی‌ها یکسازي شدند؟
۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	آیا آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در گروه‌ها قرار گرفتند؟
۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	آیا مداخلات به صورت تصادفی اعمال شد؟
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	آیا شرایطی برای عوامل کنترل نشده در نظر گرفته شده بود؟
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	آیا برنامه خاصی برای از دست دادن بیماران داشتید؟
۳	۵	۳	۳	۴	۳	۵	۳	۳	۳	۴	۴	۴	آیا مقالات قابل اعتماد و استناد هستند؟
۶۴.۵۱	۸۰.۶۴	۷۴.۱۹	۷۰.۹۶	۶۷.۷۴	۶۷.۷۴	۸۰.۶۴	۶۷.۷۴	۷۰.۹۶	۷۰.۹۶	۸۰.۶۴	۸۰.۶۴	۷۷.۴۱	کیفیت مقالات بر حسب درصد

بحث

ورزشی اهمیت زیادی دارد تا نتایج مطلوب به دست آید و از مشکلات احتمالی مانند مصرف بیش از حد یا اختلالات دیگر پیشگیری شود (۱۵). به طور خاص، مکمل‌های کورکومین در کاهش سطح التهاب و تسریع بهبودی آسیب‌های ورزشی مؤثر بوده‌اند (۳۲). اهمیت توجه به ترکیب ورزش و مکمل‌ها در این است که این رویکرد می‌تواند به عنوان یک راهکار جامع و اثربخش برای مدیریت التهاب و بهبود شاخص‌های سلامت در ورزشکاران عمل کند. ترکیب مناسب تمرینات ورزشی با مصرف مکمل‌های هدفمند نه تنها به تسریع فرآیند بهبودی از آسیب‌ها و کاهش التهاب کمک می‌کند، بلکه با حمایت از سیستم ایمنی بدن، استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید را نیز کاهش می‌دهد. این روش کل‌نگر می‌تواند به بازگشت سریع‌تر ورزشکار به عملکرد بهینه و جلوگیری از آسیب‌های طولانی‌مدت کمک کند. (۳۳، ۳۴). میلووسکی و همکاران اثرات توزیع بار تمرینی فصلی بر آمادگی جسمانی و وضعیت هورمونی بازیکنان فوتبال حرفه‌ای را بررسی کردند که یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد یک رژیم تمرینی با ساختار مناسب می‌تواند آمادگی جسمانی را بدون اثرات مضر ارتقاء دهد و با نیاز به کنترل دقیق بار تمرینی و استراتژی‌های بالقوه تغذیه ورزشی برای بهینه‌سازی عملکرد هماهنگ باشد (۳۵). یافته‌های کومیر و همکاران در توالی‌های تمرینی پیچیده و کنتراست نشان می‌دهد که روش‌های تمرینی متنوع توانایی این را دارند که تأثیر مثبتی بر قدرت و چابکی بگذارند که برای عملکرد فوتبال و فوتبال بسیار مهم هستند. ترکیب روش‌های تمرینی متنوع، زمانی که با استراتژی‌های تغذیه

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثرات هم افزایی رژیم‌های ورزشی مختلف و مصرف مکمل‌های ورزشی بر وضعیت التهابی و نشانگرهای سلامت که عمدتاً شامل نشانگرهای التهابی، استرس اکسیداتیو، آسیب عضلانی، عملکرد ورزشی، و سلامت عصبی بازیکنان فوتبال و فوتبال بود. یافته‌های ما نشان می‌دهد که روتین‌های ورزشی منظم و متعادل، همراه با مصرف مکمل‌های مناسب، می‌توانند به طور قابل‌توجهی التهاب را کاهش داده و سلامت کلی را افزایش دهند. غوطه‌وری در آب می‌تواند به کاهش التهابات ورزشی کمک کند. این روش به طور معمول برای درمان التهابات مفاصل و عضلات استفاده می‌شود. غوطه‌وری می‌تواند به تقویت سیستم عصبی مرکزی و بهبود جریان خون کمک کند، که می‌تواند به کاهش التهاب و درمان آسیب‌های ورزشی مفید باشد (۳۱، ۳۰). نقش مکمل‌های ورزشی در سلامت و عملکرد ورزشکاران بسیار حیاتی است و نمی‌توان از اهمیت آن چشم‌پوشی کرد. مطالعات گسترده‌ای نشان داده‌اند که مکمل‌هایی نظیر امگا ۳، ویتامین D، کورکومین و پروبیوتیک‌ها خواص ضدالتهابی قابل‌توجهی دارند. این مکمل‌ها با تقویت سیستم ایمنی بدن، کاهش فرآیندهای التهابی و کمک به کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از تمرینات شدید، عملکرد ورزشکاران را بهبود می‌بخشند. علاوه بر این، استفاده مناسب از این مکمل‌ها می‌تواند به کاهش خطر آسیب‌های ناشی از التهاب و بهبود بازدهی در طول مسابقات و تمرینات کمک کند. توجه به مصرف صحیح و مدیریت این مکمل‌ها تحت نظر متخصصین تغذیه و فیزیولوژی

- [1] Harty PS, Cottet ML, Malloy JK, Kerkick CM. Nutritional and supplementation strategies to prevent and attenuate exercise-induced muscle damage: a brief review. *Sports medicine-open*. 2019;5:1-17. DOI: 10.1186/s40798-018-0176-6
- [2] Griffin TM, Scanzello CR. Innate inflammation and synovial macrophages in osteoarthritis pathophysiology. *Clin Exp Rheumatol*. 2019;37 Suppl 120(5):57-63. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31621560/>
- [3] Ramishetti S, Landesman-Milo D, Peer D. Advances in RNAi therapeutic delivery to leukocytes using lipid nanoparticles. *J Drug Target*. 2016;24(9):780-6. DOI: 10.3109/1061186X.2016.1172587
- [4] Abarikwu K, Komara JS, Urumov A. The Case of the Red Extremities. *Clin Pract Cases Emerg Med*. 2022;6(1):83-4. <https://doi.org/10.5811/cpcem.2021.10.52891>
- [5] Gupta A, Singh PK, Xu AL, Bronheim RS, McDaniel CM, Aiyer AA. Turf Toe Injuries in the Athlete: an Updated Review of Treatment Options, Rehabilitation Protocols, and Return-to-Play Outcomes. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2023;16(11):563-74. DOI: 10.1007/s12178-023-09870-y
- [6] Katagiri H, Forster BB, Koga H, An JS, Adachi T, Derman W. Noteworthy Performance of Muscle-Injured Para-Athletes: A Study of Magnetic Resonance Imaging-Detected Muscle Injuries at the Tokyo 2020 Summer Paralympic Games. *Am J Phys Med Rehabil*. 2024;103(7):652-8. DOI: 10.1097/PHM.0000000000002367
- [7] Komici K, Verderosa S, D'Amico F, Parente A, Persichini L, Guerra G. The role of body composition on cardio-respiratory fitness in futsal competitive athletes. *Eur J Transl Myol*. 2023;33(3). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10583136/>
- [8] Pedrinelli A, de Castro Fernandes JV, Dorilêo Leite Filho CG, Marques de Almeida A, Lazzaretti Fernandes T, Hernandez AJ. Optimised return to play: high treatment success rate in core muscle injury with surgical release of the anterior tendon of the rectus abdominis muscle and proximal tenotomy of the adductor longus muscle. *J isakos*. 2024;9(1):16-24. DOI: 10.1016/j.jisako.2023.10.013
- [9] Auer S, Kubowitsch S, Süß F, Renkawitz T, Krutsch W, Dendorfer S. Mental stress reduces performance and changes

مناسب تکمیل شود، می‌تواند عملکرد ورزشی را بیشتر افزایش دهد. این امر ضرورت درک تأثیر روش‌های تمرینی مختلف بر شاخص‌های سلامت ورزشکاران را نمایان می‌کند (۳۶). همچنین طی مطالعه‌ای سوزوکی چنین گزارش کرد که تمرینات ورزشی و مکمل‌های ورزشی بر کاهش التهابات و افزایش شاخص‌های سلامت تأثیرات قابل توجهی دارد که با مطالعه حاضر همسو می‌باشد (۳۷). علاوه بر این ناناواتی و لیو طی مطالعات خود در مورد کورکومین اظهار داشتند که کورکومین یک مکمل غذایی است که به تنظیم سیکل‌های کور و کوربین در بدن کمک می‌کند که می‌تواند به کاهش، التهابات کمک کند که با مطالعات حاضر همسو می‌باشد (۳۲، ۳۸). همچنین پالیکاداوات و همکاران طی مطالعه‌ای گزارش کردند که در افراد مستعد با بیماری‌های زمینه‌ای، اغلب تشخیص داده نشده، ورزش ممکن است به شدت خطر حوادث قلبی عروقی را در طی و بلافاصله پس از فعالیت بدنی افزایش دهد (۳۹). که با مطالعه حاضر ناهم‌سوست و علت این ناهم‌سویی ممکن است به این دلیل باشد که منظور از این مسئله ورزش نامنظم باشد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به نکاتی مانند عدم بررسی ورزشکاران سایر رشته‌های ورزشی اشاره کرد که پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی تأثیر انواع تمرینات ورزشی در سایر رشته‌های ورزشی مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاکی از آن است که فعالیت‌های بدنی مانند تمرینات قدرتی و تمرینات هوشمند می‌توانند به کاهش التهابات و بهبود عملکرد قلبی و تنفسی کمک کنند. همچنین، مصرف مکمل‌های ورزشی مانند ویتامین‌ها، میکروترياکس، و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌تواند به تسکین التهابات و بهبود سلامت کلی ورزشکاران کمک کند. با این حال، باید دقت داشت که تمرینات و مصرف مکمل‌ها باید تحت نظر فیزیولوژیست ورزشی و مشاور تغذیه انجام شود تا از بروز انواع آسیب‌ها و سایر مشکلات پیشگیری شود.

تشکر و قدردانی:

از تمامی کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

منابع

- football players. *Research in Exercise Nutrition*. 2024:-
DOI:10.22034/ren.2024.140212.1043
- [19] Stankiewicz B, Cieślicka M, Mieszkowski J, Kochanowicz A, Niespodziński B, Szwarc A, et al. Effect of supplementation with black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extract on inflammatory status and selected markers of iron metabolism in young football players: A randomized double-blind trial. *Nutrients*. 2023;15(4):975.DOI: 10.3390/nu15040975
- [20] Souglis A, Bourdas DI, Gioldasis A, Ispirlidis I, Philippou A, Zacharakis E, et al. Time Course of Performance Indexes, Oxidative Stress, Inflammation, and Muscle Damage Markers after a Female Futsal Match. *Sports*. 2023;11(7):127. ;<https://doi.org/10.3390/sports11070127>
- [21] mahmoudi h, Eslami R, BASSAMI M. The effect of HMB-FA supplementation on inflammatory markers of soccer players during a two-race microcycle. *Sport Physiology*. 2023;15(59):41-58. DOI:10.22089/spj.2022.12933.2196
- [22] Varamenti E, Beattie C, Tod D, Bommasamudram T, Savoia C, Pullinger SA. Acute and long-term variations in variables related to redox, inflammation and hormonal status in male football players: a systematic review and recommendations. *Journal of Orthopaedics and Sports Medicine*. 2022;4(4):246-62. DOI: 10.26502/josm.511500062
- [23] Mullins VA, Graham S, Cummings D, Wood A, Ovando V, Skulas-Ray AC, et al. Effects of fish oil on biomarkers of axonal injury and inflammation in American football players: a placebo-controlled randomized controlled trial. *Nutrients*. 2022;14(10):2139.DOI: 10.3390/nu14102139
- [24] Rosidi A, Ayuningtyas A, Dewi L. The potential of Curcuma extract to alleviate muscle damage in amateur soccer players. *Slovak Journal of Food Sciences*. 2022;16. DOI:<https://doi.org/10.5219/1787>
- [25] Pourrahim Ghouroghchi A, Ahmadzadeh A, Afroundeh R. The effect of 8-weeks of resistance training and cold water immersion on muscle damage and inflammation responses following acute resistance training in futsal players men. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2021;9(17):32-45. <https://doi.org/10.22077/jpsbs.2020.3017.1533>
- musculoskeletal loading in football-related movements. *Sci Med Footb*. 2021;5(4):323-9. DOI: 10.1080/24733938.2020.1860253
- [10] Calella P, Cerullo G, Di Dio M, Liguori F, Di Onofrio V, Gallè F, Liguori G. Antioxidant, anti-inflammatory and immunomodulatory effects of spirulina in exercise and sport: A systematic review. *Front Nutr*. 2022;9:1048258. DOI: 10.3389/fnut.2022.1048258
- [11] Tanabe Y, Fujii N, Suzuki K. Dietary Supplementation for Attenuating Exercise-Induced Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness in Humans. *Nutrients*. 2021;14(1).DOI: 10.3390/nu14010070
- [12] Kanthajan T, Pandey M, AlQassab O, Sreenivasan C, Parikh A, Francis AJ, Nwosu M. The Impact of Exercise on C-reactive Protein Levels in Hypertensive Patients: A Systematic Review. *Cureus*. 2024;16(9):e68821. DOI: 10.7759/cureus.68821
- [13] Zhu Z, Wu H, Li L, Jia M, Li D. Effects of diverse resistance training modalities on performance measures in athletes: a network meta-analysis. *Front Physiol*. 2024;15:1302610. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1302610>
- [14] Rawson ES, Miles MP, Larson-Meyer DE. Dietary Supplements for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;28(2):188-99.DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0340
- [15] Yalçın Bahat P, Ayhan I, Üreyen Özdemir E, İnceboz Ü, Oral E. Dietary supplements for treatment of endometriosis: A review. *Acta Biomed*. 2022;93(1):e2022159. DOI: 10.23750/abm.v93i1.11237
- [16] Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*. 1998;52(6):377-84 DOI: 10.1136/jech.52.6.377
- [17] Tanabe Y, Kondo E, Sagayama H, Shimizu K, Yasumatsu M, Nakamura D, et al. Impact of curcumin supplementation on exercise performance and muscle damage after a soccer match: a double-blind placebo-controlled cross-over study. *European Journal of Applied Physiology*. 2024;1-10. DOI: 10.1007/s00421-024-05429-y
- [18] Khani M, Piralaiy E, Ahmadzadeh Y. The effect of the consumption of tartaric acid on some inflammatory indicators, muscle damage and anaerobic capacity of young

- [35] Miloski B, de Freitas VH, Nakamura FY, de A Nogueira FC, Bara-Filho MG. Seasonal training load distribution of professional futsal players: effects on physical fitness, muscle damage and hormonal status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(6):1525-33. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001270
- [36] Cormier P, Freitas TT, Rubio-Arias JÁ, Alcaraz PE. Complex and Contrast Training: Does Strength and Power Training Sequence Affect Performance-Based Adaptations in Team Sports? A Systematic Review and Meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(5):1461-79. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003493
- [37] Suzuki K. Recent Progress in Applicability of Exercise Immunology and Inflammation Research to Sports Nutrition. *Nutrients*. 2021;13(12). DOI: 10.3390/nu13124299
- [38] Nanavati K, Rutherford-Markwick K, Lee SJ, Bishop NC, Ali A. Effect of curcumin supplementation on exercise-induced muscle damage: a narrative review. *Eur J Nutr*. 2022;61(8):3835-55. DOI: 10.1007/s00394-022-02943-7
- [39] Pallikadavath S, Walters GM, Kite TA, Graham-Brown M, Ladwiniec A, Papadakis M, et al. Exercise, inflammation and acute cardiovascular events. *Exerc Immunol Rev*. 2022;28:93-103. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35671219/>
- [26] Ahmadzadeh A, Pourrahim-Ghouroghchi A, Afroundeh R. The effect of 8 weeks of curcumin supplementation consumption on muscle injury and inflammatory response following an acute strength activity in male futsal players. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2021;25(1):743-51. <http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-4132-en.html>
- [27] Ahmadzadeh A, Pourrahim Ghouroghchi A, Afroundeh R. The Effect of Eight Weeks of Resistance Training-Cold Water Immersion and Curcumin Supplementation on Muscle Injury and Inflammatory Response Following Acute Strength Activity in Futsal Players Men. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*. 2021;20(4):533-50. <http://jarums.arums.ac.ir/article-1-2010-en.html>
- [28] Adikari A, Appukutty M, Kuan G. Effects of daily probiotics supplementation on anxiety induced physiological parameters among competitive football players. *Nutrients*. 2020;12(7):1920. doi: 10.3390/nu12071920
- [29] Parsaie N, Ghavamzadeh S, Cheraghi M. Effects of cholecalciferol supplementation on inflammatory markers and muscle damage indices of soccer players after a simulated soccer match. *Nutrition*. 2019;59:37-43. DOI: 10.1016/j.nut.2018.06.028
- [30] Malve HO. Sports Pharmacology: A Medical Pharmacologist's Perspective. *J Pharm Bioallied Sci*. 2018;10(3):126-36. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS_229_17
- [31] Torres-Ronda L, Del Alcázar XS. The Properties of Water and their Applications for Training. *J Hum Kinet*. 2014;44:237-48. DOI: 10.2478/hukin-2014-0129
- [32] Liu Q, Wang C, Guo X, Du Q, Keshavarzi M. Curcumin and its nano-formulations combined with exercise: From molecular mechanisms to clinic. *Cell Biochem Funct*. 2024;42(4):e4061. DOI: 10.1002/cbf.4061
- [33] Hu J, Wang Y, Ji X, Zhang Y, Li K, Huang F. Non-Pharmacological Strategies for Managing Sarcopenia in Chronic Diseases. *Clin Interv Aging*. 2024;19:827-41. DOI: 10.2147/CIA.S455736
- [34] Theodorakis Y, Hassandra M, Panagiotounis F. Enhancing Substance Use Disorder Recovery through Integrated Physical Activity and Behavioral Interventions: A Comprehensive Approach to Treatment and Prevention. *Brain Sci*. 2024;14(6). DOI: 10.3390/brainsci14060534

تأثیر مکمل‌یاری منیزیم بر عملکرد ورزشی و ایمنی در دانشجویان فعال

وحید طالبی[✉]، میلاد معدنچی‌ها^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۱

چکیده

هدف: منیزیم نقش حیاتی در عملکرد ورزشی و سیستم ایمنی دارد و کمبود آن ممکن است تأثیرات منفی بر این پارامترها داشته باشد. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر مصرف مکمل منیزیم بر عملکرد ورزشی و ایمنی در دانشجویان فعال انجام شد.

روش شناسی: این مطالعه نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون روی ۱۶ دانشجوی مرد فعال انجام شد که به‌صورت تصادفی در دو گروه مکمل منیزیم و شبه‌دارو (هر کدام ۸ نفر) تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان به مدت ۱۴ روز، روزانه ۳۵۰ میلی‌گرم مکمل یا شبه‌دارو مصرف کردند. پیش و پس از مداخله، نمونه‌گیری خون و ادرار برای اندازه‌گیری سطوح منیزیم و سلول‌های ایمنی انجام شد. همچنین، عملکرد بی‌هوازی با آزمون رست ارزیابی شد. داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک و تحلیل کوواریانس در SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: بر اساس آزمون کوواریانس، بین دو گروه مکمل و شبه‌دارو، در سطوح منیزیم ادراری و تعداد WBC تفاوت معناداری مشاهده شد ($p < 0.05$). اما در درصد زیرگروه‌های لکوسیتی (نوتروفیل، بازوفیل، ائوزینوفیل، مونوسیت و لنفوسیت) تفاوت معناداری وجود نداشت ($P > 0.05$). همچنین، میانگین توان بی‌هوازی بین دو گروه اختلاف معناداری نشان داد ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان می‌دهد مکمل‌یاری منیزیم می‌تواند تأثیرات قابل‌توجهی بر افزایش سطح منیزیم ادراری، بهبود برخی شاخص‌های ایمنی و افزایش توان بی‌هوازی در دانشجویان فعال داشته باشد. با این حال، اثرات منیزیم بر ایمنی و عملکرد ورزشی ممکن است به وضعیت پایه منیزیم فرد و دوز مصرفی بستگی داشته باشد. بنابراین، برای دستیابی به نتایج بهینه، ضروری است که مکمل منیزیم به صورت فردی و با توجه به نیازهای خاص هر فرد تجویز شود.

واژگان کلیدی: منیزیم، مکمل غذایی، عملکرد ورزشی، سیستم ایمنی

۱- استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

۲- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

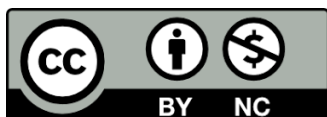
vahidtalebi99@maragheh.ac.ir

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان

شاپای الکترونیکی: ۸۹۶۰-۲۹۸۰

نوع دسترسی: آزاد

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143604.1088>



Copyright ©The authors

ارجاع دهی:

Talebi V, Madanchiha M. The effect of magnesium supplementation on athletic performance and immunity in athletes. **Research in Exercise Nutrition.** 2025;3(3):37-48, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143604.1088>



The Effect of Magnesium Supplementation on Athletic Performance and Immunity in Active Students

Vahid Talebi^{✉1}, Milad Madanchi²

Received: 2025/02/02

Accepted: 2025/02/19

Abstract

Aim: Magnesium plays a vital role in athletic performance and immune function, and its deficiency may negatively impact these parameters. This study aimed to investigate the effect of magnesium supplementation on athletic performance and immunity in Active Students.

Method: This semi-experimental study, using a pre- and post-test design, was conducted on 16 active male university students who were randomly divided into two groups: a magnesium supplement group and a placebo group (8 participants in each group). Participants consumed 350 mg of supplement or placebo daily for 14 days. Blood and urine samples were collected before and after the intervention to measure magnesium levels and immune cells. Anaerobic performance was assessed using the Wingate anaerobic test. Data were analyzed using the Shapiro-Wilk test and analysis of covariance (ANCOVA) in SPSS.

Results: According to the ANCOVA, a significant difference was observed between the supplement and placebo groups in urinary magnesium levels and WBC count ($p < 0.05$). However, no significant difference was found in the percentage of leukocyte subpopulations (neutrophils, basophils, eosinophils, monocytes, and lymphocytes) ($p > 0.05$). Furthermore, a significant difference was observed in mean anaerobic power between the two groups ($p < 0.05$).

Conclusion: This study indicates that magnesium supplementation can significantly increase urinary magnesium levels, improve certain immune markers, and enhance anaerobic power in athletes. However, the effects of magnesium on immunity and athletic performance may depend on the individual's baseline magnesium status and the dosage. Therefore, for optimal results, magnesium supplementation should be individualized based on each individual's specific needs.

