

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.

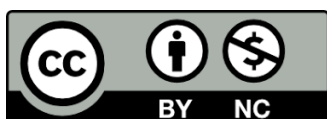
واژگان کلیدی: یک تکرار بیشینه، روی منیزیم، ووشو، ۱۶۰۰ متر، چابکی T.

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):51-63, 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^4 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 زنوز 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 مونومیتوئین 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).

⁵ Pyridoxine⁶ Pyridoxal⁷ Pyridoxamine⁸ Wilborn et al¹ Insulin-like Growth Factor 1² Carbonic Anhydrase³ Lactate Dehydrogenase⁴ 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:

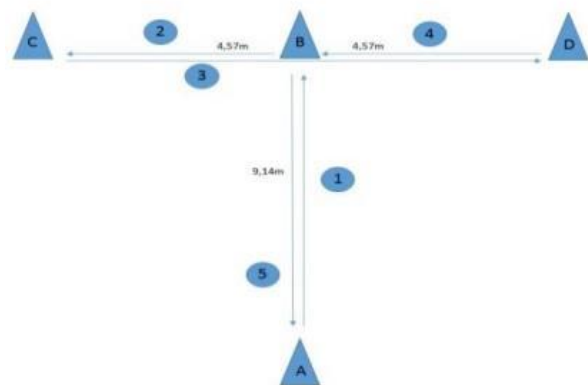
جدول ۱، اطلاعات توصیفی شامل: وزن، قد، شاخص توده بدنی و سن را در گروه‌های پژوهش نشان می‌دهد.

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 تأثیر 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).

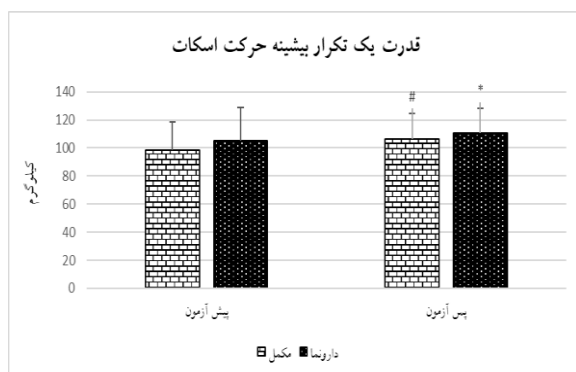


شکل ۱- آزمون چابکی T

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

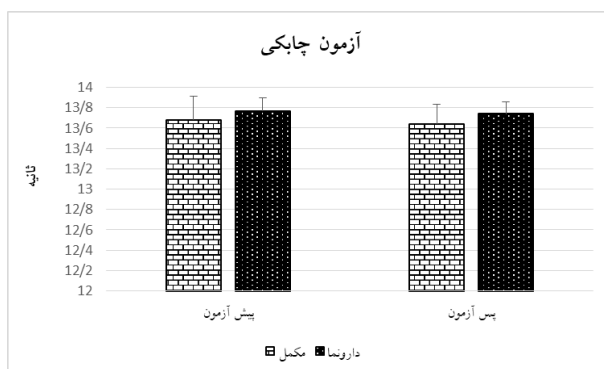
تجزیه تحلیل آماری آزمون کواریانس نشان داد که یک دوره اردوی تمرینی همراه با مصرف مکمل ZMA بر روی قدرت بیشینه حرکت پرس سینه نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران تاثیر معنی‌داری نداشته است ($\eta^2 = 0/077$)، $F(2,15) = 1/000, P = 0/33$ (شکل ۳). مجذور اتا نشان دهنده اثر ضعیف نوع گروه‌ها است. علاوه 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 آزمودنی‌های 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 پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه، به نظر می‌رسد که مصرف مکمل ZMA و مکمل‌های حاوی روی و منیزیم می‌تواند اثر قابل توجهی بر روی عملکرد هوازی داشته باشد. اما در پژوهش‌های انجام گرفته، مشاهده شد که مصرف مکمل‌های یاد شده اثر معنی داری بر روی عملکرد هوازی در ورزشکاران نخبه جوان نداشته است. به نظر می‌رسد که در پژوهش حاضر به دلیل این که آزمودنی‌ها نوجوان و در سنین رشد بوده‌اند، بیشتر تحت تأثیر مصرف مکمل قرار گرفته‌اند 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 آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کربنیک انیدراز می‌گردد که این آنزیم‌ها بر روی سوخت و ساز بین بافتی نقش

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

بحث:

یافته‌های 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 معنی‌داری را در قدرت یک تکرار بیشینه حرکات پرس سینه و اسکات ایجاد نکرده است. همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل ZMA در کنار یک دوره اردوی تمرینی تأثیر معنی‌داری را در چابکی نوجوانان ووشوکار تیم ملی جمهوری اسلامی ایران ایجاد نکرده است.

در بررسی‌های انجام گرفته گزارش شده است که آسپاراتات جزء سوم مکمل ZMA می‌تواند سبب کاهش هیپراآمونی ناشی از انجام تمرینات ورزشی شود و همچنین موجب افزایش استقامت ورزشی گردد و عاملی است که می‌تواند 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 می‌گردد. در همین راستا، قاسمیان و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهش خود گزارش کرده‌اند که مصرف مکمل روی منیزیم به مدت سه ماه عملکرد استقامتی موش‌های آزمایشگاهی ماده را افزایش می‌دهد (۲۵). علاوه بر این در پژوهش‌های مشابه، فلاح محمدی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهش خود نشان دادند که یک جلسه فعالیت حاد وامانده‌ساز بر روی نوارگردان همراه با مصرف مکمل روی منیزیم سولفات سبب بهبود معنی‌دار اکسیژن مصرفی بیشینه در آزمودنی‌ها 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، ویلبورن^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 هایپراآمونمی 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، ویلبورن^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

میلی‌گرم 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 میلی‌گرم 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 میلی‌گرم 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 whit 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/10.1097/00002753-200003000-00004)
- [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> .