Keywords: Magnesium, Dietary Supplement, Athletic Performance, Immune System

1) Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Sciences, Faculty of Humanities, Maragheh University, Maragheh, Iran

2) PhD student in sports physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

✉ Corresponding author:

vahidtalebi99@maragheh.ac.ir

ISSN: 2980-8960

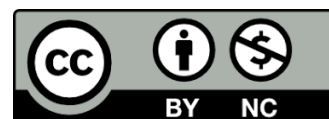
All rights of this article are reserved for Authors.

Owner and Publisher: University of Kurdistan

Journal ISSN (online): 2980-8960

Access Type: Open Access

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143604.1088>



Copyright ©The authors

Citation:

Talebi V, Madanchi M. The effect of magnesium supplementation on athletic performance and immunity in athletes. *Research in Exercise Nutrition*. 2025;3(3):37-48, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143604.1088>.

مقدمه

منیزیم^۱ (Mg) دومین کاتیون فراوان درون سلول‌های بدن پس از پتاسیم و چهارمین عنصر فراوان در بدن انسان است ($\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^{+} > \text{K}^{+}$). در زمان تولد، بدن انسان دارای محتوای اولیه منیزیم به میزان ۷۶۰ میلی‌گرم است که سپس در حدود ۴ تا ۵ ماهگی به تقریباً ۵ گرم افزایش می‌یابد. مقدار کل Mg^{2+} در بدن بین ۲۰ تا ۲۸ گرم متغیر است. بیشتر Mg^{2+} در بدن انسان، که بیش از ۹۹٪ از کل مقدار آن را شامل می‌شود، درون فضای سلولی قرار دارد. محل اصلی ذخیره‌سازی آن سیستم اسکلتی/استخوان‌ها است که تقریباً ۵۰ تا ۶۵٪ از کل Mg^{2+} بدن را تشکیل می‌دهد. به همراه کلسیم و فسفر، Mg^{2+} به ترکیب ساختاری اسکلت کمک می‌کند. علاوه بر این، Mg^{2+} در بافت‌های عضلانی، بافت‌های نرم و اندام‌ها توزیع شده و تقریباً ۳۴ تا ۳۹٪ از کل Mg^{2+} بدن را شامل می‌شود. برعکس، بخش کوچکی از Mg^{2+} ، کمتر از ۱ تا ۲٪، در جریان خون و مایعات خارج سلولی وجود دارد (۱). منیزیم به عنوان یک کوفاکتور حیاتی در طیف وسیعی از فرآیندهای بیولوژیکی، شامل بیش از ۶۰۰ فعالیت، عمل می‌کند. این فعالیت‌ها شامل تنظیم «پیشرفت چرخه سلولی، تمایز و آپوپتوز» است. علاوه بر این، منیزیم نقش ساختاری در اسیدهای نوکلئیک ایفا می‌کند و توانایی تشکیل کمپلکس با ترکیبات منفی بار مانند فسفات‌ها را دارد (۲). منیزیم در فرآیندهای بیوشیمیایی مختلفی از جمله فسفوریلاسیون اکسیداتیو، تولید انرژی، سنتز پروتئین و اسید نوکلئیک و گلیکولیز نقش دارد (۳، ۴). این یون بنیادی همچنین بر تحریک‌پذیری نورون‌ها، کاهش عملکرد عضلانی و حفظ ضربان منظم قلب از طریق حمل و نقل فعال سایر یون‌ها در غشای سلولی تأثیر می‌گذارد (۵). طبق یک مطالعه اخیر که توسط محققان دانشگاه بازل انجام شده است، مشخص شده که سلول‌های ایمنی T، که نقش حیاتی در مبارزه با سلول‌های سرطانی و عوامل عفونی دارند، برای شناسایی مؤثر، فعال‌سازی پاسخ و از بین بردن پاتوژن‌ها به مقدار کافی منیزیم نیاز دارند (۶). برخی از جمعیت‌ها، مانند ورزشکاران و سالمندان، ممکن است در شرایط خاص، به ویژه در حضور کمبود منیزیم، با سیستم ایمنی تضعیف شده مواجه شوند (۷، ۸).

شناسایی مقدار یون‌های موجود در میکرو محیط به عنوان یک عامل حیاتی در تنظیم پاسخ‌های ایمنی شناخته شده است. Mg تأثیر قابل توجهی بر پاسخ ایمنی در هر دو سیستم ایمنی ذاتی و اکتسابی دارد (۹). تولید ایمونوگلوبولین با یک کوفاکتور حیاتی تسهیل می‌شود (۱۰). منیزیم همچنین برای سنتز و توزیع ویتامین D که نقش مهمی در پاسخ ایمنی علیه پاتوژن‌های ویروسی ایفا می‌کند، ضروری است (۱۱). تنظیم و حمل و نقل منیزیم آزاد درون سیتوزول سلول‌های ایمنی توسط خانواده حامل‌های محلول، که شامل ناقل منیزیم ۱ (MAGT1) است، تسهیل می‌شود (۱۲). روایت مربوط به تعامل بین منیزیم و سیستم ایمنی در نیمه دوم قرن بیستم شکل گرفت (۱۳).

منیزیم نقش کلیدی و چندوجهی در تنظیم عملکرد سیستم ایمنی ایفا می‌کند. این عنصر از یک سو با تنظیم پاسخ مرحله حاد و بهبود عملکرد ماکروفاژها، نقش مهمی در کنترل فرآیندهای التهابی دارد (۱۴، ۱۵)، و از سوی دیگر می‌تواند از طریق مکانیسم‌هایی نظیر تسهیل اتصال ماده P به لنفوبلاست‌ها، افزایش پاسخ سلول‌های کمکی T، سلول‌های B و ماکروفاژها به لنفوکین‌ها، و ارتقاء چسبندگی و سیتولیز وابسته به آنتی‌بادی، به طور مستقیم بر فعالیت سلول‌های ایمنی تأثیر بگذارد (۱۴). افزون بر این، منیزیم به عنوان یک کوفاکتور برای سنتز C'3 کانورتاز و ایمونوگلوبولین‌ها عمل می‌کند که اهمیت آن را در فرآیندهای ایمنی بیشتر آشکار می‌سازد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که مصرف مکمل‌های منیزیم قادر است تولید سیتوکین‌ها را در مونسیت‌ها پس از تحریک گیرنده‌های نوع Toll^۳ (TLRs) کاهش دهد؛ فرآیندی که با افزایش سطح $\text{IkB}\alpha$ همراه است و در نهایت منجر به مهار مسیر فعال‌سازی فاکتور هسته‌ای NF- κB می‌شود (۱۴). ورزشکاران به دلیل تمرینات شدید و استرس فیزیولوژیکی ناشی از آن، در معرض تضعیف موقت عملکرد ایمنی قرار دارند (۱۶، ۱۷). تمرینات شدید می‌توانند موجب افزایش التهاب (۱۸)، استرس اکسیداتیو (۱۹) و سرکوب سیستم ایمنی شوند که این امر، آن‌ها را مستعد عفونت‌ها و بیماری‌های مرتبط با ضعف ایمنی می‌کند (۲۰، ۲۱). با این حال، اگرچه مطالعاتی به تأثیر منیزیم بر عملکرد ایمنی در جمعیت عمومی اشاره کرده‌اند، شکاف علمی قابل توجهی در بررسی اثرات مکمل‌گیری منیزیم بر سیستم ایمنی ورزشکاران وجود دارد. این

^۲ Mg transporter 1 (MAGT1)

^۳ Toll-Like Receptors (TLRs)

^۱ Magnesium (Mg)

پژوهش به دنبال پاسخ به این پرسش اساسی است که آیا مصرف مکمل منیزیم می تواند باعث بهبود عملکرد ایمنی در ورزشکاران شود و چگونه این اثرات در مقایسه با افرادی که مکمل دریافت نمی کنند، تفاوت دارد؟ آیا این مکمل می تواند روی عملکرد ورزشی موثر باشد؟ از این رو هدف از این مطالعه بررسی تاثیر مکمل یاری منیزیم بر عملکرد ورزشی و عملکرد ایمنی در دانشجویان فعال بود.

روش شناسی:

این پژوهش به صورت نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با هدف کاربردی اجرا و با کد بالینی IRCT2018123038481N1 ثبت شده است. نمونه آماری شامل ۱۶ دانشجوی مرد فعال بود که به صورت در دسترس و داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. تمامی شرکت کنندگان فاقد آسیب در عضلات اندام تحتانی و مفاصل بودند و فرم رضایت نامه آگاهانه را پیش از شرکت در پژوهش امضا کردند. همچنین جهت بررسی سابقه بیماری خاص از پرسشنامه سلامت پزشکی استفاده شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن سابقه مصرف مکمل منیزیم، عدم استعمال دخانیات، نبود سابقه بیماری های قلبی، اختلالات کبدی و تیروئیدی، و عدم حساسیت های پوستی بود. برای ارزیابی الگوی مصرف غذایی شرکت کنندگان، از پرسشنامه بسامد غذایی سه روزه استفاده شد. در این ابزار، شرکت کنندگان موظف بودند میزان و نوع مواد غذایی مصرفی خود را طی سه روز متوالی، شامل دو روز عادی و یک روز تعطیل، به طور دقیق ثبت نمایند. اطلاعات ثبت شده شامل وعده های غذایی اصلی، میان وعده ها، نوشیدنی ها و مکمل های مصرفی بود. همچنین، عدم مصرف هرگونه مکمل غذایی در زمان مشخص به عنوان معیار خروج از مطالعه در نظر گرفته شد. علاوه بر این، شرکت کنندگان باید در سه ماه گذشته حداقل سه روز در هفته و روزانه ۳۰ دقیقه فعالیت ورزشی منظم داشته باشند (۲۲). در نهایت، آزمودنی ها به صورت تصادفی و با روش دوسوکور در دو گروه مکمل (۸ نفر) و شبه دارو (۸ نفر) تقسیم شدند.

مقدار مکمل و شبه دارو برابر با ۳۵۰ میلی گرم بود که در کپسول هایی با رنگ و طعم مشابه برای حفظ شرایط یکسان تهیه شد. این کپسول ها به مدت ۱۴ روز، هر روز پیش از وعده شام، در اختیار آزمودنی ها قرار گرفتند (۲۳). در این تحقیق دو بار خونگیری

(قبل از مکمل گیری و بعد از ۱۴ روز مکمل گیری) به عمل آمد که هر بار CC5 خون از ورید پیش بازویی از دست راست آزمودنی ها به صورت ناشتا توسط تکنسین آزمایشگاه گرفته شد. همچنین ادرار آزمودنی ها در طی دو مرحله جهت اندازه گیری سطوح منیزیم ادرار به صورت ناشتا جمع آوری شد. سطوح گلبول ها سفید، نوتروفیل، بازوفیل، ائوزینوفیل، مونوسیت و لنفوسیت ها با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ یونیورسال و هیتاچی ۹۱۷ ساخت Roch آلمان مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از اتمام خونگیری و انتقال به آزمایشگاه، برای جداسازی پلاسما از خون تام، نمونه ها با ۱۸۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد.

آزمون رست در دو مرحله، یکبار پیش از شروع مکمل گیری و مجدداً پس از ۱۴ روز مصرف مکمل، مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمودنی ها پیش از آغاز آزمون، به مدت ۱۰ دقیقه به انجام حرکات گرم کردنی پویا پرداختند. برای ثبت زمان اجرای آزمون، از کرنومتر استفاده شد. در این روش، دو نقطه اندازه گیری در ابتدا و انتهای مسیر ۳۵ متری تعیین شد. آزمودنی ها در هر تکرار در فاصله ای معین (۷۶ سانتی متر) از خط شروع قرار گرفتند و با شنیدن سیگنال صوتی، با حداکثر سرعت اقدام به دویدن کردند. ثبت زمان به گونه ای تنظیم شده بود که شمارش تنها پس از عبور آزمودنی از نقطه آغاز فعال شده و با رسیدن وی به انتهای مسیر، متوقف شود. این روش به منظور حذف زمان واکنش و افزایش دقت اندازه گیری به کار گرفته شد. شاخص میانگین توان در هر دو آزمون رست متوالی محاسبه شد (۲۴).

۳(زمان سریعترین تکرار $\div 1225 \times$ وزن (کیلوگرم)) = توان
به ثانیه)

روش آماری

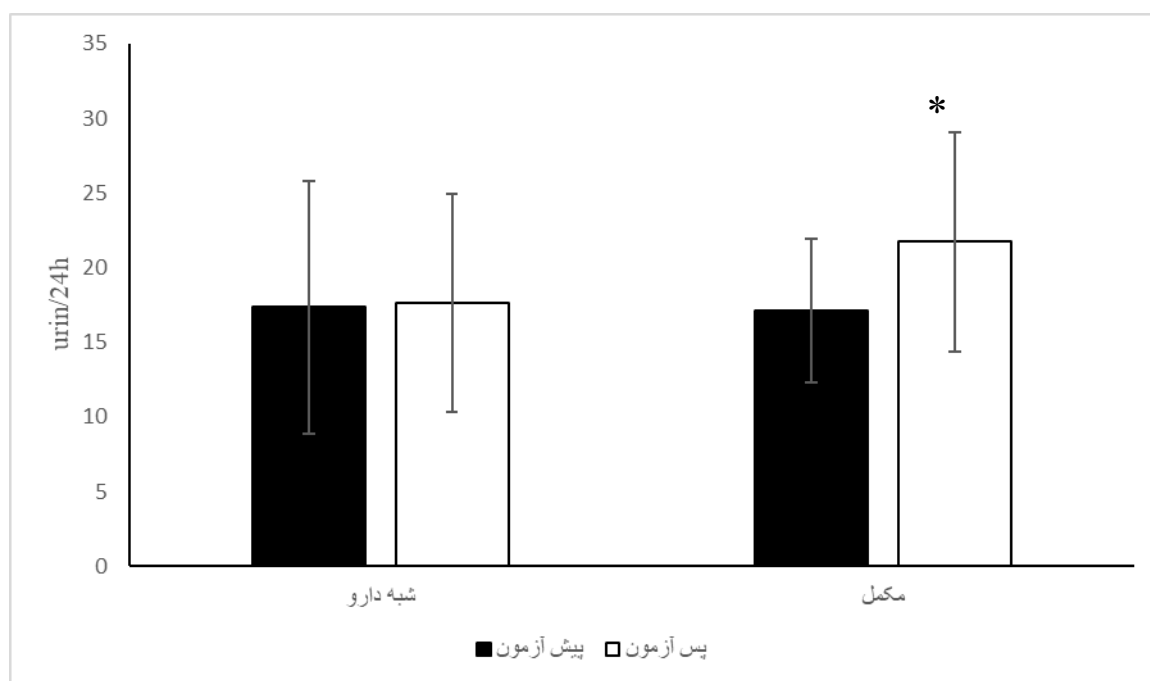
برای تجزیه و تحلیل داده ها، به منظور اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیروویلک و از روش آماری کوواریانس جهت بررسی تفاوت میانگین بین دو گروه استفاده شد ($p < 0.05$). محاسبات با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

یافته ها:

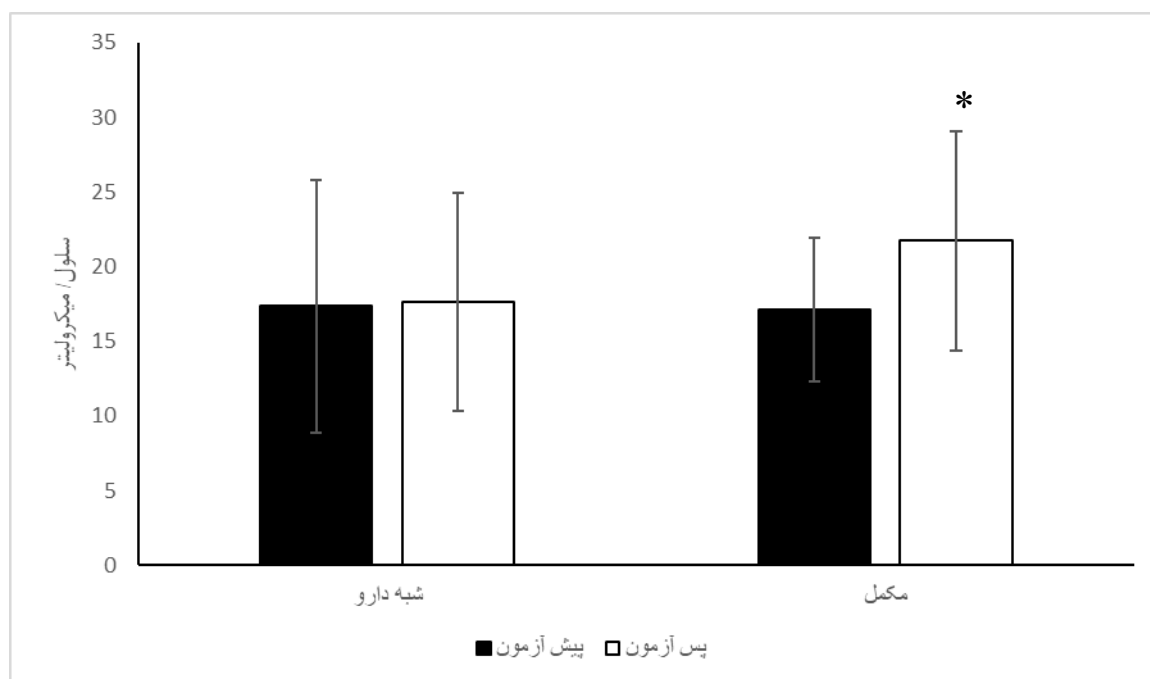
درصد لکوسیتها با بررسی آزمون کوواریانس در رابطه با درصد سطوح نوتروفیل ($F=0.050$, $P=0.826$)، بازوفیل ($F=2.383$)، مونوسیت ($P=0.147$)، ائوزینوفیل ($F=2.085$, $P=0.172$)، و لنفوسیتها ($F=2.027$, $P=0.178$) و لنفوسیتها ($F=0.025$, $P=0.876$) تفاوت معناداری نشان داده نشد (جدول ۲).

جدول ۱ مشخصات آنترپومتري آزمودنی‌ها

گروه	سن (year)	وزن (kg)	قد (cm)	شاخص توده بدنی (kg.m^2)
مکمل	21.37 ± 1.60	74.37 ± 8.24	178.75 ± 8.43	23.26 ± 1.66
شبه دارو	22.12 ± 1.72	67.87 ± 7.79	177.25 ± 6.40	21.53 ± 1.51



شکل ۱ تغییرات سطوح منیزیم ادرار در گروه های مورد مطالعه، * تفاوت معناداری در مقایسه با گروه شبه دارو ($P<0.05$).

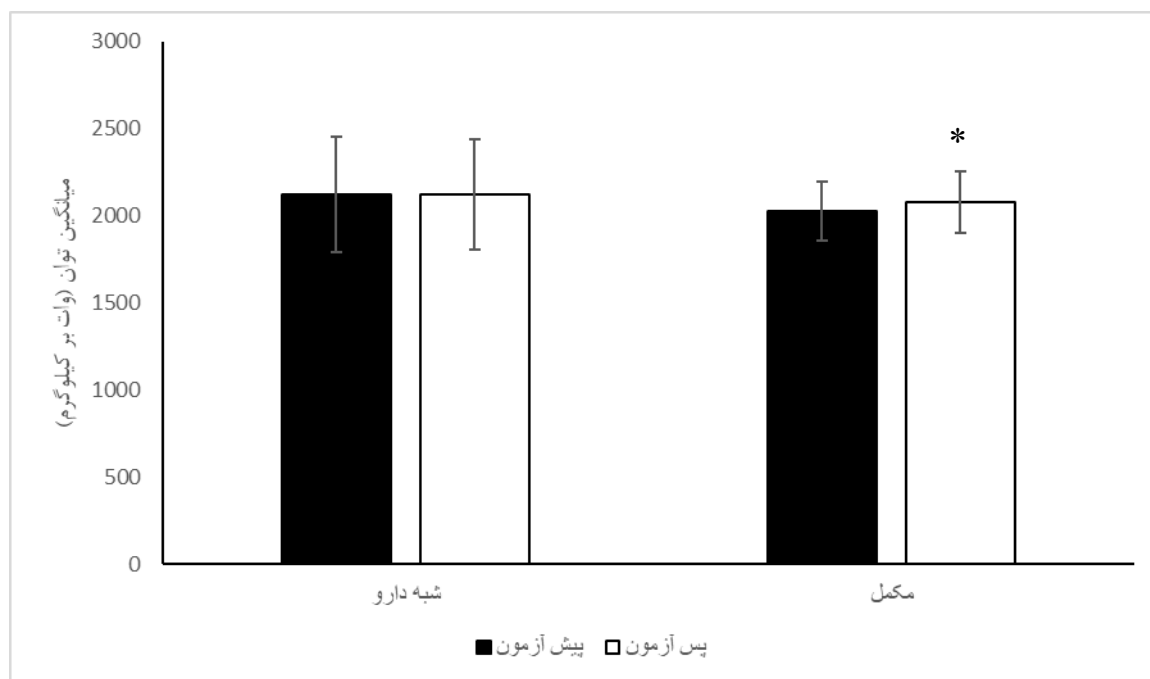


شکل ۲ تغییرات سطوح گلبول سفید در گروه‌های مورد مطالعه، * تفاوت معناداری در مقایسه با گروه شبه دارو ($P < 0.05$).

جدول ۲ درصد لکوسیت‌های گروه‌های مورد مطالعه

لنفوسیت‌ها	مونوسیت‌ها	آنوزینوفیل‌ها	بازوفیل‌ها	نوتروفیل‌ها	مرحله	
$29/75 \pm 9/10$	$6/83 \pm 3/79$	$3/27 \pm 1/70$	$0/41 \pm 0/20$	$49/03 \pm 13/55$	Pre	مکمل
$28/20 \pm 12/03$	$9/07 \pm 2/94$	$3/92 \pm 1/91$	$0/48 \pm 0/25$	$57/87 \pm 10/35$	Post	
$34/85 \pm 7/36$	$7/91 \pm 1/65$	$2/81 \pm 1/35$	$0/42 \pm 0/16$	$54 \pm 8/20$	Pre	شبه دارو
$43/96 \pm 8/63$	$7/70 \pm 3/16$	$2/03 \pm 1/17$	$0/35 \pm 0/09$	$44/95 \pm 8/76$	Post	

نتایج حاصل از آزمون کوواریانس در رابطه با میانگین توان نشان داد بین دو گروه اختلاف معناداری وجود دارد ($F=27/949$ ، $P=0.001$) (شکل ۳).



شکل ۳ تغییرات میانگین توان در گروه های مورد مطالعه، * تفاوت معناداری در مقایسه با گروه شبه دارو ($P < 0.05$).

منیزیم پلاسما ثابت می ماند (۲۸). هرچند عادات غذایی آزمودنی ها در مطالعه حاضر کنترل شد. افزایش دفع منیزیم از طریق ادرار با تنظیم منیزیم اضافی جذب شده توسط کلیه ها اتفاق می افتد (۲۹). مکمل منیزیم به طور قابل اعتمادی سطح منیزیم ادراری را افزایش می دهد، که منعکس کننده جذب آن و عملکرد کلیوی است. این اثر در افرادی با سطوح پایه پایین یا زمانی که دوزهای بالاتر تجویز می شود، آشکارتر است.

مطالعه حاضر نشان داد مصرف مکمل منیزیم موجب افزایش شمار گلبول های سفید شد، اما تغییری در زیرگروه های لکوسیتی (نوتروفیل ها، بازوفیل ها، ائوزینوفیل ها، مونوسیت ها و لنفوسیت ها) ایجاد نکرد. این نتیجه دارای تناقض مفهومی است، چرا که گلبول های سفید معادل لکوسیت ها هستند. شواهد علمی بیانگر آن است که تأثیر منیزیم بر لکوسیت ها متغیر و وابسته به سطح پایه آن هاست؛ به طوری که کمبود منیزیم می تواند به افزایش شمار کلی لکوسیت ها و تغییر در زیرگروه های خاص آن ها منجر شود. همچنین، پاسخ لکوسیتی به مکمل منیزیم بسته به دوز، شرایط فیزیولوژیک و نوع زیرگروه مورد بررسی متفاوت است. شمارش تفکیکی لکوسیت ها نقش تشخیصی مهمی در ارزیابی وضعیت های عفونی، التهابی و ایمنی دارد. این پارامترها به طور معمول در تنظیمات بالینی برای ارزیابی وضعیت سیستم ایمنی و نظارت بر پیشرفت بیماری اندازه گیری می شوند (۳۰، ۳۱). نسبت نوتروفیل به

بحث

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر مکمل یاری منیزیم بر عملکرد ورزشی و ایمنی در دانشجویان فعال بود. یکی از یافته های این مطالعه نشان داد که مصرف مکمل منیزیم باعث افزایش معنادار سطح منیزیم در ادرار شد، که نشان دهنده جذب مؤثر و دفع کلیوی آن است. این نتیجه با مطالعه پنیستون و همکاران (۲۰۲۴) همسو است؛ آن ها گزارش کردند که در افراد با منیزیم ادراری پایین (کمتر از ۷۰ میلی گرم در روز)، مصرف مکمل منیزیم با دوز ۲۵۰ تا ۵۰۰ میلی گرم در روز موجب افزایش چشمگیر منیزیم ادراری می شود، بیشتر از آنچه تنها از طریق رژیم غذایی حاصل می گردد. همچنین، احتمال رسیدن به سطح مطلوب منیزیم ادراری (≥ 70 میلی گرم در روز) در مصرف کنندگان مکمل بیشتر بود (۲۵). زمانی و همکاران (۲۰۲۲) طی یک متاآنالیز کارآزمایی های تصادفی سازی و کنترل شده نشان دادند مکمل های منیزیم غلظت منیزیم ادراری را با اختلاف میانگین وزنی ۱/۹۹ میلی گرم در دسی لیتر در مقایسه با گروه شاهد افزایش می دهد، که نشان دهنده اثرات ثابت در مطالعات است (۲۶). بنابراین به نظر می رسد دوز مصرفی، کمبود پایه منیزیم و تغییر روزانه می تواند در افزایش دفع مؤثر باشد. دوزهای بالاتر یا اشکال خاص منیزیم (مانند $MgCl_2$) منجر به افزایش شدیدتر منیزیم ادرار می شود (۲۵، ۲۷). همچنین افرادی که سطح منیزیم پایه پایین تری دارند، افزایش بیشتری در دفع ادرار به دنبال مصرف مکمل نشان می دهند (۲۵). دفع منیزیم ادراری در طول روز متفاوت است، احتمالاً تحت تأثیر مصرف رژیم غذایی و تنظیم کلیوی است، اگرچه

لنفوسیت^۴ (NLR) به طور خاص به عنوان یک نشانگر التهابی مهم ظاهر شده است که می تواند تحت تأثیر مداخلات مختلف از جمله مکمل منیزیم قرار گیرد (۳۲). این مقدار در گروه مکمل از ۱/۶۴ در مرحله پیش آزمون به ۱/۵۱ در مرحله پس آزمون کاهش پیدا کرد. افزایش این نسبت معمولاً با شرایط التهابی، استرس فیزیولوژیکی یا بیماری های مزمن همراه است، در حالی که کاهش آن می تواند نشان دهنده بهبود وضعیت التهابی باشد. ناهمسو با نتایج مطالعه حاضر، مطالعه دیمیتراشیونویچ و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند کمبود شدید منیزیم (رژیم های غذایی حاوی تنها ۳۰ ppm Mg) تعداد کل لکوسیت ها را به طور قابل توجهی افزایش داد. علاوه بر این، این کمبود به طور خاص تعداد لنفوسیت ها، نوتروفیل ها، مونوسیت ها و ائوزینوفیل ها را افزایش داد و نشان داد وضعیت منیزیم هم بر تعداد کل و هم بر تعداد گلبول های سفید خون تأثیر می گذارد (۳۲). یافته ها حاکی از آن است که منیزیم نقش تنظیمی در تولید و گردش لکوسیت ها ایفا می کند. در مطالعه حاضر، عدم مشاهده تغییرات معنادار در سطوح زیرگروه های لکوسیتی (از جمله لنفوسیت ها، نوتروفیل ها، مونوسیت ها و ائوزینوفیل ها) ممکن است به وضعیت مناسب منیزیم در ورزشکاران شرکت کننده یا به دوز مصرفی مکمل مرتبط باشد. بنابراین، در بررسی کاربرد مکمل منیزیم برای تعدیل عملکرد ایمنی، لازم است وضعیت پایه منیزیم، شرایط سلامت زمینه ای و اهداف درمانی هر فرد به دقت در نظر گرفته شود. این موضوع بر اهمیت رویکردهای فردمحور در تجویز مکمل منیزیم، به ویژه با توجه به گزارش های متناقض در مورد تأثیر آن بر شاخص های ایمنی در مطالعات مختلف تأکید دارد (۱۴، ۱۵، ۳۲، ۳۳). تحقیقات آینده باید بر روشن کردن روابط دوز-پاسخ بین مکمل منیزیم و پارامترهای لکوسیت خاص در جمعیت های مختلف و وضعیت های بیماری تمرکز کند. مطالعات بیشتری برای تعیین پروتکل های مکمل بهینه برای هدف قرار دادن پیامدهای ایمنی خاص و درک بهتر مکانیسم های مولکولی زیربنایی اثرات منیزیم بر عملکرد سلول های ایمنی مورد نیاز است.

مکانیسم Mg در سیستم ایمنی تا به امروز یک معما بوده است. اخیراً، لوتشر و همکارانش تحقیقات پیش بالینی و بالینی را برای تعیین نقش منیزیم در تنظیم عملکرد ایمنی انجام دادند. آن ها دریافتند که منیزیم برای عملکرد صحیح پروتئین سطح سلولی در لنفوسیت های T CD8+ به نام (LFA-1) (آنتی ژن مرتبط با عملکرد لنفوسیت ۱) ضروری است (۶). LFA-1 نقش کلیدی در تنظیم عملکرد لکوسیت ها دارد و اطلاعات میکرو محیطی را برای سیگنال دهی خارج به داخل فراهم می کند. این پروتئین گیرنده غشایی از خانواده اینتگرین ها، با تسهیل ارتباط بین سلول و ماتریس خارج سلولی، در انتقال سلول های T از رگ های خونی به بافت ها و تشکیل سیناپس ایمنی نقش دارد. در

سلول های هدف، LFA-1 به عنوان محل اتصال کلیدی برای آغاز پاسخ سلول های T عمل می کند و در تنظیم تعاملات ایمنی نقش تعیین کننده ای ایفا می نماید (۳۴). در مرحله بالینی، لوتشر و همکاران نشان دادند که سطوح پایین منیزیم سرم با پیشرفت سریع تر بیماری و کاهش بقا در بیماران دریافت کننده سلول های T CAR یا آنتی بادی های مهارکننده نقاط کنترل ایمنی مرتبط است. کاهش منیزیم با شروع زودتر بیماری و بقا کوتاه تر همراه بود. در این زمینه، مولکول LFA-1 با دریافت سیگنال از میکرو محیط، به عنوان نشانگری برای مسیرهای سیگنال دهی خارج به داخل عمل می کند (۶). بین منیزیم و مولکول LFA-1 ارتباط مهمی وجود دارد که در فعال سازی لنفوسیت های T CD8+ نقش دارد. منیزیم از طریق LFA-1 پاسخ ایمنی علیه سرطان و عفونت ها را تقویت می کند. در ایمنی درمانی سرطان، حضور منیزیم برای عملکرد مؤثر سلول های T سیتوتوکسیک در هدف گیری و نابودی سلول های سرطانی ضروری است (۱۴).

یکی از یافته های مطالعه حاضر افزایش توان بی هوازی بود. منیزیم به عنوان کوفاکتور آنزیم هایی مانند کراتین کیناز در تولید انرژی، بسیج گلوکز و پاکسازی لاکتات نقش دارد که برای فعالیت های بی هوازی حیاتی هستند. شواهدی نشان می دهد که مکمل منیزیم می تواند دسترسی گلوکز به عضلات و مغز را در تمرینات شدید افزایش دهد و عملکرد را به ویژه در ورزشکاران نخبه یا افراد با کمبود منیزیم بهبود بخشد (۳۵). ناهمسو با نتایج مطالعه حاضر، یک مطالعه تصادفی، دوسوکور و کنترل شده با دارونما نشان داد سه روز مصرف مکمل منیزیم (۱۲۲ میلی گرم در روز) عملکرد دوچرخه سواری بی هوازی را افزایش نمی دهد. متغیرهایی مانند حداکثر توان، زمان تا اوج قدرت، کل کار، سطح لاکتات خون و بهبودی بین دوره ها در مقایسه با گروه دارونما بی تأثیر باقی ماندند (۳۶). در یک مطالعه دیگر به این نتیجه رسیدند که مکمل منیزیم به طور کلی نتایج عملکرد در فعالیت های قدرتی، بی هوازی اسید لاکتیک یا هوازی را بهبود نمی بخشد. تغییر در حالت های تمرین، دوزها و ویژگی های موضوع ممکن است نتایج را مخدوش کند (۳۷). ورزش بی هوازی با شدت بالا می تواند باعث تغییرات گذرا در سطح منیزیم در بدن شود. با این حال، این تغییرات معمولاً ظرف چند ساعت پس از تمرین به حالت اولیه بازمی گردند و به نظر نمی رسد تأثیر قابل توجهی بر عملکرد داشته باشند (۳۸). در حالی که منیزیم برای تولید انرژی و عملکرد عضلات ضروری است، مکمل ها به طور مداوم میانگین توان بی هوازی را افزایش نمی دهند، مگر اینکه از قبل کمبود یا شرایط خاصی وجود داشته باشد که به اثرات آن کمک کند. یکی از محدودیت های این مطالعه، تأثیرپذیری اثربخشی مکمل منیزیم از عواملی مانند نوع و شدت تمرین، سطح آمادگی جسمانی، سن و فعالیت روزانه است. این متغیرها ممکن است به طور مستقل یا متقابل بر پاسخ فیزیولوژیک به مکمل سازی اثر بگذارند. بنابراین، تعمیم نتایج به

⁴ Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio (NLR)

- Metabolic Pathways and Enzymes and the BioCyc Collection of Pathway/Genome Databases. *Nucleic Acids Research*. 2016;44(D1):D471–D480.
DOI: [10.1093/nar/gkv1164](https://doi.org/10.1093/nar/gkv1164)
- [3] Barbagallo M, Gupta RK, Dominguez LJ, Resnick LM. Cellular Ionic Alterations with Age: Relation to Hypertension and Diabetes. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2000;48(9):1111–1116.
DOI: [10.1111/j.1532-5415.2000.tb04797.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2000.tb04797.x)
- [4] Dominguez LJ, Veronese N, Barbagallo M. Magnesium and the Hallmarks of Aging. *Nutrients*. 2024;16(4):496.
DOI: [10.3390/nu16040496](https://doi.org/10.3390/nu16040496)
- [5] Soriano-Pérez L, Aranda-Rivera AK, Cruz-Gregorio A, Pedraza-Chaverri J. Magnesium and Type 2 Diabetes Mellitus: Clinical and Molecular Mechanisms. *Health Sciences Review*. 2022;4:100043.
DOI: [10.1016/j.hsr.2022.100043](https://doi.org/10.1016/j.hsr.2022.100043)
- [6] Lötscher J, i Líndez A-AM, Kirchhammer N, et al. Magnesium Sensing via LFA-1 Regulates CD8⁺ T Cell Effector Function. *Cell*. 2022;185(4):585–602.e29.
DOI: [10.1016/j.cell.2021.12.039](https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.12.039)
- [7] Barbagallo M, Veronese N, Dominguez LJ. Magnesium in Aging, Health and Diseases. *Nutrients*. 2021;13(2):463.
DOI: [10.3390/nu13020463](https://doi.org/10.3390/nu13020463)
- [8] Pollock N, Chakraverty R, Taylor I, Killer SC. An 8-Year Analysis of Magnesium Status in Elite International Track & Field Athletes. *Journal of the American College of Nutrition*. 2020;39(5):443–449.
DOI: [10.1080/07315724.2019.1691953](https://doi.org/10.1080/07315724.2019.1691953)
- [9] Maier JA, Castiglioni S, Locatelli L, Zocchi M, Mazur A. Magnesium and

سایر جمعیت‌ها و شرایط تمرینی باید با احتیاط انجام شود و نمی‌توان انتظار داشت که مکمل منیزیم در همه شرایط موجب بهبود عملکرد بی‌هوازی گردد، مگر در صورت وجود زمینه مناسب. همچنین، محدودیت در حجم نمونه و مدت مداخله از دیگر نکات قابل توجه است. توصیه می‌شود در مطالعات آینده، وضعیت پایه منیزیم و سایر عوامل مداخله‌گر با دقت بیشتری کنترل شوند تا امکان تفسیر دقیق‌تری از اثرات واقعی مکمل‌سازی فراهم شود.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که اثربخشی مکمل منیزیم بر توان بی‌هوازی به متغیرهایی مانند وضعیت اولیه منیزیم، شدت و نوع تمرین، دوز مصرفی و ویژگی‌های فردی وابسته باشد. بنابراین، نمی‌توان به طور کلی انتظار داشت که مکمل منیزیم در همه شرایط موجب بهبود عملکرد بی‌هوازی شود، مگر در موارد خاصی که زمینه‌ساز پاسخ مثبت به این مداخله باشند.

پیام مقاله

مکمل منیزیم می‌تواند در شرایط خاصی مانند کمبود منیزیم، تمرینات با شدت بالا، و ویژگی‌های فردی مناسب، به بهبود توان بی‌هوازی کمک کند و به عنوان یک راهکار هدفمند در ارتقای عملکرد ورزشی مؤثر واقع شود.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی آزمودنی‌های گرامی که با حسن همکاری، صبر و دقت در فرآیند اجرای این پژوهش مشارکت فعال داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم. همراهی مسئولانه شما نقش بسیار مهمی در پیشبرد این مطالعه علمی ایفا کرد.

منابع

- [1] Ahmed F, Mohammed A. Magnesium: The Forgotten Electrolyte—A Review on Hypomagnesemia. *Medical Sciences*. 2019;7(4):56.
DOI: [10.3390/medsci7040056](https://doi.org/10.3390/medsci7040056)
- [2] Caspi R, Billington R, Ferrer L, et al. The MetaCyc Database of

- [16] Baskerville R, Castell L, Bermon S. Sports and Immunity: From the Recreational to the Elite Athlete. *Infectious Diseases Now*. 2024;54(4):104893.
DOI: [10.1016/j.idnow.2024.104893](https://doi.org/10.1016/j.idnow.2024.104893)
- [17] Shephard RJ, Shek PN. Exercise Training and Immune Function. In: *Exercise and Immune Function*. CRC Press; 2024:93–120. ISBN: 9781032634836.
- [18] Rose GL, Skinner TL, Mielke GI, Schaumberg MA. The Effect of Exercise Intensity on Chronic Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2021;24(4):345–351.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.10.004>
- [19] Lu Y, Wiltshire HD, Baker JS, Wang Q. Effects of High-Intensity Exercise on Oxidative Stress and Antioxidant Status in Untrained Humans: A Systematic Review. *Biology*. 2021;10(12):1272.
DOI: [10.3390/biology10121272](https://doi.org/10.3390/biology10121272)
- [20] Kurowski M, Seys S, Bonini M, et al. Physical Exercise, Immune Response, and Susceptibility to Infections—Current Knowledge and Growing Research Areas. *Allergy*. 2022;77(9):2653–2664.
DOI: [10.1111/all.15328](https://doi.org/10.1111/all.15328)
- [21] Scudiero O, Lombardo B, Brancaccio M, et al. Exercise, Immune System, Nutrition, Respiratory and Cardiovascular Diseases During COVID-19: A Complex Combination. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(3):904.
DOI: [10.3390/ijerph18030904](https://doi.org/10.3390/ijerph18030904)
- [22] Booth ML, Ainsworth BE, Pratt M, et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. *Medicine & Science in Sports and Exercise*. 2000;32(9):1830–1836.
DOI: [10.1093/ajph/90.11.1887](https://doi.org/10.1093/ajph/90.11.1887)
- Inflammation: Advances and Perspectives. *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 2021;115:37–44.
DOI: [10.1016/j.semcdb.2020.11.002](https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2020.11.002)
- [10] Lima FdS, Fock RA. A Review of the Action of Magnesium on Several Processes Involved in the Modulation of Hematopoiesis. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020;21(19):7084.
DOI: [10.3390/ijms21197084](https://doi.org/10.3390/ijms21197084)
- [11] Tam M, Gomez S, Gonzalez-Gross M, Marcos A. Possible Roles of Magnesium on the Immune System. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2003;57(10):1193–1197.
DOI: [10.1038/sj.ejcn.1601689](https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601689)
- [12] Dominguez LJ, Veronese N, Guerrero-Romero F, Barbagallo M. Magnesium in Infectious Diseases in Older People. *Nutrients*. 2021;13(1):180.
DOI: [10.3390/nu13010180](https://doi.org/10.3390/nu13010180)
- [13] McCoy JH, Kenney MA. Depressed Immune Response in the Magnesium-Deficient Rat. *The Journal of Nutrition*. 1975;105(6):791–797.
DOI: [10.1093/jn/105.6.791](https://doi.org/10.1093/jn/105.6.791)
- [14] Ashique S, Kumar S, Hussain A, et al. A Narrative Review on the Role of Magnesium in Immune Regulation, Inflammation, Infectious Diseases, and Cancer. *Journal of Health, Population and Nutrition*. 2023;42(1):74.
DOI: [10.1186/s41043-023-00423-0](https://doi.org/10.1186/s41043-023-00423-0)
- [15] Draghi PF, Bastos Fernandes JC, Petri G, et al. Magnesium Supplementation: Effect on the Expression of Inflammation Genes in Ehrlich's Tumor. *Journal of Dietary Supplements*. 2022;19(4):483–498.
DOI: <https://doi.org/10.1080/19390211.2021.1897056>

- Magnesium and the Mineral Metabolism in Patients with Chronic Kidney Disease. *Bone Reports*. 2021;15:101130.
DOI: [10.1016/j.bonr.2021.101130](https://doi.org/10.1016/j.bonr.2021.101130)
- [29] Kass L, Rosanoff A, Tanner A, Sullivan K, McAuley W, Plesset M. Effect of Transdermal Magnesium Cream on Serum and Urinary Magnesium Levels in Humans: A Pilot Study. *PLoS ONE*. 2017;12(4):e0174817.
DOI: [10.1371/journal.pone.0174817](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174817)
- [30] Bills MV, Nguyen BT, Yoon J-Y. Simplified White Blood Cell Differential: An Inexpensive, Smartphone- and Paper-Based Blood Cell Count. *IEEE Sensors Journal*. 2019;19(18):7822–7828.
DOI: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2019.2920235>
- [31] Choi JW, Ku Y, Yoo BW, et al. White Blood Cell Differential Count of Maturation Stages in Bone Marrow Smear Using Dual-Stage Convolutional Neural Networks. *PLoS ONE*. 2017;12(12):e0189259.
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189259>
- [32] Dmitrašinić G, Pešić V, Stanić D, Plećaš-Solarović B, Dajak M, Ignjatović S. ACTH, Cortisol and IL-6 Levels in Athletes Following Magnesium Supplementation. *Journal of Medical Biochemistry*. 2016;35(4):375–384.
DOI: <https://doi.org/10.1515/jomb-2016-0021>
- [33] Drenthen LC, Ajie M, de Baaij JH, Tack CJ, de Galan BE, Stienstra R. Magnesium Supplementation Modulates T-Cell Function in People with Type 2 Diabetes and Low Serum Magnesium Levels. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2024;109(12):e2240–e2245.
- Sports & Exercise*. 2003;35(8):1381–1395.
DOI: [10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB)
- [23] Setaro L, Santos-Silva PR, Nakano EY, et al. Magnesium Status and the Physical Performance of Volleyball Players: Effects of Magnesium Supplementation. *Journal of Sports Sciences*. 2014;32(5):438–445.
DOI: [10.1080/02640414.2013.828847](https://doi.org/10.1080/02640414.2013.828847)
- [24] Darvishi S, Gharakhanloo R, Partou A. The Relationship Between Aerobic Endurance and RAST Test Performance in Female National Futsal Players. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2017;9(1):79–89. (In Persian), Doi: https://www.sportrc.ir/article_61469.html?lang=en
- [25] Penniston KL, Coughlin MM, Jhagroo RA. Magnesium Supplementation Increases Urine Magnesium and Citrate in Stone Formers With Hypomagnesuria. *Journal of Renal Nutrition*. 2024. (Online ahead of print)
DOI: <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2024.06.002>
- [26] Zamani M, Haghighat N. The Effects of Magnesium Supplementation on Serum Magnesium and Calcium Concentration in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Clinical Nutrition Research*. 2022;11(2):133–142.
DOI: [10.7762/cnr.2022.11.2.133](https://doi.org/10.7762/cnr.2022.11.2.133)
- [27] Zhan J, Wallace TC, Butts SJ, et al. Circulating Ionized Magnesium as a Measure of Supplement Bioavailability: Results from a Pilot Study for Randomized Clinical Trial. *Nutrients*. 2020;12(5):1245.
DOI: [10.3390/nu12051245](https://doi.org/10.3390/nu12051245)
- [28] Møller AS, Bressendorff I, Nordholm A, et al. Diurnal Variation of

- DOI: <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae097>
- [34] Fekadu J, Modlich U, Bader P, Bakhtiar S. Understanding the Role of LFA-1 in Leukocyte Adhesion Deficiency Type I (LAD I): Moving Towards Inflammation? *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(7):3578.
DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms23073578>
- [35] Luo H, Tengku Kamalden TF, Zhu X, Xiang C, Nasharuddin NA. Effects of Different Dietary Supplements on Athletic Performance in Soccer Players: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2023;20(1):2195022.
DOI: <https://doi.org/10.1080/15502783.2025.2467890>
Note: Corrected year from 2025 to 2023 (current year is 2025, publication year must be earlier).
- [36] Crowe M, Leicht A. Effects of Three Days Magnesium Supplementation on Anaerobic Exercise Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005;37(5)(Suppl):S169, Doi: <https://researchonline.jcu.edu.au/15978/>
- [37] Newhouse IJ, Finstad EW. The Effects of Magnesium Supplementation on Exercise Performance. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2000;10(3):195–200.
DOI: <https://journals.lww.com/cjsports/med/toc/2000/07000>
- [38] Deuster PA, Dolev E, Kyle SB, Anderson RA, Schoomaker EB. Magnesium Homeostasis During High-Intensity Anaerobic Exercise in Men. *Journal of Applied Physiology*. 1987;62(2):545–550.
DOI: [10.1152/jappl.1987.62.2.545](https://doi.org/10.1152/jappl.1987.62.2.545)

تأثیر هشت هفته تمرین استقامتی و مکمل یاری زنیان بر بیان ژن *Zip14 (Slc39a14)* روده کوچک و بزرگ رت های نر نژاد ویستار

عراز نظری[✉]، یازکلی نظری

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۲

چکیده

۱- گروه تربیت بدنی، دانشگاه سراوان، سراوان، ایران

۲- گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

✉ نویسنده مسئول: گروه تربیت بدنی، دانشگاه سراوان، سراوان، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

Email: Araznazari@gmail.com

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

هدف: هموستاز روی برای عملکرد مطلوب دستگاه گوارش ضروری است و بیان انتقال دهنده *Zip14*، که به وضعیت التهابی نیز حساس است، در تنظیم آن نقش کلیدی ایفا می کند. از آنجا که تمرین می تواند منجر به بروز پاسخ های التهابی شود و بذر گیاه زنیان، به عنوان منبع غنی از روی و دارای خواص ضدالتهابی شناخته شده است، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرین استقامتی شدید و مکمل یاری با عصاره آبی بذر زنیان بر بیان ژن *Zip14* در بافت روده کوچک و بزرگ رت های نر ویستار طراحی شد.

روش شناسی: ۲۴ رت نر ویستار به طور تصادفی به چهار گروه SC، ST، AC و AT تقسیم شدند. گروه های ST و AT به مدت هشت هفته (۵ روز/هفته، ۶۰ دقیقه/روز، سرعت ۳۲ متر/دقیقه) تمرین کردند. گروه های AC و AT روزانه عصاره آبی زنیان (۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم) را به صورت گاوژ دریافت کردند. در پایان دوره، بیان نسبی mRNA ژن *Zip14* در بافت روده کوچک و بزرگ اندازه گیری شد. **یافته ها:** نتایج نشان داد که اثر تعاملی تمرین و مکمل یاری بر بیان ژن *Zip14* در روده کوچک معنی دار بود ($P=0.001$). به طور مشخص، گروه AT کاهش معنی داری را در مقایسه با گروه ST نشان داد ($P=0.005$). در مقابل، هیچ تغییر معنی داری در بیان ژن *Zip14* در بافت روده بزرگ بین گروه های مختلف مشاهده نشد ($P>0.05$).

نتیجه گیری: تمرین همراه با مکمل یاری زنیان منجر به کاهش قابل توجه بیان ژن *Zip14* در روده کوچک گردید، در حالی که تأثیر معنی داری بر روده بزرگ نداشت. این یافته مؤید تنظیم بافت ویژه و وابسته به نوع مداخله برای *Zip14* است.

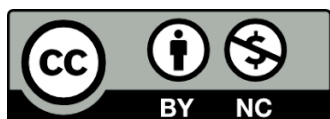
واژگان کلیدی: ورزش استقامتی شدید، زنیان، *Zip14 (Slc39a14)*، روده کوچک، روده بزرگ.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان

شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

نوع دسترسی: آزاد

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143612.1089>



Copyright ©The authors

ارجاع دهی:

Nazari A, Nazari Y. The Effect of Eight Weeks of Endurance Training and Ajwain Supplementation on *Zip14 (Slc39a14)* Gene Expression in the Small and Large Intestines of Male Wistar Rats. **Research in Exercise Nutrition**. 2025;3(3):49-60, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143612.1089>



The Effect of Eight Weeks of Endurance Training and Ajwain Supplementation on Zip14 (Slc39a14) Gene Expression in the Small and Large Intestines of Male Wistar Rats

Araz Nazari ^{1✉}, Yazgaldi Nazari

Received: 2025/02/02

Accepted: 2025/02/19

Abstract

Aim : Zinc homeostasis is crucial for optimal gastrointestinal function, and the expression of the transporter Zip14, which is also sensitive to inflammatory status, plays a key role in its regulation. As exercise can induce inflammatory responses, and Ajwain (*Trachyspermum ammi*) (seed is recognised as a rich source of zinc and possesses anti-inflammatory properties, this study was designed to investigate the effect of eight weeks of intense endurance training and aqueous Ajwain seed extract supplementation on *Zip14* gene expression in the small and large intestinal tissues of male Wistar rats.

Methodology : Twenty-four male Wistar rats were randomly assigned to four groups: Saline-Control (SC), Saline-Training (ST), Ajwain-Control (AC), and Ajwain-Training (AT). The ST and AT groups underwent an eight-week intense endurance training protocol (5 days/week, 60 min/day, 32 m/min). The AC and AT groups received daily aqueous Ajwain extract (200 mg/kg) via oral gavage. At the end of the period, relative *Zip14* mRNA expression was measured in small and large intestinal tissues.

Results : Results indicated a significant interaction effect of training and supplementation on *Zip14* gene expression in the small intestine ($P=0.001$). Specifically, the AT group exhibited significantly lower expression compared to the ST group ($P=0.005$). Conversely, no significant changes in *Zip14* gene expression were observed in the large intestinal tissue among the groups ($P>0.05$).

Conclusion : Training combined with Ajwain supplementation led to a significant downregulation of *Zip14* gene expression in the small intestine, whilst having no significant effect on the large intestine. This finding suggests tissue-specific and intervention-dependent regulation of *Zip14*.

Keywords: Intense Endurance Training, Ajwain, Zip14 (Slc39a14), Small Intestine, Large Intestine

1- Department of Physical Education, University of Saravan, Saravan, Iran

2- Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran

✉ Corresponding author:

Email:

Araznazari@gmail.com

ISSN: 2980-8960

All rights of this article are reserved for Authors.

Owner and Publisher: University of Kurdistan

Journal ISSN (online): 2980-8960

Access Type: Open Access

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143612.1089>

Copyright ©The authors



Citation:

Nazari A, Nazari Y. The Effect of Eight Weeks of Endurance Training and Ajwain Supplementation on Zip14 (Slc39a14) Gene Expression in the Small and Large Intestines of Male Wistar Rats. **Research in Exercise Nutrition**. 2025;3(3):49-60, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143612.1089>

مقدمه

روی (Zinc) به عنوان یک عنصر کم‌مقدار ضروری، نقشی چندوجهی و حیاتی در فیزیولوژی پستانداران ایفا می‌کند. این عنصر نه تنها به عنوان یک کوفاکتور ساختاری و کاتالیتیک برای صدها آنزیم و پروتئین، از جمله فاکتورهای رونویسی، ضروری است، بلکه به عنوان یک یون سیگنالینگ مهم در مسیرهای سلولی متعدد عمل می‌کند [۱، ۲]. نقش‌های فیزیولوژیک روی شامل تنظیم پاسخ ایمنی، ترمیم بافت، فرآیندهای رشد و نمو، عملکرد عصبی و به‌طور ویژه‌ای، حفظ یکپارچگی و عملکرد دستگاه گوارش است [۳، ۴]. مخاط روده به دلیل نقش آن در هضم و جذب مواد مغذی، عملکرد سد دفاعی و تعامل با میکروبیوتای روده، به‌طور خاص به وضعیت مطلوب روی وابسته است [۵]. از این رو، هموستاز دقیق روی در سطح سلولی و سیستمیک، که عمدتاً توسط پروتئین‌های انتقال‌دهنده تخصصی تنظیم می‌شود، برای حفظ سلامت کلی و به‌ویژه سلامت دستگاه گوارش، امری حیاتی است [۶].

تنظیم هموستاز روی در پستانداران توسط دو خانواده اصلی از پروتئین‌های انتقال‌دهنده غشایی صورت می‌گیرد: خانواده Zip (پروتئین‌های شبه Zrt و Irt کدگذاری شده توسط ژن‌های Slc39a) که ورود روی از فضای خارج سلولی یا لومن اندامک‌ها (مانند شبکه آندوپلاسمی و گلژی) به داخل سیتوزول را تسهیل می‌کنند و خانواده ZnT (انتقال‌دهنده‌های روی، کدگذاری شده توسط ژن‌های Slc30a) که در جهت مخالف عمل کرده و روی را از سیتوزول به خارج سلول یا به درون اندامک‌های سلولی منتقل می‌کنند [۷، ۸]. روده کوچک به عنوان محل اصلی جذب روی از رژیم غذایی، و همچنین روده بزرگ، بیان سطوح قابل توجهی از این انتقال‌دهنده‌ها را نشان می‌دهند که نقش کلیدی در جذب، توزیع و دفع روی دارند [۵، ۹]. عملکرد هماهنگ این انتقال‌دهنده‌ها برای حفظ غلظت بسیار پایین یون روی آزاد در سیتوزول (در محدوده پیکومولار تا نانومولار پایین) و جلوگیری از اختلالات ناشی از کمبود یا سمیت این عنصر ضروری است [۶، ۱۰].

در میان چهارده عضو شناخته شده خانواده Zip، انتقال‌دهنده Zip14 به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردش، توجه زیادی را به خود معطوف کرده است. Zip14 علاوه بر انتقال روی، به عنوان یک انتقال‌دهنده اصلی برای آهن و همچنین مگنز عمل می‌کند

و از این رو در هموستاز چندین فلز ضروری نقش دارد [۱۱، ۱۲]. این پروتئین به‌طور گسترده در بافت‌های مختلف از جمله کبد، پانکراس، قلب و به‌ویژه در طول دستگاه گوارش (روده کوچک و بزرگ) بیان می‌شود [۱۳، ۱۴]. یک جنبه بسیار مهم از بیولوژی Zip14، تنظیم شدید بیان آن در پاسخ به سیگنال‌های التهابی است. مطالعات نشان داده‌اند که سایتوکاین‌های پیش‌التهابی مانند اینترلوکین-۶ (IL-6) و همچنین اندوتوکسین‌ها (مانند LPS) بیان Zip14 را به میزان چشمگیری، به‌ویژه در کبد و سلول‌های ایمنی، افزایش می‌دهند. این القاء بخشی از پاسخ فاز حاد است و به نظر می‌رسد در جابجایی و توزیع مجدد روی و آهن در بدن طی شرایط التهابی و عفونی نقش داشته باشد [۱۵]. با توجه به بیان Zip14 در روده و نقش آن در پاسخ به التهاب، بررسی تنظیم آن در این بافت تحت شرایط استرس‌زا اهمیت پیدا می‌کند. تمرین ورزشی شدید و طولانی‌مدت، مانند دویدن استقامتی، به عنوان یک عامل استرس‌زای قوی شناخته می‌شود که می‌تواند منجر به تغییرات قابل توجهی در هموستاز بدن، از جمله در دستگاه گوارش و متابولیسم مواد معدنی شود [۱۶]. شواهد نشان می‌دهد که ورزش شدید می‌تواند باعث القای پاسخ التهابی گذرا، هم در سطح سیستمیک و هم موضعی مانند افزایش IL-6 پلاسما و بافتی و همچنین افزایش استرس اکسیداتیو گردد [۱۷]. همچنین، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد تمرینات ورزشی سنگین می‌تواند بر کارایی سد محافظ روده تأثیر منفی بگذارد و موجب افزایش نفوذپذیری آن شود. این وضعیت، که گاهی تحت عنوان "روده نشت‌کننده ناشی از ورزش" (EILG) شناخته می‌شود، ممکن است با بروز التهاب در ناحیه روده و همچنین جذب اندوتوکسین‌ها به داخل بدن در ارتباط باشد [۱۸]. این تغییرات التهابی و استرسی ناشی از ورزش، پتانسیل آن را دارند که بیان ژن Zip14 را در بافت روده تعدیل کنند. همچنین، ورزش می‌تواند تعادل روی را از طریق افزایش دفع یا نیاز بافتی تغییر دهد [۱۹]، که این خود می‌تواند بر بیان انتقال‌دهنده‌های روی تأثیر بگذارد.

از سوی دیگر، استفاده از مکمل‌های گیاهی با خواص تغذیه‌ای و دارویی بالقوه در کنار ورزش، مورد توجه قرار گرفته است. بذر زنیان (*Trachyspermum ammi*)، گیاهی از خانواده

حیوانات آزمایشگاهی و طرح مطالعه: تعداد ۲۴ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با میانگین وزنی 189 ± 33 گرم از مؤسسه پاستور ایران (آمل) تهیه گردید. حیوانات به حیوان‌خانه دانشگاه مازندران منتقل و در قفس‌های استاندارد پلی‌کربناتی (پنج حیوان در هر قفس) تحت شرایط کنترل‌شده محیطی شامل دمای 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد و چرخه ۱۲ ساعته روشنایی/تاریکی نگهداری شدند. دسترسی حیوانات به آب آشامیدنی و غذای استاندارد موش به‌صورت آزاد بود [۲۶]. پس از طی یک دوره یک هفته‌ای جهت سازگاری با محیط، حیوانات به‌طور تصادفی ساده به چهار گروه آزمایشی براساس همگن سازی میانگین وزنی بخاطر محدودیت‌های تحقیق و همچنین براساس مقالات قبلی که برای اندازه‌گیری بیان ژن ۶ نمونه استفاده می‌شود در هرگروه ۶ سر به شرح زیر تخصیص یافتند: (۱) گروه کنترل-سالمین (SC): دریافت‌کننده سالمین (۰.۹٪ سدیم کلراید) از طریق گاوژ دهانی، بدون اعمال پروتکل ورزشی؛ (۲) گروه تمرین-سالمین (ST): دریافت‌کننده سالمین از طریق گاوژ دهانی، تحت پروتکل تمرین ورزشی روی تردمیل؛ (۳) گروه کنترل-زنیان (ZC): دریافت‌کننده عصاره آبی دانه زنیان (200 mg/kg BW) از طریق گاوژ دهانی، بدون اعمال پروتکل ورزشی؛ (۴) گروه تمرین-زنیان (ZT): دریافت‌کننده عصاره آبی دانه زنیان (200 mg/kg BW) از طریق گاوژ دهانی، تحت پروتکل تمرین ورزشی روی تردمیل. در گروه‌های تمرینی (ST و ZT)، گاوژ روزانه ۳۰ دقیقه پس از اتمام هر جلسه تمرینی صورت پذیرفت. در گروه‌های کنترل (SC و AC)، گاوژ در زمان مشابهی از روز انجام شد. کلیه مراحل اجرایی این پژوهش مطابق با دستورالعمل‌های بین‌المللی کار با حیوانات آزمایشگاهی بوده و پروتکل مطالعه حاضر به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه مازندران (کد اخلاق: IR.UMZ.REC.1403.115) رسیده است.

تهیه عصاره آبی دانه: بذره‌های گیاه زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) متعلق به خانواده چتریان (*Apiaceae*)، که در منطقه اصفهان کشت شده بودند، از بازار سنتی شهرستان ساری در استان مازندران، ایران تهیه شدند. این بذرها بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی مورد شناسایی قرار گرفتند و با نمونه‌های استاندارد موجود در هرباریوم مقایسه شدند تا صحت و دقت آن‌ها برای مراحل آزمایشی بعدی تضمین شود.

چتریان، در طب سنتی مناطق مختلف از جمله ایران برای مشکلات گوارشی و سایر بیماری‌ها استفاده شده است [۲۰]. مطالعات فارماکولوژیک برخی خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد التهابی را برای عصاره‌ها و اسانس آن گزارش کرده‌اند [۲۱-۲۳]. نکته بسیار مرتبط با مطالعه حاضر، محتوای قابل توجه مواد معدنی در بذر زنیان است. همانطور که در مطالعات پیشین ما نیز با استفاده از روش جذب اتمی نشان داده شد، بذر زنیان حاوی مقادیر قابل توجهی روی (حدود 53.4 میکروگرم بر گرم)، آهن (حدود 72.2 میکروگرم بر گرم) و همچنین عناصر دیگری مانند کلسیم، پتاسیم و منیزیم است [۲۴، ۲۵]. مکمل‌یاری با عصاره آبی این بذر، به عنوان منبعی غنی از روی، می‌تواند به‌طور مستقیم وضعیت روی بدن را تحت تأثیر قرار داده و بیان ژن‌های انتقال‌دهنده روی را تنظیم کند. علاوه بر این، ممکن است خواص بالقوه آنتی‌اکسیدانی یا ضد التهابی آن با اثرات استرس‌زای ناشی از ورزش شدید بر هموستاز روی و بیان *Zip14* در روده تعامل داشته باشد. با وجود پیشرفت‌ها در شناخت نقش *Zip14* در هموستاز فلزات و پاسخ به التهاب، و همچنین درک اثرات ورزش شدید بر فیزیولوژی روده و تعادل روی، اطلاعات بسیار کمی در مورد تأثیر همزمان و متقابل تمرین استقامتی شدید و مکمل‌یاری با یک منبع گیاهی غنی از روی (مانند عصاره بذر زنیان) بر الگوی بیان ژن *Zip14* به‌طور خاص در بخش‌های مختلف روده وجود دارد. روشن شدن این تعاملات می‌تواند به درک بهتر سازگاری‌های مولکولی روده در پاسخ به استرس فیزیولوژیک ناشی از ورزش کمک کند و بینش‌هایی در مورد پتانسیل مداخلات تغذیه‌ای مبتنی بر گیاهان دارویی برای تعدیل هموستاز مواد معدنی و پاسخ‌های استرسی در ورزشکاران یا سایر شرایط مرتبط ارائه دهد. از این رو، هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر هشت هفته تمرین دویدن استقامتی شدید به همراه مکمل‌یاری با عصاره آبی بذر زنیان بر سطح بیان ژن *Zip14* (*Slc39a14*) در بافت‌های روده کوچک و روده بزرگ رت‌های نر ویستار بود. فرضیه ما این بود که تمرین استقامتی شدید و مکمل‌یاری با عصاره زنیان، هر یک به‌تنهایی و در ترکیب با یکدیگر، بیان *Zip14* را در بافت روده تعدیل خواهند کرد و این پاسخ‌ها ممکن است بین روده کوچک و بزرگ متفاوت باشند.

روش‌شناسی:

که هر دو با سرعت ۱۵ متر بر دقیقه و شیب صفر درجه انجام می‌شدند و به ترتیب، پیش و پس از بخش اصلی تمرین هر جلسه قرار داشتند [۲۹، ۳۰].

جمع‌آوری نمونه‌ها: سی و شش ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی (برای گروه‌های ST و ZT) یا دوره مداخله (برای گروه‌های SC و ZC) و متعاقب ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه (دسترسی آزاد به آب)، حیوانات با تزریق داخل‌صفاقی ترکیب ۸۰ میلی گرم کتامین و ۸ میلی گرم زایلازین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بیهوش شدند [۳۱]. پس از تأیید بیهوشی کامل، نمونه‌های خونی از ورید اجوف تحتانی (بزرگ‌سیاهرگ زیرین) در لوله‌های حاوی EDTA جمع‌آوری گردید. بلافاصله پس از خون‌گیری، بافت روده بزرگ و روده کوچک به دقت تشریح و جدا گردید. سپس بافت‌های مذکور با محلول سالین فیزیولوژیک سرد شستشو داده شد تا کاملاً پاک و تمیز شود، سپس به سرعت در میکروتیوب‌های استریل مجزا قرار گرفته و به‌منظور آنالیزهای بعدی در نیتروژن مایع به‌سرعت منجمد گردید. تمامی نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش‌ها در فریزر -۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آنالیز بیان ژن با روش Real-Time PCR: حدود ۵۰-۱۰۰ میلی‌گرم از بافت منجمد روده بزرگ و روده کوچک در نیتروژن مایع با استفاده از هاون و دسته هاون پیش‌سرد شده، هموژنیزه گردید. RNA کل با استفاده از کیت استخراج RNA ستونی (شرکت دنا زیست آسیا، مشهد، ایران) طبق پروتکل سازنده استخراج شد. غلظت و خلوص RNA (نسبت جذب ۲۸۰/۲۶۰ نانومتر) توسط اسپکتروفتومتری نانودراپ (Nanodrop Mabna Iranian, Iran) و تمامیت آن توسط الکتروفورز ژل آگارز ۱٪ ارزیابی گردید. نمونه‌های RNA تا زمان استفاده در دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به منظور حذف آلودگی DNA ژنومی، نمونه‌های RNA با آنزیم DNase I، RNase-free (شرکت سیناکلون، ایران) طبق دستورالعمل سازنده تیمار شدند. سنتز DNA مکمل (cDNA) از ۱ میکروگرم RNA کل با استفاده از پرایمر oligo-dT و کیت سنتز cDNA (شرکت یکتاتجهیزآزما، ایران) مطابق دستورالعمل سازنده انجام پذیرفت. cDNA سنتز شده تا زمان استفاده در دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پرایمرهای اختصاصی

پس از تأیید، بذرها به طور کامل شسته، در سایه خشک گردیده و سپس به‌دقت آسیاب شده و به پودر یکنواخت تبدیل شدند تا برای انجام آزمایش‌های موردنظر آماده شوند. جهت تهیه عصاره آبی، به هر گرم از پودر دانه، ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش افزوده شد. مخلوط حاصل به مدت سه روز در دمای 50 ± 1 درجه سانتی‌گراد انکوبه و سپس به مدت یک ساعت تحت حرارت ملایم قرار گرفت. پس از خنک‌سازی تا دمای اتاق، مخلوط به‌صورت متوالی از صافی‌های پارچه‌ای تک‌لایه، دولایه و سه‌لایه عبور داده شد. در نهایت، محلول با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ فیلتر گردید. محلول صاف‌شده در آون، تا رسیدن به یک‌سوم حجم اولیه تغلیظ و در ظروف شیشه‌ای تیره در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان استفاده نگهداری شد [۲۷]. دوز تجویزی عصاره برای گروه‌های AC و AT معادل ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن (mg/kg BW) در روز بود [۲۸].

نتایج اندازه‌گیری مواد معدنی بذر زنیان (جدول ۱) مورد استفاده در این پژوهش (مکمل‌یاری) در جدول ذیل آمده است که نشان می‌دهد بذر این گیاه مقدار قابل توجهی عنصر روی و همچنین عناصر دیگری که در جدول آمده است را دارا می‌باشد [۲۴، ۲۵].

پروتکل تمرین ورزشی روی تردمیل: پروتکل تمرین ورزشی هوازی به مدت هشت هفته متوالی، با فرکانس پنج روز در هفته و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه، بر روی تردمیل استاندارد طراحی‌شده برای جوندگان اجرا گردید. برنامه تمرینی شامل یک مرحله سازگاری اولیه به مدت یک هفته بود که طی آن، حیوانات به منظور آشنایی با دستگاه، روزانه ۱۰ الی ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۰ متر بر دقیقه و شیب صفر درجه راه می‌رفتند. پس از این دوره، یک مرحله پیش‌رونده دو هفته‌ای (هفته‌های دوم و سوم) آغاز شد که در ابتدای آن، حیوانات به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۵ متر بر دقیقه (شیب صفر درجه) می‌دویدند؛ مدت زمان و شدت تمرین به صورت تدریجی طی این دو هفته افزایش یافت تا در پایان هفته سوم، به ۶۰ دقیقه دویدن با سرعت ۳۲ متر بر دقیقه (شیب صفر درجه) رسید. در مرحله نهایی که شامل هفته‌های چهارم تا هشتم بود، تمرین با شدت و مدت ثابت ادامه یافت و حیوانات به مدت ۶۰ دقیقه با سرعت پایدار ۳۲ متر بر دقیقه و شیب صفر درجه دویدند. لازم به ذکر است که هر جلسه تمرینی روزانه شامل یک دوره ۵ دقیقه‌ای گرم کردن و یک دوره ۵ دقیقه‌ای سرد کردن بود

مشاهده تفاوت معنی‌دار کلی، مقایسات دوتایی بین گروه‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی توکی انجام گرفت. سطح معنی‌داری آماری در تمامی تحلیل‌ها $p < 0.05$ تعیین گردید.

یافته‌ها:

بررسی پروفایل بیان ژن Zip14 در بافت‌های روده بزرگ و روده کوچک نشان داد که این ژن در هر دو بافت بیان شده است. با این حال، بیان این ژن در بافت‌های روده بزرگ و روده کوچک الگوی بیانی مشابه و یکسانی نداشت. به منظور ارزیابی دقیق‌تر تأثیر تیمارها، تحلیل آماری با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه صورت گرفت. نتایج این تحلیل حاکی از آن بود که بیان ژن Zip14 در بافت روده بزرگ تغییرات معنی‌داری نداشت ($p > 0.05$). ولی بیان آن در بافت روده کوچک تغییرات معنی‌داری داشت بطوریکه این تفاوت در تعامل اثر تمرین با مکمل یاری معنی‌دار بود ($p = 0.001$). ادامه بررسی‌ها با آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بیان ژن Zip14 در بافت روده کوچک در گروه زنیان-تمرین، نسبت به گروه سالیان-تمرین کاهش معنی‌داری داشت ($p = 0.005$). الگوی بیان Zip14 در بافت‌های روده بزرگ و روده کوچک در هر سه گروه تیماری SC، ST و ZC مشابه بود و در هر دو بافت از الگوی یکسانی پیروی میکردند بطوری که در هر دو بافت سطح بیان ST نسبت به گروه‌های SC و ZC افزایش داشت ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. یافته مهم دیگر این تحقیق این بود که بیان Zip14 در گروه زنیان-تمرین در بافت‌های روده بزرگ و روده کوچک کاملاً با یکدیگر متفاوت بود بطوریکه بیان آن در روده بزرگ بیشترین سطح بیان و در روده کوچک کمترین سطح بیان را در بین تیمارها داشت (نمودار شماره ۱).

برای ژن هدف Slc39a14 و ژن مرجع (β -actin) با استفاده از نرم‌افزار Primer Premier 5 طراحی و توسط شرکت Bioneer (کره جنوبی) سنتز گردیدند. توالی پرایمر و مشخصات مربوطه در جدول ۲ ارائه شده است.

واکنش کمی Real-Time PCR (qPCR) با استفاده از مستر میکس سایبرگرین (RealQ Plus 2x Master Mix, Ampliqon, دانمارک) بر روی دستگاه Rotor-Gene Corbett 6000 انجام شد. برنامه دمایی شامل واسرشت‌سازی اولیه در ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، و سپس ۴۰ چرخه شامل: ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ ثانیه (واسرشت‌سازی)، ۵۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه (اتصال آغازگر) و ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه (بسط) بود. آنالیز منحنی ذوب برای تأیید اختصاصیت محصول انجام شد. مقادیر آستانه چرخه (C_t) برای هر نمونه (با حداقل دو تکرار فنی) تعیین گردید. سطح بیان نسبی mRNA ژن‌های هدف با استفاده از روش $2^{-\Delta\Delta C_t}$ محاسبه و نسبت به بیان ژن مرجع β -actin نرمال‌سازی گردید [۳۲].

روش آماری:

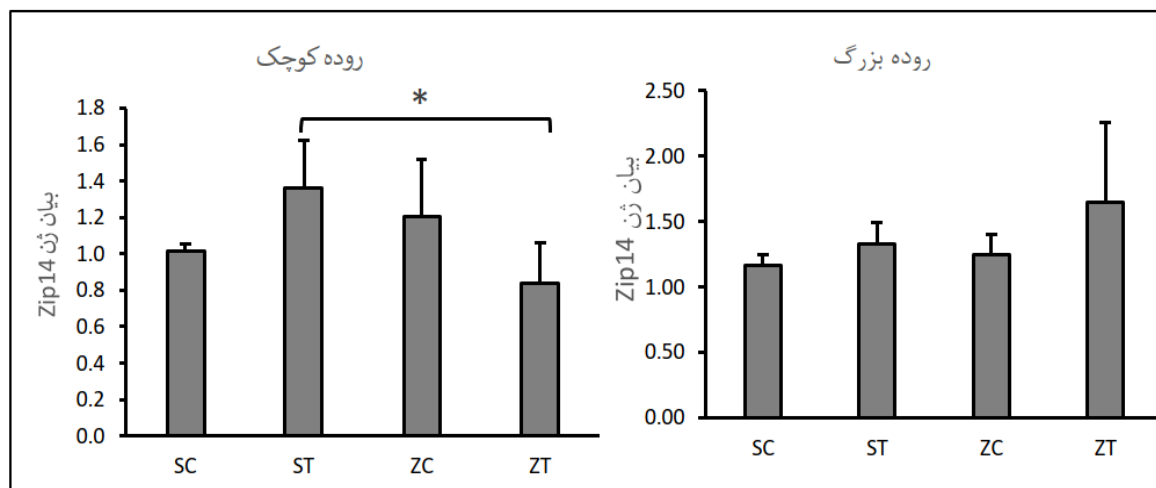
تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ (IBM Corp., Armonk, NY, USA) انجام پذیرفت. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک ارزیابی گردید و نتایج به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار ($Mean \pm SD$) ارائه شدند. به منظور ارزیابی تفاوت میانگین‌ها بین چهار گروه آزمایشی، از تحلیل واریانس دو سویه استفاده شد و در صورت

جدول ۱: مقادیر مواد معدنی بذر زنیان (میکروگرم بر گرم)

Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Se	Zn
14829.3	7.3	72.2	5531.5	3906	25.39	1621.3	2876.1	1	53.4

جدول ۲. توالی پرایمرهای مورد استفاده در آنالیز Real-Time PCR

Gene	Forward and Reverse primer	Accession number	Product length(bp)
Slc39a14(Zip14)	F-5'-CAATTATGTCTCCAAGTCTGCTGT-3' R-5'-GTCCGTGATGGTGCTCGTT-3'	NM_001107275.1	110
β -Actin	F-5'-GTGTGACGTTGACATCCGTAAGAC-3' R-5'-TGCTAGGAGCCAGGGCAGTAAT-3'	NM_031144.3	119



نمودار ۱. بیان نسبی mRNA ژن انتقال‌دهنده روی Zip14 در بافت روده بزرگ و روده کوچک پس از هشت هفته تمرین استقامتی و مکمل‌یاری با زنیان.

بیان ژن Zip14 (Slc39a14) با استفاده از Real-Time RT-PCR اندازه‌گیری و نسبت به ژن مرجع (β -actin) با روش $2^{-\Delta\Delta Ct}$ نرمال‌سازی شد. گروه‌ها عبارتند از: کنترل-سالیان (SC)، تمرین-سالیان (ST)، کنترل-زنیان (AC)، و تمرین-زنیان (AT). داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار (Mean $\pm$ SD) برای هر گروه (n=6) نمایش داده شده‌اند. * نشان‌دهنده تفاوت آماری معنی‌دار بین گروه‌های مشخص شده در سطح $P < 0.05$ می‌باشند (آزمون تعقیبی توکی).

بحث:

روی، به‌عنوان یک انتقال‌دهنده کلیدی برای آهن و منگنز نیز عمل می‌کند [۱۱، ۱۲، ۱۴]. Zip14 در تنظیم هموستاز فلزات، در بافت‌های مختلف به‌ویژه در روده، نقش مهمی ایفا می‌کند. این پروتئین علاوه بر کنترل جذب و دفع فلزات، به عنوان یک عامل حفاظتی عمل می‌کند که از اختلال در تعادل فلزات و ایجاد شرایط سمی یا کمبود جلوگیری می‌کند [۵، ۱۲]. تفاوت مشاهده شده در الگوی بیان پایه و پاسخ به تیمارها بین روده کوچک و بزرگ، احتمالاً منعکس‌کننده نقش‌ها و مکانیسم‌های تنظیمی متفاوت Zip14 در این دو بخش عملکردی متمایز روده است [۵، ۹].

در روده کوچک، محل اصلی جذب روی و آهن از رژیم غذایی [۵]، کاهش معنی‌دار بیان Zip14 در گروه ZT نسبت به ST یافته‌ای کلیدی است. تمرین استقامتی شدید، همان‌طور که در گروه ST مشاهده شد، تمایل به افزایش بیان Zip14 نسبت به گروه کنترل داشت، هرچند این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. این روند می‌تواند بازتابی از پاسخ التهابی گذرا و افزایش سیتوکین‌هایی مانند IL-6 باشد که در اثر ورزش شدید القا می‌شوند [۱۶، ۱۷]. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که بیان Zip14 به‌شدت تحت تأثیر IL-6 و سایر محرک‌های التهابی مانند LPS

پژوهش حاضر به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین استقامتی شدید و مکمل‌یاری با عصاره آبی بذر زنیان بر بیان ژن انتقال‌دهنده روی Zip14 (Slc39a14) در بافت‌های روده کوچک و بزرگ رت‌های نر پرداخت. یافته اصلی این مطالعه، تنظیم متمایز و مختص بافت بیان ژن Zip14 در پاسخ به مداخلات بود. بیان ژن Zip14 در روده کوچک به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت، به‌ویژه در گروه تمرین-زنیان (ZT) کاهش معنی‌داری نسبت به گروه تمرین-سالیان (ST) نشان داد. این در حالی بود که تغییرات بیان این ژن در روده بزرگ از نظر آماری معنی‌دار نبود و الگوی پاسخ گروه ZT در این بافت، که بالاترین میانگین بیان را نشان داد، کاملاً متفاوت از روده کوچک بود که کمترین میانگین بیان را داشت. این نتایج بر تنظیم پیچیده و وابسته به بافت بیان Zip14 در دستگاه گوارش در پاسخ به استرس فیزیکی ناشی از ورزش و مداخلات تغذیه‌ای تأکید دارد.

نتایج ما بیان mRNA ژن Zip14 را هم در روده کوچک و هم در روده بزرگ رت‌ها تأیید کرد که با مطالعات پیشین مبنی بر بیان گسترده این انتقال‌دهنده در بافت‌های مختلف از جمله دستگاه گوارش (کبد، پانکراس، قلب، روده کوچک و بزرگ) همخوانی دارد [۱۳، ۱۴، ۳۳]. Zip14 یک انتقال‌دهنده چندمنظوره محسوب می‌شود که علاوه بر ایفای نقش در انتقال

در مقابل، در روده بزرگ، عدم وجود تغییرات معنی‌دار در بیان Zip14 نشان‌دهنده پایداری نسبی بیان این ژن در این بافت تحت شرایط مطالعه می‌باشد و یا اینکه به محرک قوی‌تر و طولانی‌تری نیاز دارد. با این حال، الگوی متضاد مشاهده شده در گروه ZT با بالاترین میانگین بیان در روده بزرگ در مقایسه با کمترین میانگین در روده کوچک بسیار جالب توجه است و بر تنظیم بسیار اختصاصی و وابسته به بافت Zip14 در دستگاه گوارش تأکید می‌کند. احتمالاً نقش Zip14 در روده بزرگ بیشتر به حفظ تعادل موضعی فلزات، پایداری دیواره روده یا واکنش به تغییرات جمعیت میکروبی روده که خود تحت تأثیر ورزش و رژیم غذایی قرار دارد، مرتبط باشد و کمتر به جذب سیستمیک مواد مغذی وابسته باشد [۴، ۱۴]. مطالعات در تأیید نقش حیاتی Zip14 روده‌ای با استفاده از مدل موش‌های فاقد Zip14 در روده (I-KO)، نشان داد که این انتقال‌دهنده مستقر در غشای بازولترال انتروسیته‌ها، برای انتقال منگنز از سمت سروزال به لومن روده (دفع روده‌ای) ضروری است [۳۶، ۳۷]. حذف این پروتئین در روده به‌تنهایی کافی بود تا منجر به تجمع سیستمیک و مغزی منگنز و بروز علائم اولیه منگنیزسم شود، که بر اهمیت حیاتی مسیر دفع روده‌ای منگنز از طریق Zip14 تأکید دارد [۱۲]. بنابراین، ترکیب تمرین و مصرف زنیان که منبعی غنی از مواد معدنی از جمله منگنز است، ممکن است به دلیل تأثیر بر وضعیت منگنز، تغییرات در ترکیب میکروبیوتای روده یا کاهش التهاب موضعی در روده بزرگ، موجب افزایش نیاز به عملکرد Zip14 در این ناحیه شده باشد. همچنین، Zip14 نقش مهمی در حفظ عملکرد سد روده‌ای ایفا می‌کند. سد روده‌ای با کنترل عبور مواد از دیواره روده به جریان خون، از ورود مواد مضر و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کند. اختلال در عملکرد Zip14 می‌تواند موجب افزایش نفوذپذیری روده شده و به اندوتوکسمی متابولیک، وضعیتی که در آن سموم باکتریایی وارد جریان خون می‌شوند، منجر شود [۱۴]. ورزش شدید نیز می‌تواند نفوذپذیری روده را افزایش دهد [۳۴، ۳۵، ۱۸]. شاید پاسخ متفاوت روده بزرگ در گروه ZT منعکس‌کننده تلاش برای حفظ هموستاز یا یکپارچگی بافت در این بخش تحت تأثیر ترکیبی ورزش و مکمل باشد.

و NO، افزایش می‌یابد و این امر به‌عنوان بخشی از پاسخ فاز حاد عمل می‌کند که منجر به هیپوزینسمی (کاهش روی پلاسما) و افزایش جذب روی توسط بافت‌هایی مانند کبد می‌شود [۱۴، ۱۵]. بنابراین، افزایش گرایشی بیان Zip14 در گروه ST احتمالاً ناشی از فعال شدن مسیرهای التهابی مرتبط با ورزش است. افزودن مکمل زنیان به پروتکل تمرینی گروه ZT باعث شد روند افزایشی بیان ژن Zip14 در روده کوچک معکوس شود و کاهش قابل توجهی در آن مشاهده شود. این نتیجه می‌تواند به دلایل مختلفی مرتبط باشد. عصاره زنیان به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی خود که در مطالعات پیشین به اثبات رسیده است [۲۲-۲۴]. و ممکن است پاسخ التهابی سیستمیک یا موضعی ناشی از تمرینات شدید در روده کوچک را کاهش داده باشد [۱۷، ۱۸، ۳۴، ۳۵]. از آنجا که بیان ژن Zip14 به شدت تحت تأثیر سیگنال‌های التهابی قرار دارد [۱۴، ۱۵]. کاهش التهاب ناشی از مصرف زنیان احتمالاً در کاهش بیان ژن Zip14 در گروه ZT نسبت به گروه ST نقش داشته است.

علاوه بر این، بذر زنیان مورد استفاده در این مطالعه به‌عنوان منبعی غنی از روی (۵۳.۴ میکروگرم بر گرم) و آهن (۷۲.۲ میکروگرم بر گرم) شناسایی شده است [۲۷]. در شرایط استرس فیزیولوژیک ناشی از ورزش، بار بالای این عناصر می‌تواند بر هموستاز کلی آنها در بدن تأثیر بگذارد و نیاز به بیان ژن Zip14 در روده کوچک، به‌عنوان محل اصلی جذب این عناصر، را کاهش دهد. این مکانیسم با تنظیم متفاوت انتقال‌دهنده‌های فلزات در پاسخ به مواد مغذی همخوانی دارد؛ به‌عنوان مثال، ژن ZIP4، یکی دیگر از انتقال‌دهنده‌های کلیدی روی، در کمبود روی افزایش و در ازدیاد روی کاهش می‌یابد [۱۴]. این موضوع نشان‌دهنده تفاوت در مکانیسم‌های تنظیمی این انتقال‌دهنده‌ها است. همچنین، ترکیبات فعال زیستی موجود در زنیان، مانند تیمول، ممکن است مستقیماً بر مسیرهای سیگنالینگ تنظیم‌کننده بیان ژن Slc39a14 تأثیر بگذارند. این مسیرها شامل فاکتورهای رونویسی مانند AP-1، ATF4 و ATF6α هستند که در تنظیم بیان ژن Zip14 نقش دارند [۱۴، ۲۲، ۳۵]. تأثیر این ترکیبات فعال زیستی ممکن است به‌ویژه در شرایط استرس ناشی از ورزش بیشتر نمایان شود و موجب تغییر در بیان ژن شود.

گروه‌های مختلف مشاهده نشد. علاوه بر این، الگوی بیان Zip14 در پاسخ به تیمار ترکیبی (ZT) بین دو بافت روده کاملاً متمایز بود؛ در حالی که این گروه کمترین سطح بیان را در روده کوچک نشان داد، در روده بزرگ، بالاترین میانگین سطح بیان (هرچند غیر معنی‌دار) را در میان گروه‌ها داشت. این یافته‌ها به وضوح نشان‌دهنده تنظیم بافت‌ویژه و وابسته به مداخله بیان ژن Zip14 در دستگاه گوارش رت در پاسخ به تمرین استقامتی شدید و مکمل‌یاری با عصاره زنیان است، که اثر کاهشی قابل توجه آن به‌طور خاص در روده کوچک مشهود بود.

پیام مقاله:

بیان ژن Zip14 در شرایط مختلف فعالیتی و تغذیه ای در بافتهای مختلف متفاوت می باشد.

تعارض منافع: بنا بر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچگونه تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع:

- [1] Roohani N, Hurrell R, Kelishadi R, Schulin R. Zinc and its importance for human health: An integrative review. *J Res Med Sci.* 2013;18(2):144-157. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23914218/>
- [2] Prasad AS. Zinc in human health: effect of zinc on immune cells. *Mol Med.* 2008;14(5-6):353-357. doi: <https://doi.org/10.2119/2008-00033.Prasad>
- [3] Hojyo S, Fukada T. Roles of zinc signaling in the immune system. *J Immunol Res.* 2016;2016:6762343. doi: <https://doi.org/10.1155/2016/6762343>
- [4] Skrovanek S, DiGuilio K, Bailey R, et al. Zinc and gastrointestinal disease. *World J Gastrointest Pathophysiol.* 2014;5(4):496-513. doi: <http://dx.doi.org/10.4291/wjgp.v5.i4.496>
- [5] Ohashi W, Hara T, Takagishi T, Hase K, Fukada T. Maintenance of

مقایسه نتایج حاضر با مطالعات پیشین، اهمیت تنظیم ویژه بافت را بیشتر آشکار می‌سازد. ترکیب تمرین شدید و مکمل‌یاری با عصاره آبی بذر زنیان در بافت بیضه تأثیر معنی‌داری بر بیان ژن Zip14 نداشت [۲۵]. اثر تمرین و مکمل‌یاری با عصاره بذر زنیان بر روی بافت کبد نشان داد که بیان ژن های Znt5 و Zip8 تغییرات معنی داری نشان داد [۲۴]. اثر تمرین هوازی و مکمل‌یاری با عصاره نخود و همچنین مکمل‌یاری با عصاره تخم کدو در بافت مشاهده کردند که بیان ژن Zip14 تغییرات معنی داری نداشت [۳۸]. این یافته‌ها در کنار نتایج مطالعه حاضر قویاً نشان می‌دهند که پاسخ بیان ژن Zip14 به ورزش و مکمل‌یاری به شدت به نوع بافت (روده کوچک، روده بزرگ، بیضه، کبد)، نوع ورزش و نوع مکمل وابسته است. به نظر می‌رسد روده کوچک به طور خاص به ترکیب تمرین استقامتی شدید و مکمل زنیان با کاهش بیان Zip14 پاسخ می‌دهد.

مطالعه حاضر بر بیان mRNA متمرکز بود، در حالی که تغییرات بالقوه در سطح پروتئین Zip14 یا فعالیت عملکردی آن در انتقال فلزات به‌طور مستقیم ارزیابی نشد. با توجه به اینکه تنظیم Zip14 می‌تواند در سطح پسارونویسی نیز رخ دهد و بر پایداری یا موقعیتیابی پروتئین تأثیر بگذارد [۱۴]، انجام آنالیزهای آتی در سطح پروتئین ضروری به نظر می‌رسد. علاوه بر این، مکانیسم‌های مولکولی دقیق منجر به تغییرات بیانی مشاهده‌شده، نیازمند بررسی بیشتر هستند که شامل اندازه‌گیری مستقیم واسطه‌های التهابی (مانند IL-6)، نشانگرهای استرس اکسیداتیو و غلظت فلزات (روی، آهن، منگنز) در بافت روده می‌شود. در نهایت، اگرچه مسیرهای بنیادین انتقال فلزات اغلب بین گونه‌ها حفاظت شده هستند، اما در تعمیم مستقیم یافته‌های حاصل از این مدل جونده به فیزیولوژی انسان باید احتیاط نمود.

نتیجه‌گیری:

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین استقامتی شدید و مکمل‌یاری همزمان با عصاره آبی بذر زنیان، تأثیرات متفاوتی بر بیان ژن Zip14 (Slc39a14) در بخش‌های مختلف روده رت‌های نر دارد. به طور مشخص، مداخله ترکیبی تمرین و زنیان (گروه ZT) منجر به کاهش معنی‌دار در سطح بیان mRNA ژن Zip14 در بافت روده کوچک در مقایسه با گروه تمرین به تنهایی (گروه ST) گردید. این در حالی است که در بافت روده بزرگ، هیچ‌گونه تغییر آماری معنی‌داری در بیان این ژن بین

- [12] Aydemir TB, Thorn TL, Ruggiero CH, et al. Intestine-specific deletion of metal transporter Zip14 (Slc39a14) causes brain manganese overload and locomotor defects of manganism. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2020;318(4):G673-G681. doi: <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00301.2019>
- [13] Girijashanker K, He L, Soleimani M, et al. Slc39a14 gene encodes ZIP14, a metal/bicarbonate symporter: similarities to the ZIP8 transporter. *Mol Pharmacol.* 2008;73(5):1413-1423. doi: <https://doi.org/10.1124/mol.107.043588>
- [14] Dufner-Beattie J, Wang F, Kuo YM, Gitschier J, Eide D, Andrews GK. The acrodermatitis enteropathica gene ZIP4 encodes a tissue-specific, zinc-regulated zinc transporter in mice. *J Biol Chem.* 2003;278(35):33474-33481. doi: <https://doi.org/10.1074/jbc.M305000200>
- [15] Liuzzi JP, Lichten LA, Rivera S, et al. Interleukin-6 regulates the zinc transporter Zip14 in liver and contributes to the hypozincemia of the acute-phase response. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2005;102(19):6843-6848. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0502257102>
- [16] Peake JM, Neubauer O, Walsh NP, Simpson RJ. Recovery of the immune system after exercise. *J Appl Physiol.* 2017;122(5):1077-1087. doi: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00622.2016>
- [17] Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev.* 2008;88(4):1243-1276. doi: <https://doi.org/10.1006/ajpgi.00301.2019>
- [6] Kambe T, Tsuji T, Hashimoto A, Itsumura N. The physiological, biochemical, and molecular roles of zinc transporters in zinc homeostasis and metabolism. *Physiol Rev.* 2015;95(3):749-784. doi: <https://doi.org/10.1152/physrev.00035.2014>
- [7] Lichten LA, Cousins RJ. Mammalian zinc transporters: nutritional and physiologic regulation. *Annu Rev Nutr.* 2009;29:153-176. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-033009-083312>
- [8] Young JD, Yao SY, Baldwin JM, Cass CE, Baldwin SA. The human concentrative and equilibrative nucleoside transporter families, SLC28 and SLC29. *Mol Aspects Med.* 2013;34(2-3):529-547. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mam.2012.05.007>
- [9] Cragg RA, Christie GR, Phillips SR, et al. A novel zinc-regulated human zinc transporter, hZTL1, is localized to the enterocyte apical membrane. *J Biol Chem.* 2002;277(25):22789-22797. doi: <https://doi.org/10.1074/jbc.M200577200>
- [10] Colvin RA, Holmes WR, Fontaine CP, Maret W. Cytosolic zinc buffering and muffling: Their role in intracellular zinc homeostasis. *Metallomics.* 2010;2(5):306-317. doi: <https://doi.org/10.1039/b926662c>
- [11] Liuzzi JP, Aydemir F, Nam H, Knutson MD, Cousins RJ. Zip14 (Slc39a14) mediates non-transferrin-bound iron uptake into cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2006;103(37):13612-13617. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0606424103>

- and Glycogen Concentrations in Healthy Rat Testis: Effect of Aqueous Ajwain (*Trachyspermum ammi*) Seeds Powder Extraction and High-intensity Treadmill Running. *J Chem Health Risks*. 2024;14(4):[In Press]. doi: <https://doi.org/10.60829/jchr.2024.3121949>
- [25] Niaki AG, Nazari A, Nasiri K. Intense Endurance Running Training and Supplementation with the Aqueous Extract of Ajwain Seed: Effect on the Levels of Zinc and Some zinc Transporters in the Liver Tissue of Male Wistar Rats. *J Anim Biol*. 2024;16(4):83-97. doi:10.61186/jab.16.4.83
- [26] Tinkov AA, Gatiatulina ER, Popova EV, et al. Early high-fat feeding induces alteration of trace element content in tissues of juvenile male Wistar rats. *Biol Trace Elem Res*. 2017;175(2):367-374. doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0777-1>
- [27] Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD, eds. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. ICS-UNIDO; 2008, [https://www.unido.org/sites/default/files/2009-10/Extraction technologies for medicinal and aromatic plants 0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2009-10/Extraction%20technologies%20for%20medicinal%20and%20aromatic%20plants%200.pdf)
- [28] Javed I, Iqbal Z, Rahman ZU, Khan FH, Muhammad F, Aslam B, Ali L. Comparative antihyperlipidaemic efficacy of *Trachyspermum ammi* extracts in albino rabbits. *Pak Vet J*. 2006;26(1):23-29, Doi: <https://doi.org/10.2754/avb200978020229>
- [29] Ghanbari-Niaki A, Rahmati-Ahmadabad S. Effects of a fixed-intensity of endurance training and pistacia atlantica supplementation on ATP-binding cassette G4 expression. <https://doi.org/10.1152/physrev.00031.2007>
- [18] Van Wijck K, Lenaerts K, Van Loon LJ, Peters WH, Buurman WA, Dejong CH. Exercise-induced splanchnic hypoperfusion results in gut dysfunction in healthy men. *PLoS One*. 2011;6(7):e22366. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022366>
- [19] Micheletti A, Rossi R, Rufini S. Zinc status in athletes: relation to diet and exercise. *Sports Med*. 2001;31(8):577-582. doi: <https://doi.org/10.2165/00007256-200131080-00002>
- [20] Bairwa R, Sodha R, Rajawat BS. *Trachyspermum ammi*. *Pharmacogn Rev*. 2012;6(11):56-60. doi:10.4103/0973-7847.95871
- [21] Boskabady MH, Alitaneh S, Alavinezhad A. *Carum copticum* L.: a herbal medicine with various pharmacological effects. *Biomed Res Int*. 2014;2014:569087. doi: <https://doi.org/10.1155/2014/569087>
- [22] Siddiquie F, Ahsan F, Mahmood T, Ahmad MA, Singh A, Bano S. Unlocking the food treasures: *Trachyspermum ammi*—A comprehensive exploration from field to pharmacology. *Food Saf Health*. 2024;2(3):322-343. doi: <https://doi.org/10.1002/fsh3.12043>
- [23] Ranjbaran A, Kavosi G, Mojallal-Tabatabaei Z, Ardestani SK. The antioxidant activity of *Trachyspermum ammi* essential oil and thymol in murine macrophages. *Biocatal Agric Biotechnol*. 2019;20:101220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101220>
- [24] Nazari A, Ghanbari-Niaki A, Nasiri K. The Selected Zinc Transporters (ZnT and ZIP) Gene Expression, Zinc, Iron

- [36] Aydemir TB, Kim MH, Kim J, et al. Metal transporter Zip14 (Slc39a14) deletion in mice increases manganese deposition and produces neurotoxic signatures and diminished motor activity. *J Neurosci*. 2017;37(25):5996-6006. doi: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0285-17.2017>
- [37] Guthrie GJ, Aydemir TB, Troche C, Martin AB, Chang SM, Cousins RJ. Influence of ZIP14 (slc39A14) on intestinal zinc processing and barrier function. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 2015;308(3):G171-G178. doi: <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00021.2014>
- [38] Khavidaki AD, Ghanbari-Niaki A, Nasiri K, Khavidaki MH. Zinc Transporters in the Livers of Healthy Male Wistar Rats: An Investigation of the Effects of Aerobic Exercise and Supplementation with Pumpkin Seed and White Pea. *Zahedan J Res Med Sci*. 2023;26(1):e136362. doi: <https://doi.org/10.5812/zjrms-137982>
- Chin Med. 2013;8:16. doi: <https://doi.org/10.1186/1749-8546-8-23>
- [30] Ghanbari-Niaki A, Ghanbari-Abarghooi S, Rahbarizadeh F, et al. Heart ABCA1 and PPAR- α genes expression responses in male rats: effects of high intensity treadmill running training and aqueous extraction of black crataegus-pentaegyna. *Res Cardiovasc Med*. 2013;2(4):153-159. doi: 10.5812/cardiovascmed.13892
- [31] Van Pelt LF. Ketamine and xylazine for surgical anesthesia in rats. *J Am Vet Med Assoc*. 1977;171(9):842-844, Doi: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/171/9/javma.1977.171.09.842.xml>
- [32] Livak KJ, Schmittgen TD. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta CT$ method. *Methods*. 2001;25(4):402-408. doi: <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>
- [33] Taylor KM, Morgan HE, Johnson A, Nicholson RI. Structure-function analysis of a novel member of the LIV-1 subfamily of zinc transporters, ZIP14. *FEBS Lett*. 2005;579(2):427-432. doi: <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2004.12.006>
- [34] Costa RJS, Snipe RMJ, Kitic CM, Gibson PR. Systematic review: exercise-induced gastrointestinal syndrome—implications for health and intestinal disease. *Aliment Pharmacol Ther*. 2017;46(3):246-265. doi: <https://doi.org/10.1111/apt.14157>
- [35] Aydemir TB, Cousins RJ. The multiple faces of the metal transporter ZIP14 (SLC39A14). *J Nutr*. 2018;148(2):174-184. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/nxx041>

تأثیر یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر عملکرد هوازی، قدرت عضلانی و چابکی در نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران

سیاوش حاتمی[✉]، آقاعلی قاسمیان^۲، حمیدرضا نوروزی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۶

۱- کارشناسی ارشد فیزیولوژی

ورزشی، گروه علوم ورزشی،
دانشکده علوم انسانی، دانشگاه
زنجان، زنجان، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم ورزشی،

دانشکده علوم انسانی، دانشگاه
زنجان، زنجان، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم ورزشی،

دانشکده علوم انسانی، دانشگاه
زنجان، زنجان، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

S.hatami@znu.ac.ir

چکیده

هدف: امروزه با توجه به افزایش اهمیت ورزش قهرمانی و دستیابی به بالاترین رکوردهای ورزشی، استفاده از راهبردهای تغذیه‌ای مانند مصرف مکمل‌های ورزشی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر ۱۶۰۰ متر، قدرت بیشینه در نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران بود.

روش شناسی: به همین منظور، ۱۶ ووشوکار مرد با میانگین سنی: $16/26 \pm 1/68$ سال، وزن: $58/74 \pm 3/96$ کیلوگرم، قد: $172/44 \pm 13/14$ سانتی‌متر به صورت تصادفی در دو گروه دارونما و مکمل تقسیم شدند. آزمون‌های عملکردی توسط آزمودنی‌ها اجرا شد. سپس گروه مکمل یک ساعت پیش از خواب دو عدد کپسول حاوی مکمل ZMA به میزان ۳۹۰ میلی‌گرم مصرف نمودند. ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی آزمون‌های عملکردی توسط آزمودنی‌ها اجرا شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از آزمون تحلیل کواریانس و آزمون تی زوجی به وسیله نرم افزار SPSS23 در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: رکورد دوی ۱۶۰۰ متر پس از یک دوره اردوی تمرینی به همراه مصرف مکمل ZMA در نوجوانان تیم ملی جمهوری اسلامی ایران نسبت به گروه دارونما به طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($P = 0/004$). اما، قدرت یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه و اسکات پس از یک دوره اردوی تمرینی به همراه مصرف مکمل ZMA در نوجوانان تیم ملی جمهوری اسلامی ایران نسبت به گروه دارونما تفاوت معنی‌داری نداشته است ($P = 0/33$). همچنین، رکورد آزمون چابکی تی پس از یک دوره اردوی تمرینی به همراه مصرف مکمل ZMA در نوجوانان تیم ملی جمهوری اسلامی ایران نسبت به گروه دارونما تفاوت معنی‌داری نداشته است ($P = 0/40$).

نتیجه گیری: به طور کلی، در ارتباط با مصرف مکمل ZMA می‌توان اظهار داشت که جهت بهبود رکوردهای عملکردی در کنار اجرای تمرینات ورزشی می‌توان از مکمل ZMA استفاده نمود که مصرف این مکمل در نوجوانان ورزشکار می‌تواند زمینه را برای موفقیت بیشتر آنها فراهم نماید.

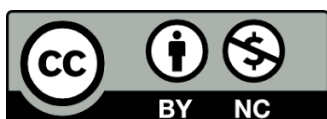
واژگان کلیدی: یک تکرار بیشینه، روی منیزیم، ووشو، ۱۶۰۰ متر، چابکی T.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان

شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

نوع دسترسی: آزاد

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143645.1091>



Copyright ©The authors



The Effects of a Training Camp Period with ZMA Supplementation on Aerobic Power, Muscle Strength and Agilitin youth male wusho kas of the Iran National Team

Siavash Hatami^{1✉}, Agha Ali Ghasemnian², Hamid Reza Noroozi³

Received: 2025/02/02

Accepted: 2025/02/19

Abstract

Aim: Today, due to the importance of championship sport of the athletic performance as well as the mental conditions performed during training in training camps, the use of nutritional strategies such as the use of sports supplements is essential. Therefore, the purpose of the present study was to impact assessments of a training camp period with ZMA supplementation on the aerobic power, muscle strength and agility in youth male wusho kas of the Iranian national team.

Method: For this purpose, 16 male abductors with average age: 16.26 ± 1.68 years, weight: 58.74 ± 3.96 kg, height: 172.44 ± 13.14 cm were randomly divided into placebo and supplement groups. Then performance tests were performed by the subjects. Then, the subjects of the supplement group took two capsules containing ZMA supplement in the amount of 490 mg one hour before sleeping. 24 hours after the last training session, practical tests were performed by the subjects. Data analysis was performed using covariance and paired t-test by SPSS23 software at a significance level of $P < 0.05$.

Results: The 1600 meters running record after a training camp period along with ZMA supplementation in the teenagers of the national team of the Islamic Republic of Iran was significantly higher than the placebo group ($P=0.004$). Also, the strength of one maximum repetition of bench press and squat after a training camp period along with ZMA supplementation in the teenagers of the national team of the Islamic Republic of Iran did not differ significantly compared to the placebo group ($P=0.337$, $P=0.133$). Also, there was no significant difference in T agility test record after a training camp period with ZMA supplement consumption in the youths of the Islamic Republic of Iran national team compared to the placebo group ($P=0.404$).

Conclusion: In general, the consumption of ZMA supplement, it can be stated that in order to improve the records of aerobic performance. ZMA used that the consumption of this supplement in adolescent athletes can provide the basis for their greater success.

Keywords: One repetition maximum, Magnesium zinc, Wushu, 1600 meters, Agility T.

1- Master of Science in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

2- Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

✉ Corresponding author

S.hatami@znu.ac.ir

ISSN: 2980-8960

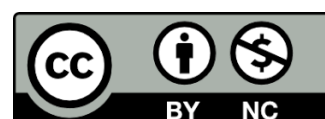
All rights of this article are reserved for Authors.

Owner and Publisher: University of Kurdistan

Journal ISSN (online): 2980-8960

Access Type: Open Access

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143645.1091>



Copyright ©The authors

Citation:

Hatami S, Ghasemnian A, Noroozi HR. The Effects of 40 days Training Camp Period with ZMA Supplementation on Aerobic Power, Muscle Strength and Agilitin youth male wusho kas of the Iran National Team. Research in Exercise Nutrition. 2025;3(3):61-73, Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.143645.1091>

مقدمه

یکی از رشته‌های ورزشی پرطرفدار، ووشو است. ووشو به مجموعه هنرهای رزمی چینی گفته می‌شود که امروزه با نام‌های سی ام ای نیز شناخته می‌شود و به عنوان یکی از گسترده‌ترین رشته‌های رزمی می‌باشد (۱). ورزشکاران رشته ووشو نیز همچون سایر ورزشکاران به دنبال رسیدن به بالاترین سطح آمادگی جهت حضور در میادین ورزشی هستند. موفقیت در هر رشته ورزشی نیازمند قابلیت‌های جسمانی و فیزیولوژیکی ویژه آن رشته است. بنابراین یکی از روش‌های اصلی در تعیین میزان اثربخشی برنامه‌های تمرینی برای اجرای ورزش، آگاهی از وضعیت آمادگی جسمانی ورزشکاران است. آزمون‌های آمادگی جسمانی یا به صورت آزمایشگاهی و یا به صورت میدانی اجرا می‌شوند (۲). بی شک آمادگی قلبی- تنفسی یکی از عوامل مهم آمادگی جسمانی است و به نظر اکثر متخصصان معیار منحصر به فرد ارزیابی آمادگی جسمانی می‌باشد. اغلب دانشمندان دقیق‌ترین عامل مورد اندازه‌گیری این قابلیت را در اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_{2max}) (۳) می‌دانند و عبارت است از بیشترین مقدار اکسیژنی که در خلال اجرای حداکثر فعالیت بدنی تا حد واماندگی مصرف می‌شود. اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی بیشینه به صورت دقیق در آزمایشگاه‌ها و با تجهیزات آزمایشگاهی صورت می‌گیرد. اگر چه این روش به طور دقیق آمادگی هوازی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد، ولی اغلب به علت گران بودن تجهیزات و عملی نبودن این روش‌ها در برخی موقعیت‌ها، برای ارزیابی VO_{2max} استفاده می‌شود (۳).

از سویی، قدرت عضلانی نیز یک جز مهم و اساسی در تعیین عملکرد ورزشکاران است (۴). استفاده از حرکات تمرین مقاومتی پویا که با وزنه‌های آزاد اجرا می‌گردد، یکی از معروف‌ترین نوع آزمون‌های قدرتی است. این حرکات تمرینی از چند لحاظ دارای مزیت هستند؛ اول این که شامل بخشی از برنامه تمرینی ورزشکار بوده و باعث تحریک مناسب‌تر حرکات و مهارت‌های رشته ورزشی مورد نظر می‌شود و در نهایت این که درگیر سازی حجم عضلانی زیادی را شامل می‌شود. یکی از موضوعاتی که در بحث ارزیابی قدرت بیشینه به طور پیوسته مورد بحث قرار دارد، ارزیابی قدرت

بیشینه از طریق یک تکرار بیشینه^۲ ($1RM$) یا پیش‌بینی قدرت بیشینه از طریق تعداد تکرارهای اجرا شده با بارهای زیر بیشینه است (۵). از شاخص $1RM$ در تمام رشته‌های ورزشی جهت برنامه‌ریزی تمرینات قدرتی و استقامتی با وزنه استفاده می‌شود و از شاخص‌های مهم در تمرینات بدنسازی ورزشکاران به شمار می‌رود. منظور از یک تکرار بیشینه، حداکثر وزنه‌ای است که ورزشکار تنها برای یک بار می‌تواند آن را جابه‌جا کند و واحد آن به کیلوگرم است (۶). یکی دیگر از اجزای آمادگی جسمانی مرتبط با اجرای چابکی^۳ می‌باشد. توانایی تغییر سریع وضعیت بدن یا مسیر حرکت بدن با حفظ تعادل در فضا و درک موقعیت را چابکی می‌نامند. عواملی نظیر سرعت حرکت، سرعت عکس العمل هماهنگی، تعادل و دستگاه بینایی در چابکی تاثیر دارند. چابکی یکی از اجزای سرعت است، هرچند در چابکی تاکید بیشتری بر کاهش شتاب، واکنش سریع در تغییر جهت یا وضعیت بدن و شتاب‌گیری مجدد می‌شود. همانند سرعت، چابکی نیز به دو صورت عمومی (یا کل بدن) و موضعی (عضو اندام خاص) است (۷). یکی از آزمون‌های میدانی مورد استفاده برای چابکی آزمون T می‌باشد. در این آزمون آزمودنی هر آزمودنی سه تلاش انجام می‌دهد و بهترین زمان آن‌ها برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بین هر تلاش ۳ تا ۵ دقیقه استراحت برای ریکاوری کامل داده می‌شود (۸).

از سویی، امروزه پیشرفت علوم ورزشی و به دنبال آن صنعت مکمل‌های ورزشی بر کسی پوشیده نیست، به گونه‌ای که مصرف مکمل‌های ورزشی در بین ورزشکاران، رواج بسیار یافته است. اجرا یا عملکرد ورزشی امر بسیار مهمی است که به عوامل گوناگونی از جمله تغذیه، عملکرد عصبی و عضلانی، قدرت، مهارت، شرایط محیطی، شرایط روحی و روانی و تولید انرژی وابسته است (۹). یکی از مکمل‌های محبوب و رایج در میان ورزشکاران، ZMA ^۴ است. این مکمل، به عنوان یک مکمل غذایی انرژی‌زا در بین ورزشکاران و بدنسازان استفاده می‌شود (۶) و تا این زمان هیچ عوارض جانبی در رابطه با استفاده از این مکمل گزارش نشده است (۱۰). ZMA مخفف روی، منیزیم، آسپارات است (۱۱).

² One- repetition maximum

³ Agility

⁴ Zinc Magnesium Aspartate

¹ maximum oxygen uptake (or consumption)

ویتامین ب^۶ یک ویتامین محلول در آب است و به طور عمده در رژیم غذایی ما به شکل پیریدوکسین^۵، پیریدوکسال^۶ و پیریدوکسامین^۷ وجود دارد (۱۷). این ویتامین به عنوان یک کوآنزیم در سوخت و ساز اسیدهای آمینه، کربوهیدرات و چربی ایفای نقش دارد (۱۸). علاوه بر این، از طریق ساخت انتقال دهنده‌های عصبی در سیگنال‌دهی عصبی نقش دارد (۱۷).

در بررسی‌های انجام گرفته، نتایج جالب توجهی از مصرف مکمل ZMA و یا موارد مشابه آن گزارش شده است. در همین راستا، شیخ‌الاسلامی و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی به بررسی اثر مکمل ZMA به تنهایی و ZMA همراه با کربوهیدرات در مردان تمرین نکرده به مدت شش هفته پرداختند و به این نتیجه رسیدند که حداکثر قدرت حرکت پرس سینه در هر سه گروه ZMA، دارونما و ZMA همراه با کربوهیدرات با افزایش معنی‌داری همراه بود (۱۵). در پژوهشی دیگر رضائی زنون و همکاران (۲۰۲۲)، به بررسی اثر مکمل یاری با ZMA بر شاخص‌های التهابی آسیب عضله به دنبال یک وهله فعالیت مقاومتی برون‌گرا در دختران غیر ورزشکار پرداختند؛ مشخص شد سطوح CK و LDH بعد از فعالیت مقاومتی برون‌گرا در هر سه گروه (فعالیت مقاومتی برون‌گرا همراه با مکمل ZMA، فعالیت مقاومتی برون‌گرا همراه با دارونما و فعالیت مقاومتی) افزایش یافت هرچند که برای هر سه گروه معنی‌دار نبود و مشخص گردید ۱۴ روز مکمل‌یاری ZMA شاخص‌های آسیب عضلانی را کاهش نمی‌دهد (۱۹). رحیمی و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی تأثیر مکمل ZMA بر ترکیب بدن و یک تکرار بیشینه در دوندگان سرعت پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ۸ هفته مصرف مکمل ZMA باعث افزایش قابل توجهی در یک تکرار بیشینه اندام فوقانی و تحتانی شده است. همچنین یک تکرار بیشینه اندام فوقانی و تحتانی بعد از ۸ هفته در گروه مکمل نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت (۲۰). از سویی، ویلبرن^۸ و همکاران (۲۰۰۴)، گزارش کردند که هیچ تغییر آماری معنی‌داری در میانگین یک تکرار بیشینه پرس نیمکت و پرس پا در بین گروه‌ها مشاهده نشده است (۱۴). در پژوهشی دیگر رواسی و

ZMA یک ترکیب مخصوصی از روی منیزیم و ویتامین ب^۶ است، که در این محصول روی و منیزیم به ترتیب به شکل روی مونومیتوینن آسپاراتات و منیزیم آسپاراتات وجود دارد. در واقع، روی و منیزیم به منظور افزایش جذب، با آسپاراتات ترکیب می‌شود (۱۲). این مکمل بر این منطق استوار است که کمبود روی و منیزیم ممکن است تولید تستوسترون و فاکتور رشد شبه انسولین^۱ (IGF-1) را کاهش دهد (۱۱). روی یک ریز مغذی و یک عنصر کمیاب ضروری می‌باشد که مقادیر بسیار کم آن برای سلامتی انسان ضروری است. بیشترین مقدار این یون فلزی در بافت‌های استخوانی و عضلات یافت می‌شود و تنها مقدار کمی از آن در کبد، پوست یا سایر بافت‌ها دیده می‌شود. یون روی در بدن سه وظیفه بیولوژیکی مهم برعهده دارد که عبارتند از: نقش ساختاری، تنظیمی و کاتالیزوری (۱۳). عنصر روی در دامنه‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی حیاتی درگیر می‌باشد و برای فعالیت بیش از ۳۰۰ آنزیم مورد نیاز است. آنزیم‌های حاوی روی در بسیاری از اجزای سوخت و ساز درشت مغذی‌ها و به ویژه تکثیر سلولی مشارکت دارند (۱۴). علاوه بر این، آنزیم‌های حاوی روی مانند کربنیک انیدراز^۲ و لاکتات دهیدروژناز^۳ در سوخت و ساز ورزش نقش دارند در حالی که سوپراکسید دیسموتاز^۴ از آسیب رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند. مشخص شده است که کمبود روی در ورزشکارانی که حرفه‌ای و تفریحی تمرین می‌کنند، بیشتر است (۱۵). جز دیگر مکمل ZMA، منیزیم می‌باشد (۱۲)؛ که از نظر فراوانی چهارمین کاتیون در بدن و دومین کاتیون درون سلولی است (۱۶). منیزیم یک عنصری بی‌نظیری است که نقش اساسی در بسیاری از واکنش‌های سلول ایفا می‌کند. بیش از ۳۰۰ واکنش متابولیکی به منیزیم به عنوان یک کوفاکتور احتیاج دارند؛ که مهمترین موارد آن شامل: گلیکولیز، سوخت و ساز چربی و پروتئین، تولید آدنوزین تری فسفات و دستگاه پیام رسان ثانویه می‌باشد. منیزیم به عنوان یک تنظیم کننده فیزیولوژیکی، هورمونی، عصبی-عضلانی، و همچنین عملکرد قلبی عروقی، دستگاه ایمنی، هورمونی و استحکام غشای سلولی، نقش دارد (۱۴). دیگر ترکیب موجود در ZMA ویتامین ب^۶ می‌باشد (۱۲).

^۵ Pyridoxine

^۶ Pyridoxal

^۷ Pyridoxamine

^۸ Wilborn et al

^۱ Insulin-like Growth Factor 1

^۲ Carbonic Anhydrase

^۳ Lactate Dehydrogenase

^۴ Superoxide dismutase

تقسیم‌بندی افراد، مشخصات آزمودنی‌ها شامل: سن، قد، وزن، پرسشنامه پزشکی و سابقه ورزشی آنها جمع‌آوری و ثبت شد. اندازه قد و وزن و شاخص تودهٔ بدنی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد و سپس کلیات مراحل پژوهش و آزمون به طور دقیق در جلسه-ای توجیهی برای ووشو کاران توضیح داده شد که توضیحات شامل موارد زیر بود:

- ✓ اهداف پژوهش توضیح داده شد.
- ✓ مراحل پژوهش و وظایف آزمودنی‌ها توضیح داده شد.
- ✓ توصیه آزمودنی‌ها به این که سعی کنند رژیم غذایی، خواب و ... را طبق مواردی که در اردو به آنها اعلام می‌شود پیش ببرند و سعی کنند آنها را در دوره پیش آزمون و پس آزمون شبیه به هم نگه دارند.
- ✓ خارج از تمرینات اردو فعالیت بدنی شدید نداشته باشند.
- ✓ توضیح این که در طول این ایام از خوردن هر گونه دارو یا مکمل به غیر از مکمل و دارونمای توصیه شده پژوهشگر، که بتواند در نتیجه پژوهش تاثیر و مداخله‌ای به وجود آورد، امتناع گردد.

ارزیابی آمادگی هوازی

جهت ارزیابی عملکرد هوازی آزمودنی‌ها از آزمون دوی ۱۶۰۰ متر استفاده شد. بدین منظور، آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، دوی ۱۶۰۰ متر را در پیست دو و میدانی انجام دادند و زمان مربوط به هر یک از آزمودنی‌ها ثبت گردید (۲۲).

ارزیابی عملکرد قدرتی

قدرت یک تکرار بیشینه در ابتدا و پایان پژوهش در آزمودنی‌ها، پس از گرم کردن به وسیلهٔ حرکات اسکات، پرس سینه با استفاده از معادلهٔ برزیکی^۱ محاسبه شد (۲۳):

$$\text{یک تکرار بیشینه} = \frac{\text{وزنه‌ی جا به جا شده (کیلو گرم)}}{0.278 + (\text{تعداد تکرار تا خستگی} - 1) \times 0.278}$$

ارزیابی چابکی

همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی مکمل‌های روی، منیزیم و روی همراه منیزیم بر قدرت عضلانی زنان فعال پرداخته بودند، مشخص شد که مکمل روی، منیزیم و روی همراه منیزیم بر قدرت عضلات اندام تحتانی تاثیر معنی‌داری نداشت. اما مکمل منیزیم بر قدرت عضلات اندام فوقانی تاثیر معنی‌داری داشت. همچنین مکمل روی و روی همراه منیزیم بر قدرت عضلات پشت و خم کننده‌های دست تاثیر معنی‌داری داشت (۲۱). با توجه به این که ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی برای بهبود عملکرد خود، در رقابت با سایر ورزشکاران ناگزیر به استفاده از مکمل‌های ورزشی هستند و در این بین ورزشکاران ووشوکاران نوجوان هم از این قاعده مستثنی نیستند؛ و نوجوانان ووشوکار نیز ضمن توجه به بهبود عملکرد، نیم نگاهی به بحث سلامت داشته و مشتاق استفاده از مکمل‌های مفید و بی‌ضرر هستند. همچنین ورزشکاران به دلیل از دست دادن بخشی از روی و منیزیم بدن که از عناصر مهم بدن بوده و در بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی دخیل می‌باشند و از طرف دیگر با توجه به اینکه مطالعات محدودی در ورزش بر روی نوجوانان رشته ووشو صورت گرفته و تا کنون گزارشی در رابطه استفاده از مکمل ZMA در نوجوانان ووشوکار در سطح ملی موجود نبوده است و همچنین پژوهشی که به طور خاص اثر این مکمل را بر چابکی، استقامت هوازی و قدرت بیشینه بسنجد، موجود نیست. از طرف دیگر با توجه به اهمیتی که چابکی، استقامت هوازی و قدرت بیشینه در عملکرد ورزشی ووشو کاران دارند، بنابراین، پژوهش حاضر در صدد پاسخ-گویی به این پرسش است که آیا مصرف یک دوره مکمل ZMA بر روی آمادگی هوازی، عملکرد قدرتی و چابکی در ووشو کاران نوجوان تیم ملی جمهوری اسلامی ایران موثر خواهد بود؟

روش‌شناسی:

پژوهش حاضر از لحاظ شیوه اجرا از نوع آزمایشی و به لحاظ هدف از نوع تجربی- کاربردی و با طرح پیش‌آزمون و پس-آزمون است.

جامعه آماری شامل تمام ورزشکاران نوجوان تیم ملی رشته ووشو بخش ساندا بود که از بین آنها با توجه به معیار ورود به مطالعه ۱۶ نفر انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه مکمل (۸ نفر) و دارونما (۸ نفر) قرار گرفتند. پس از انتخاب و

¹ Brzycki equation

پژوهش حاضر با کد اخلاق IR.ZNU.REC.1402.025 ثبت شده است.

روش آماری:

پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات توسط نرم‌افزار ۲۳ SPSS تجزیه و تحلیل و از آزمون شاپیروویلک برای اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد و جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از آزمون تحلیل کواریانس و آزمون تی زوجی استفاده شد. سطح معنی‌داری $P < 0.05$ بود.

یافته‌ها:

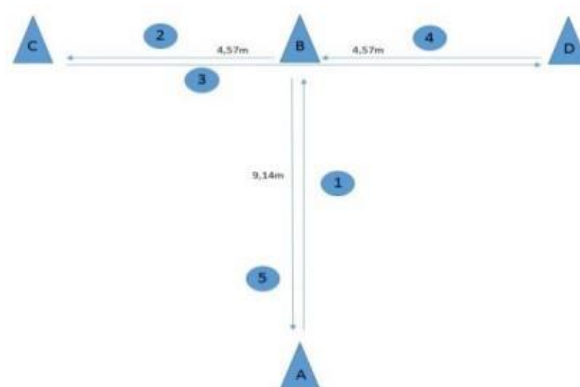
جدول ۱، اطلاعات توصیفی شامل: وزن، قد، شاخص توده بدنی و سن را در گروه‌های پژوهش نشان می‌دهد.

جدول ۱- آمار توصیفی مربوط به آزمودنی‌ها در گروه‌های پژوهش

گروه	تعداد	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	سن (سال)
مکمل	۹	58.22 ± 3.81	175.22 ± 12.10	19.92 ± 2.29	16.25 ± 2.12
دارونما	۹	59.17 ± 4.12	169.56 ± 16.49	20.16 ± 1.54	16.28 ± 1.22

تجزیه تحلیل آماری آزمون کواریانس نشان داد که یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر روی آزمون ۱۶۰۰ متر نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران تاثیر معنی‌داری دارد ($\eta^2 = 0.508$, $F_{(2,15)} = 12.392$, $P = 0.004$). به عبارت دیگر، سبب کاهش معنی‌دار رکورد اجرای دوی ۱۶۰۰ متر شده است (شکل ۱). مجذور اتا نشان دهنده اثر متوسط نوع گروه-ها است. علاوه بر این، آزمون تی زوجی نشان داد که آزمون ۱۶۰۰ متر نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران پس از یک دوره تمرینی در گروه مکمل ZMA نسبت به پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری نداشته است ($t = 2.138$, $df = 8$, $P = 0.065$) (شکل ۱). همچنین، آزمون تی زوجی نشان داد که آزمون ۱۶۰۰ متر نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران پس از یک دوره تمرینی در گروه دارونما نسبت به پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری نداشته است ($t = -2.211$, $df = 5$, $P = 0.07$) (شکل ۲).

جهت ارزیابی چابکی آزمودنی‌ها در ابتدا و پایان پژوهش از آزمون چابکی T استفاده شد. در این آزمون، آزمودنی به صورت ایستاده از پشت خط شروع می‌کند (A) به گونه‌ای که با حداکثر سرعت، ۹.۱۴ متر به صورت مستقیم به سمت جلو می‌دود و با دست راست نوک مانع را لمس می‌کند (B)، سپس با حرکت پابکس ۴.۷۵ متر به سمت چپ رفته و با دست چپ نوک مانع را لمس می‌کند (C)، در مرحله بعد با یک تغییر جهت و حرکت پابکس ۹.۱۴ متر به سمت راست می‌دود و با دست راست نوک مانع را لمس می‌کند (D)، در ادامه با حرکت پابکس ۴.۷۵ متر به سمت چپ نوک مانع را لمس می‌کند (B) و در پایان با ۹.۱۴ متر دویدن به عقب از محلی که شروع کرده بود (A)، عبور می‌کند (شکل ۱). هر آزمودنی سه تلاش انجام داد و بهترین زمان آنها برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. بین هر تلاش ۳ تا ۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد (۸).

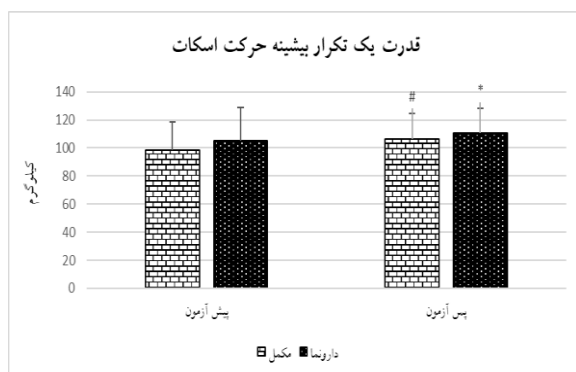


شکل ۱- آزمون چابکی T

در پژوهش حاضر، یک ساعت پیش از خواب دو عدد کپسول حاوی مکمل ZMA به میزان ۴۹۰ میلی‌گرم (روی: ۳۰ میلی‌گرم، منیزیم آسپارات: ۴۵۰ میلی‌گرم و ویتامین ب ۶: ۱۰-۱۱ میلی‌گرم) توسط آزمودنی‌ها مصرف گردید. همچنین، به همین مقدار نیز دو عدد کپسول حاوی پودر نشاسته توسط آزمودنی‌ها یک ساعت پیش از خواب مصرف شد.

پژوهش حاضر به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت که مرحله پیش‌آزمون در تهران و مرحله پس‌آزمون در اردوی تمرینی بندر گز انجام گرفت و تمام موازین اخلاقی رعایت شد و

تجزیه تحلیل آماری آزمون کواریانس نشان داد که یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر روی قدرت بیشینه حرکت اسکات نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران تاثیر معنی داری نداشته است ($\eta^2 = 0/165$)، $F(2,16) = 2/572, P = 0/13$ (شکل ۴). مجذور اتا نشان دهنده اثر ضعیف نوع گروه‌ها است. علاوه بر این، آزمون تی زوجی نشان داد که قدرت یک تکرار بیشینه حرکت اسکات نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران پس از یک دوره تمرینی در گروه مکمل ZMA نسبت به پیش‌آزمون به طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($t = -4/905, df = 8, P = 0/001$) (شکل ۴). همچنین، آزمون تی زوجی نشان داد که قدرت یک تکرار بیشینه حرکت اسکات نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران پس از یک دوره تمرینی در گروه دارونما نسبت به پیش‌آزمون به طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($t = -5/806, df = 6, P = 0/001$) (شکل ۴).

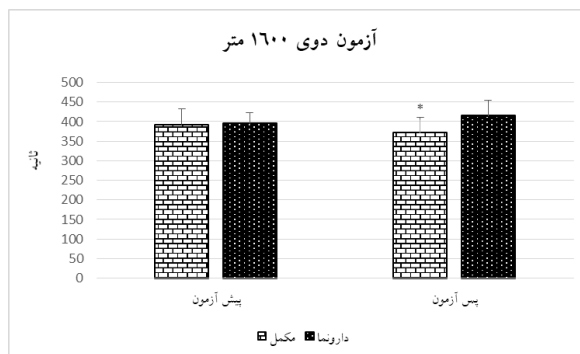


شکل ۴- آزمون قدرت یک تکرار بیشینه اسکات

#: تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون

#: تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون

تجزیه تحلیل آماری آزمون کواریانس نشان داد که یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر روی چابکی نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران تاثیر معنی‌داری نداشته است ($\eta^2 = 0/054$)، $F(2,16) = 0/745, P = 0/40$ (شکل ۵). مجذور اتا نشان دهنده اثر ضعیف نوع گروه‌ها است. علاوه بر این، آزمون تی زوجی نشان داد که چابکی نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران پس از یک دوره تمرینی در گروه مکمل ZMA نسبت به پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری نداشته است ($t = 0/946, df = 8, P = 0/37$) (شکل ۵). همچنین، آزمون تی زوجی نشان داد که چابکی نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری



شکل ۲- آزمون دوی ۱۶۰۰ متر

#: تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه دارونما

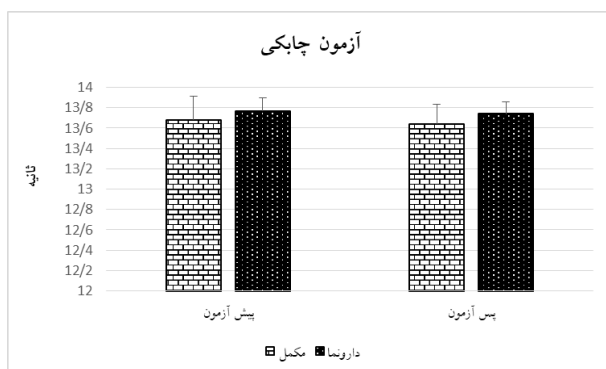
تجزیه تحلیل آماری آزمون کواریانس نشان داد که یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر روی قدرت بیشینه حرکت پرس سینه نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران تاثیر معنی‌داری نداشته است ($\eta^2 = 0/077$)، $F(2,15) = 1/000, P = 0/33$ (شکل ۳). مجذور اتا نشان دهنده اثر ضعیف نوع گروه‌ها است. علاوه بر این، آزمون تی زوجی نشان داد که قدرت یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه تیم ملی جمهوری اسلامی ایران پس از یک دوره تمرینی در گروه مکمل ZMA نسبت به پیش‌آزمون به طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($t = -3/049, df = 7, P = 0/019$) (شکل ۳). همچنین، آزمون تی زوجی نشان داد که قدرت یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران پس از یک دوره تمرینی در گروه دارونما نسبت به پیش‌آزمون به طور معنی‌داری بالاتر بوده است ($t = -6/973, df = 6, P = 0/000$) (شکل ۳).



شکل ۳- آزمون قدرت یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه

#: تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون

#: تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون



شکل ۴- آزمون چابکی (تی)

همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهش خود نشان دادند که شش هفته تمرین تناوبی هوازی همراه با مصرف مکمل روی به میزان ۳۰ میلی گرم در روز سبب بهبود معنی دار توان هوازی زنان فوتسالیست شده است (۲۷). در مقابل، لی^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهش خود نشان دادند مصرف مکمل ترکیبی حاوی روی، منیزیم و آهن به مدت ۱۲ هفته تأثیر معنی داری بر روی اکسیژن مصرفی بیشینه آزمودنی های ورزشکار نداشته است (۲۸). علاوه بر این، اسکیزی^۲ (۲۰۲۱)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف حاد مکمل روی به میزان ۲۲۰ و ۴۴۰ میلی گرم در روز تأثیر معنی داری بر روی عملکرد هوازی زنان والیبالیست ایجاد نکرد (۲۹). به طور کلی، با توجه به بررسی پژوهش های انجام گرفته در این زمینه، به نظر می رسد که مصرف مکمل ZMA و مکمل های حاوی روی و منیزیم می تواند اثر قابل توجهی بر روی عملکرد هوازی داشته باشد. اما در پژوهش های انجام گرفته، مشاهده شد که مصرف مکمل های یاد شده اثر معنی داری بر روی عملکرد هوازی در ورزشکاران نخبه جوان نداشته است. به نظر می رسد که در پژوهش حاضر به دلیل این که آزمودنی ها نوجوان و در سنین رشد بوده اند، بیشتر تحت تأثیر مصرف مکمل قرار گرفته اند و بهبود قابل توجهی در عملکرد هوازی آنها مشاهده شده است.

به طور کلی، از آنجایی که بخشی از مکمل ZMA عنصر روی است، مصرف مکمل روی در کنار منیزیم و آسپاراتات سبب اثربخشی بر روی آنزیم های لاکتات دهیدروژناز و کربنیک انیدراز می گردد که این آنزیم ها بر روی سوخت و ساز بین بافتی نقش

اسلامی ایران پس از یک دوره تمرینی در گروه دارونما نسبت به پیش آزمون تفاوت معنی داری نداشته است ($P = 0/52$)، ($t = 0/671, df = 6$) (شکل ۵).

بحث:

یافته های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل ZMA در کنار یک دوره اردوی تمرینی سبب بهبود عملکرد دوی ۱۶۰۰ متر نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران شده است. در صورتی که، مصرف مکمل ZMA تأثیر معنی داری را در قدرت یک تکرار بیشینه حرکات پرس سینه و اسکات ایجاد نکرده است. همچنین، یافته های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل ZMA در کنار یک دوره اردوی تمرینی تأثیر معنی داری را در چابکی نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران ایجاد نکرده است.

در بررسی های انجام گرفته گزارش شده است که آسپاراتات جزء سوم مکمل ZMA می تواند سبب کاهش هیپراآمونی ناشی از انجام تمرینات ورزشی شود و همچنین موجب افزایش استقامت ورزشی گردد و عاملی است که می تواند سبب حفظ کلیگوژن و افزایش نرخ فرآیند اکسیداسیون چربی گردد (۳۴). با توجه به موارد یاد شده، بهبود ۱۰ درصدی عملکرد دوی ۱۶۰۰ متر نوجوانان ووشوکاران نوجوان به دنبال مصرف مکمل ZMA در پژوهش حاضر تأیید می گردد. در همین راستا، قاسمیان و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهش خود گزارش کرده اند که مصرف مکمل روی منیزیم به مدت سه ماه عملکرد استقامتی موش های آزمایشگاهی ماده را افزایش می دهد (۲۵). علاوه بر این در پژوهش های مشابه، فلاح محمدی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهش خود نشان دادند که یک جلسه فعالیت حاد وامانده ساز بر روی نوارگردان همراه با مصرف مکمل روی منیزیم سولفات سبب بهبود معنی دار اکسیژن مصرفی بیشینه در آزمودنی ها شده است (۲۶). همچنین، سعیدی و

¹ Lee et al

² Eskici

ZMA همراه با کربوهیدرات با افزایش معنی‌داری همراه بود (۱۵). همچنین، رواسی و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهش خود نشان دادند که هشت هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل روی سولفات ۵۰ میلی‌گرم و منیزیم ۲۵۰ میلی‌گرم باهم موجب بهبود عملکرد قدرتی بالا تنه در زنان فعال شده است (۳۲).

به طور کلی، با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه گزارش شده است که سازوکار مکمل ZMA بدین صورت است که با اثربخشی مثبت بر روی هورمون‌های آنابولیک همچون IGF-1، هورمون رشد و تستوسترون و بهبود دوره بازیافت سبب بهبود عملکرد شده است (۳۳). از آنجایی که هورمون IGF-1، رشد و تستوسترون جزء هورمون‌هایی است که بر روی عضله سازی نقش ویژه و با اهمیتی دارد، افزایش قدرت عضلانی ناشی از افزایش سطوح هورمون‌های یاد شده است. اما به نظر می‌رسد که میزان و طول دوره مصرف مکمل ZMA در پژوهش حاضر به اندازه‌ای نبوده است که بتواند هورمون‌های یاد شده را بیشتر تحت تاثیر قرار دهد و موجب بهبود عملکرد قدرتی در آزمودنی‌های پژوهش شود. از سویی، شدت تمرینات به کار گرفته شده در پژوهش حاضر نیز می‌تواند یکی از عواملی باشد که سبب کاهش IGF-1 شده و در نتیجه سبب عدم تاثیر بر روی عملکرد قدرتی آزمودنی‌های پژوهش شده است.

علاوه بر این، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل ZMA تاثیر معنی‌داری را بر روی عملکرد چابکی آزمودنی‌ها ایجاد نکرده است.

در همین راستا، ویلبرن^۲ و همکاران (۲۰۰۴)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل ZMA ۳۰ تا ۶۰ دقیقه قبل از خواب تغییر معنی‌داری بر روی آزمون وینگیت آزمودنی‌ها ایجاد نکرده است (۱۴). همچنین، رحیمی و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی به بررسی تاثیر مکمل زینک منیزیم آسپاراتات (ZMA) بر روی عملکرد سرعتی ورزشکاران دوندۀ سرعتی پرداختند. نتایج حاکی از عدم تاثیر معنی‌دار بر روی عملکرد سرعتی دوندگان سرعت بود (۶). همچنین، اسکیزی^۳ (۲۰۲۱)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف حاد مکمل روی به میزان ۲۲۰ و ۴۴۰

ویژه‌ای دارند. وجود مقادیر کافی عنصر روی در عضلات فعال از طریق سازوکار آنزیم لاکتات دهیدروژناز از طریق تبدیل اسید پیروویک به پیروات موجب کاهش خستگی عضله شده و در بهبود عملکرد نقش بسزایی دارد (۳۰). از سویی، عنصر منیزیم نیز در سوخت و ساز انرژی، هدایت عصبی و انقباض عضلانی نقش دارد که موجب بهبود عملکرد ورزشکاران می‌گردد (۲۸). گزارش‌های موجود نشان داده است که کمبود منیزیم موجب کاهش عملکرد می‌گردد (۳۱). از سوی دیگر، آسپاراتات موجود در مکمل ZMA موجب کاهش هاپیرآمونمی ناشی از ورزش شده و همچنین موجب افزایش استقامت ورزشی و حفظ گلیکوژن عضله و افزایش اکسیداسیون چربی می‌گردد که به همین ترتیب موجب بهبود عملکرد در افراد می‌گردد (۲۴). بدین ترتیب با توجه به سازوکارهای یاد شده، مکمل ZMA می‌تواند موجب بهبود عملکرد هوازی گردد.

از سویی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل ZMA تغییر معنی‌داری را بر روی عملکرد قدرتی ایجاد نکرده است. در همین راستا، ویلبرن^۱ و همکاران (۲۰۰۴)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل ZMA ۳۰ تا ۶۰ دقیقه قبل از خواب تغییر معنی‌داری بر روی آزمون قدرت یک تکرار بیشینه حرکات پرس سینه و پرس پا ایجاد نکرده است (۱۴). همچنین، معزی و همکاران (۲۰۱۳)، اثر مصرف مکمل ZMA و دارونما را همراه با ورزش بر روی ۱۲ وزنه بردار مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاکی از عدم تاثیر معنی‌دار مکمل ZMA بر روی قدرت یک تکرار بیشینه وزنه برداران بود (۱۲). در مقابل، رحیمی و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف روزانه سه کپسول مکمل ZMA ۳۰ تا ۶۰ دقیقه قبل از خواب با معده خالی به مدت هشت هفته در کنار تمرینات دوندگان سبب بهبود معنی‌دار قدرت یک تکرار بیشینه عضلات بالا تنه و پایین تنه در دوندگان سرعتی مرد شده است (۶). همچنین، شیخ‌الاسلامی و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی به بررسی اثر مکمل ZMA به تنهایی و ZMA همراه با کربوهیدرات در مردان تمرین نکرده به مدت شش هفته پرداختند و به این نتیجه رسیدند که حداکثر قدرت حرکت پرس سینه در هر سه گروه ZMA، دارونما و

² Wilborn et al

³ Eskici

¹ Wilborn et al

پیام مقاله

به طور کلی، به نظر می‌رسد در سنین رشد جهت بهبود عملکرد ورزشی می‌توان از مکمل‌های تغذیه‌ای حاوی منیزیم و روی ویتامین استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه زنجان است که با همکاری فدراسیون ووشو، اعضای تیم ملی نوجوانان ووشو انجام شده است.

تعارض منافع

تضاد منافعی بین نویسندگان گزارش نشده است.

منابع:

- [1] Haghshenas A. Encyclopedia of Martial Arts. Tehran: Negah Bostan; 2015. 360 p. [No DOI - Book]
- [2] Alizadeh R, Kalamifard M, Moradi L, Omid M. Designing and Validating a New Agility Test for Basketball. J Appl Exerc Physiol. 2019;15(30):49-62. DOI: <https://doi.org/10.22080/jaep.2019.14166.1751>
- [3] Hemtanejad M. Assessment and Measurement in Physical Education. Tehran: Payam Noor University; 2011. 198 p. [No DOI - Book].
- [4] Sahebozamani M, khazaei r, habibi e. The Effect of Kinesio Tape on Muscle Strength of Upper Limbs: A Systematic Review. Health Syst Res. 2023;18(4):256-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.48305/jhsr.v18i4.1471>
- [5] Hoffman J. NSCA Guide to Exercise Design. Semnan: Semnan University Press; 2015. 427 p. [No DOI - Book]
- [6] Rahimi E, Abedi S, Hojjati S. The Effect of Zinc Magnesium Aspartate (ZMA) Supplementation on Body Composition and One Repetition Maximum in Sprinters. Res Sport Sci

میلی گرم در روز تأثیر معنی‌داری بر روی عملکرد بی‌هوازی زنان والیبالیست ایجاد نکرد (۲۹). علاوه بر این، نیوهاوس^۱ و همکاران (۲۰۰۰)، در پژوهش خود گزارش کردند که مصرف مکمل منیزیم هیچ تأثیری بر روی عملکرد بی‌هوازی نداشته است (۳۴).

علاوه بر این، سعیدی و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهش خود نشان دادند که شش هفته تمرین تناوبی هوازی همراه با مصرف مکمل روی به میزان ۳۰ میلی گرم در روز سبب بهبود معنی‌دار توان بی-هوازی زنان فوتسالیست شده است (۲۷). همچنین، طالبی و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف مکمل منیزیم به میزان ۳۵۰ میلی گرم به مدت دو هفته سبب بهبود رکورد آزمون وینگیت در مردان دانشجو شده است (۳۵). یافته‌های گزارش شده با یافته‌های پژوهش حاضر ناهمسو است. از آنجایی که پژوهش‌های چندانی در ارتباط با مصرف مکمل ZMA بر روی چابکی یافت نشد، به بررسی پژوهش‌های مشابه پرداخته شد.

همانطور در پیش‌تر اشاره شده است، یکی از اجزاء مکمل ZMA عنصر منیزیم است. منیزیم کوفاکتور آنزیم کراتین کیناز در سوخت و ساز بی‌هوازی است و بدین ترتیب در جنبش‌های کوتاه‌مدت و شدید نقش ویژه‌ای را برای تامین انرژی مورد نیاز جهت ارائه بهترین عملکرد ایفا می‌کند (۳۵). به نظر می‌رسد که عدم اثربخشی مکمل ZMA در پژوهش حاضر بر روی چابکی می‌تواند ناشی از شدت تمرینات بدنی بوده که منجر به بروز خستگی شده و در نتیجه عملکرد چابکی را تحت تأثیر قرار داده است. علاوه بر این، چابکی جزء مهارت‌های ژنتیکی بوده و به همین علت می‌تواند با اجرای تمرینات ورزشی و مصرف مکمل در حدی پیشرفت نکرده است که میزان آن معنی‌دار باشد.

نتیجه‌گیری:

به طور کلی، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر در ارتباط با مصرف مکمل ZMA، می‌توان اظهار داشت که جهت بهبود رکوردهای عملکرد هوازی، قدرتی می‌توان از مکمل ZMA استفاده نمود که مصرف این مکمل در نوجوانان ورزشکار می‌تواند زمینه را برای موفقیت بیشتر آنها فراهم نماید. البته برای تایید این موضوع نیاز به بررسی‌های بیشتر است.

¹ Newhouse et al

- [14] Dabirinejad H, Dayer M, Mohammadi T. Effect of Zinc Supplementation on Hepatic Enzymes in Healthy Rats. *J Anim Biol.* 2018;10(2):15-24. DOI: <https://sanad.iau.ir/en/Journal/ascij/Article/1091298/FullText>
- [15] Wilborn CD, Kerksick CM, Campbell BI, et al. Effects of zinc magnesium aspartate (ZMA) supplementation on training adaptations and markers of anabolism and catabolism. *J Int Soc Sports Nutr.* 2004;1(2):12. DOI: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-1-2-12>
- [16] SHEYKH AVD, Bordbar S. Effect of ZMA Supplement Alone and in Combination with Carbohydrates, with Six Weeks of Resistance Training on Anabolic Hormone Levels and Cellular Damage Indexes in Untrained Males. *OLYMPIC.* 2012;20(3):59-71. [No DOI - Journal not indexed].
- [17] Abbasi B, Kimiagar M, Sadeghniaat K, et al. The Effect of Magnesium Supplementation on Primary Insomnia in the Elderly. *J Birjand Univ Med Sci.* 2013;19(3):223-34. DOI: Abbasi B, Kimiagar M, Sadeghniaat K, et al. The Effect of Magnesium Supplementation on Primary Insomnia in the Elderly. *J Birjand Univ Med Sci.* 2013;19(3):223-34. DOI: <http://journal.bums.ac.ir/article-1-1213-en.html>
- [18] Vrolijk MF, Opperhuizen A, Jansen EH, et al. The vitamin B6 paradox: Supplementation with high concentrations of pyridoxine leads to decreased vitamin B6 function. *Toxicol In Vitro.* 2017;44:206-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2017.07.009>
- [19] Institute of Medicine. Vitamin B6. In: Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Med Plants. 2021;2(5):38-46, Doi: 10.30495/VARZESH.2022.1961
- [7] 377.1038.
- [8] Hemayattalab R. Assessment and Measurement in Physical Education and Sport Sciences. Tehran: Science and Movement; 2013. 208 p. [No DOI - Book]
- [9] Safarzadeh M, Daneshjoo A, Hosseinpour A, Bamorovat F. Relationship between functional movement screen with risk factors and its ability to predict sport injuries. *J Paramed Sci Rehabil.* 2019;8(1):83-92, Doi: <https://doi.org/10.22038/jpsr.2019.27275.1713>
- [10] Shiravand F, Ghanbar Zadeh M, Hosein Zadeh M. The effect of melatonin on anaerobic power and short-term maximal performances in Girls student in Physical Education. *J Appl Health Stud Sport Physiol.* 2017;4(1):11-8, Doi: <https://doi.org/10.22049/jassp.2019.26463.1190>
- [11] Roustaei D, Dastmardi S, Del Pasand K. A review of sports supplements used by athletes and their side effects. *Tārīkh-i pizishkī.* 2017;7(24):45-59. [No DOI - Journal not indexed].
- [12] Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):38. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>
- [13] Moëzzi N, Peeri M, Matin H. Effects of zinc, magnesium and vitamin B6 supplementation on hormones and performance in weightlifters. *Ann Biol Res.* 2013;4:163-8. [No DOI - Journal inactive].

- [26] GHASEMNIAN A, PARVIZI A, Rahmani A. The effect of three months of zinc-magnesium supplementation along with intense endurance training on somatomedin c and endurance performance in mature female rats. *Res Med*. 2018;42(3):134-41, doi: <http://journal.muq.ac.ir/article-1-1306-en.pdf>
- [27] Delavari Bani Tak N, Fathi R, Nagizadeh Qomi M, Fallah Mohammadi Z. The effect of one aerobic exercise session with and without magnesium sulfate supplementation on muscle electrical activity indices [Thesis]. Mazandaran: Mazandaran University; 2014. [No DOI - Thesis].
- [28] Saeedy M, Bijeh N, Moazzami M. The effect of six weeks of high-intensity interval training with and without zinc supplementation on aerobic power and anaerobic power in female futsal players. *Int J Appl Exerc Physiol*. 2016;5(1):1-10. [No DOI - Journal inactive].
- [29] Lee N. A review of magnesium, iron, and zinc supplementation effects on athletic performance. *Korean J Phys Educ*. 2017;56(1):771-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.23949/kjpe.2017.01.56.1.59>
- [30] Eskici G. Effect of different dosages of zinc supplementation on nutritional status, aerobic and anaerobic performance in elite female volleyball players. *S Afr J Res Sport Phys Educ Recreat*. 2021;43(1):43-56. DOI: <https://doi.org/10.36386/sajrs.2021.43.1.4>
- [31] Gaeini AA, Choobineh S, Shafiei Neek L, et al. Effect of Zinc supplementation on serum testosterone and plasma lactate in male cyclist after one bout of exhaustive exercise. *J Shahrekord* Acid, Biotin, and Choline. Washington: National Academies Press; 1998. DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK114310/>
- [20] Zenooz R, Natanzi A, Ghazalian F. The effect of ZMA supplementation on inflammatory markers of muscle damage (CK and LDH) following a bout of extroverted resistance exercise in non-athletic girls aged 18 to 28. *Res Sports Nutr*. 2022;1(1):39-51, doi: <https://dx.doi.org/10.34785/J019.2022.408>
- [21] Rahimi A, Abedi S, Hojjati S. The effect of magnesium aspartate (ZMA) supplementation on body composition and one repetition maximum in sprinters. *Res Sport Sci Med Plants*. 2021;2(5), Doi: 10.30495/VARZESH.2022.1961377.1038
- [22] Ravasi AA, Kazemi F, Hanachi P, Jangi Eskoi S. The effect of zinc, magnesium, and zinc plus magnesium supplements on muscle strength in active women. *Iran J Nutr Sci Food Ind*. 2012;6(4):1-10, Doi: http://www.nsft.ir/browse.php?a_id=617&sid=1&slc_lang=en
- [23] Begum Hejazian M, Gaini A, Dabidi Roshan V. The effect of three consecutive and non-consecutive days of 1600-meter running on total white blood cells in active girls aged 18-22. *Sport Biokinet*. 2008;1(1):21-30. [No DOI - Journal inactive].
- [24] Brzycki M. A Practical Approach to Strength Training. Indianapolis: Masters Press; 1995, doi: <https://lccn.loc.gov/91018017>
- [25] Trudeau F. Aspartate as an ergogenic supplement. *Sports Med*. 2008;38(1):9-16. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00002>

- Univ Med Sci. 2012;14(3):51-61, Doi: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/source/pt/emr-132506>
- [32] McDonald R, Keen CL. Iron, zinc and magnesium nutrition and athletic performance. Sports Med. 1988;5(3):171-84. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-198805030-00004>
- [33] Ravasi A, Kazemi F, Hanachi P, Oskuee S. The effects of dietary supplementation with zinc, magnesium and zinc plus magnesium on muscle strength in active women. Iran J Nutr Sci Food Technol. 2012;6(4):1-10, doi: http://www.nsft.ir/browse.php?a_id=617&sid=1&slc_lang=en
- [34] Cerqueira HSC, Tourinho Filho H, Junior MC, Junior CEM. ZMA supplementation does not impact IGF-IGFBPs system or body composition of young athletes. J Sports Sci Nutr. 2021;2(1):19-22, doi: <https://doi.org/10.33545/27077012.2021.v2.i1a.30>
- [35] Newhouse IJ, Finstad EW. The effects of magnesium supplementation on exercise performance. Clin J Sport Med. 2000;10(3):195-200. DOI: [10\(3\):p 195-200, July 2000.](https://doi.org/10.1097/00004276-200003000-00004)
- [36] Talebi V, Falahmommadi Z. Effects of magnesium supplementation on the central and peripheral fatigue indices of active individuals following an anaerobic activity. Koomesh. 2019;21(2):e29. DOI: <https://brieflands.com/articles/koomesh-153069> .

List of published articles

The effect of HIFT with ginger extract supplementation on the levels of some antioxidant enzymes in men with non-alcoholic fatty liver1
Farzaneh Keshavarz, Sajjad Anoushirvani, Hamid Arazi, Roghieh Afrundeh, Hadi Golpasandi

The Effect of Acute Beetroot Juice Supplementation on 100-m Swimming Performance and Some Physiological Variables across the Menstrual Cycle13
Zahra Norouzi, Hassan Pourrazi, Abbas Sadeghi

Examining the role of different types of physical Training combined with sports supplements in improving inflammation and enhancing health indicators in futsal and football players. (A Systematic Review Study)25
Amir Hossein Hormati Oughoulbaig, Ameneh Pourrahim Ghouroghchi, Reza Farzizadeh, Ali Marzpour

The Effect of Eight Weeks of Endurance Training and Ajwain Supplementation on Zip14 (Slc39a14) Gene Expression in the Small and Large Intestines of Male Wistar Rats37
Araz Nazari, Yazgaldi Nazari

The Effects of a Training Camp Period with ZMA Supplementation on Aerobic Power, Muscle Strengch and Agilitin youth male wusho kas of the Iran National Team.....49
Siavash Hatami, Agha Ali Ghasemnian, Hamid Reza Noroozi

The Effect of Magnesium Supplementation on Athletic Performance and Immunity in in Active Students.....61
Vahid Talebi, Milad Madanchi



Research in Exercise Nutrition (REN)

Vol. 3, No.3, 2024

ISSN: 2980-8960

License Holder: University of Kurdistan.

Editor in Chief: Dr. Hamid Mohebbi.

Director in Charge: Dr. Mohammad Rahman Rahimi.

Editorial Board:

Name	Academic Ranking	Place of Employment
Bahman Mirzaei	Professor of Exercise Physiology	University of Guilan
Arsalan Damirchi	Professor of Exercise Physiology	University of Guilan
Hamid Mohebbi	Professor of Exercise Physiology	University of Guilan
Dariush Sheikholeslami Vatani	Professor of Exercise Physiology	University of Kurdistan
Marefat Siahkoughian	Professor of Exercise Physiology	University of Mohaghegh Ardabili
Hamid Arazi	Professor of Exercise Physiology	University of Guilan
Ramin Amirsasan	Professor of Exercise Physiology	University of Tabriz
Asghar Towfighi	Professor of Exercise Physiology	University of Urmia
Farhad Daryanoosh	Professor of Exercise Physiology	University of Shiraz
Mehdi Mogharnesi	Professor of Exercise Physiology	University of Birjand
Abdulhamid Habibi	Professor of Exercise Physiology	Shahid Chamran Ahvaz
Hadi Rouhani	Professor of Exercise Physiology	Sport Sciences Research Institute
Karim Azalialamdari	Professor of Exercise Physiology	University of Azarbaijan Shahid Madani
Shamsuddin Ahmadi	Professor of Physiology	University of Kurdistan
Mohammad Rahman Rahimi	Professor of Exercise Physiology	University of Kurdistan
Hawkar Salar Ahmed	Assiastant Professor of Exercise Physiology	University of Sulaymaniyah
Amanj Ali Hussain	Assiastant Professor of Exercise Physiology	University of Sulaymaniyah

Graphic Designer (Logo, Cover, and Page Layout): Dr. Hadi Golpasandi

Statistician: Dr. Omid Isanejad.

English Editor: Dr. Ako Ebrahim Faghih, Dr. Hiwa Ahmad Rahim.

Internal Editor of the Journal: Dr. Saber Saedmocheshi

Executive Editor and Expert of the Journal: Dr. Hadi Golpasandi

Address: Kurdistan province, Sanandaj, Pasdaran St., University of Kurdistan, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mamosta Hezhar Library, 1st floor, Office of Research in Sports Nutrition.

Phone: 08733664600 --- ext 2606.

Email: re.nut@yahoo.com ...and ... jrenutrition@gmail.com



Research in Exercise Nutrition

The Official Peer-Reviewed Journal of the University of Kurdistan

- **The effect of HIFT with ginger extract supplementation on the levels of some antioxidant enzymes in men with non-alcoholic fatty liver**
Farzaneh Keshavarz, Sajjad Anoushirvani, Hamid Arazi, Roghieh Afrundeh, Hadi Golpasandi
- **The Effect of Acute Beetroot Juice Supplementation on 100-m Swimming Performance and Some Physiological Variables across the Menstrual Cycle** Zahra Norouzi, Hassan Pourrazi, Abbas Sadeghi
- **Examining the role of different types of physical Training combined with sports supplements in improving inflammation and enhancing health indicators in futsal and football players. (A Systematic Review Study)**
Amir Hossein Hormati Oughoulbaig, Ameneh Pourrahim Ghouroghchi, Reza Farzizadeh, Ali Marzpour
- **The Effect of Eight Weeks of Endurance Training and Ajwain Supplementation on Zip14 (Slc39a14) Gene Expression in the Small and Large Intestines of Male Wistar Rats**
Araz Nazari, Yazgaldi Nazari
- **The Effects of a Training Camp Period with ZMA Supplementation on Aerobic Power, Muscle Strength and Agilitin youth male wusho kas of the Iran National Team**
Siavash Hatami, Agha Ali Ghasemnian, Hamid Reza Noroozi
- **The Effect of Magnesium Supplementation on Athletic Performance and Immunity in in Active Students**
Vahid Talebi, Milad Madanchi