

## Effect of Cinnamon on Immune Responses to an Exhaustive Exercise Session in Active Boys

Hassan Moradi Talgerd<sup>1</sup>, Maryam Koushkie Jahromi<sup>2✉</sup>, Mohsen Salehi<sup>3</sup>

1. Department of Sports Sciences, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

E-mail: [hasan.m1255@gmail.com](mailto:hasan.m1255@gmail.com).

2. Corresponding author, Faculty of Sports Sciences, Department of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

E-mail: [koushkie53@yahoo.com](mailto:koushkie53@yahoo.com).

3. Department of Sports Sciences, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

E-mail: [mhsnsls@gmail.com](mailto:mhsnsls@gmail.com).

### Article Info

#### Article type:

Research

#### Article history:

Received:

28 April 2023

Received in revised form:

30 May 2023

Accepted:

31 May 2023

Published online:

22 June 2023

#### Keywords:

Cinnamon,  
Exhaustive exercise,  
Lymphocytes,  
Monocytes,  
Neutrophils.

### ABSTRACT

**Introduction:** Various environmental and genetic factors, such as inflammation caused by intense sports activity affect the immune system response of athletes. One way to prevent the inflammatory process and help the immune system is probably to take anti-inflammatory drugs such as cinnamon. This study aimed to investigate the effect of one-week cinnamon supplement consumption on the immune responses to one session of exhaustive exercise in active boys.

**Methods:** This quasi-experimental study was conducted in a single-blind method. The statistical population of the research was male collegiate athletes of Shiraz University. Twelve healthy subjects (age:  $22 \pm 1.93$  years, height:  $172.56 \pm 6.56$  cm, weight:  $66.56 \pm 11.54$ kg) participated in the study voluntarily and in a crossover method. Two participants refused to continue the research due to the injury. Participants performed Bruce's exhaustive exercise test in two situations of supplement consumption and placebo. Participants consumed 500 mg of cinnamon supplement or a similar placebo per day before exercise sessions for one week. Blood samples were taken before and 15 minutes following the exercise. A dependent t-test was used for data analysis and a significant level was set at  $p < 0.05$ .

**Results:** Cinnamon supplementation did not have a significant effect on the number of monocytes before and after exhaustive exercise ( $P=0.154$ ), but cinnamon supplementation reduced significantly exercise-induced changes in neutrophils (decrease), lymphocyte (increase), and neutrophil to lymphocyte ratio (decrease). P values were 0.015, 0.012, and 0.02, respectively.

**Conclusion:** Daily consumption of 500 mg of cinnamon supplement for one week reduces the body's immune response following exhaustive physical activities, and thus, improves performance and strengthens the athletes' immune system.

**Cite this article:** Moradi Talgerd H., Koushkie Jahromi M., & Salehi M. Effect of Cinnamon on Immune Responses to an Exhaustive Exercise Session in Active Males. *Journal of Sport Biosciences*. 2023; 15 (2):17-29.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsb.2023.356437.1579>



Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0.

| Web site: <https://jsb.ut.ac.ir/> | Email: [jsb@ut.ac.ir](mailto:jsb@ut.ac.ir).

## Extended Abstract

### Introduction

Various environmental and genetic factors, such as inflammation caused by intense physical activities, affect the immune system response of athletes. The response of the body's immune system to physical activities is one of the important topics that has been considered in recent years from the point of view of health and professional sports. Based on available studies, exercise has a double effect on the function of the immune system in such a way that regular and moderate-intensity exercises improve the function of the immune system. While the intensity of physical activities increases to the point of exhaustion, the performance of the immune system decreases in the early hours after the activity. Immune system changes are related to inflammation. Pro-inflammatory cytokines such as Interleukin-6 (IL-6) and Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF- $\alpha$ ) lead to the modification of immune cells and their migration and also initiate and strengthen acute phase and stress reactions. Sometimes, following an intense physical activity that constitutes a major part of sports training during the athlete's competition, a period of suppression of the immune system occurs and increases the risk of infection. In addition to exercise, nutrition can also affect the function of the immune system, therefore, the use of various nutritional programs, especially the use of some supplements is important in improving the body's immune function during physical activities. A group of nutritional factors whose effects on various inflammatory indicators have been examined are herbal medicines such as cinnamon. Cinnamon is the dried bark of the *Cinnamomum Zeylanicum* plant stem from the Lauraceae family. For compounds such as coumarin, eugenol, cinnamaldehyde, and cinnamic acid in cinnamon, the anti-inflammatory effect has been proven. The research results indicate that the composition of cinnamaldehyde in cinnamon stimulates the immune system by inhibiting the production of nitric oxide, it inhibits the nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells (NF-kB), which plays a key role in regulating the immune response to infection. Considering that physical activities are associated with inflammatory reactions which cause changes in the immune system, in this research, the effect of cinnamon supplementation on immune responses following a session of physical activity was investigated.

### Methods

This quasi-experimental study was conducted in a single-blind method. The statistical population of the

research was male collegiate athletes of Shiraz University. Twelve healthy subjects (Mean age:  $22 \pm 1.93$  years, mean height:  $172.56 \pm 6.56$  cm, mean weight:  $66.56 \pm 11.54$  kg) participated in the study voluntarily and in a crossover method. Two participants refused to continue the research due to the injury. Participants performed Bruce's exhaustive exercise test in two situations of supplement consumption and placebo. Participants consumed 500 mg of cinnamon supplement or a similar placebo per day before exercise sessions for one week. Blood samples were taken before and 15 minutes following the exercise. A dependent t-test was used for data analysis and a significant level was set at  $p < 0.05$ .

### Results

Cinnamon supplementation did not have a significant effect on the number of monocytes before and after exhaustive exercise ( $P = 0.154$ ), but cinnamon supplementation reduced significantly exercise-induced changes in neutrophils (decrease), lymphocyte (increase), and neutrophil to lymphocyte ratio (decrease). P values were 0.015, 0.012, and 0.02, respectively.

### Conclusion

Daily consumption of 500 mg of cinnamon supplement for one week reduces the body's immune response following exhaustive physical activities, and thus, improves performance and strengthens the athletes' immune system.

### Ethical Considerations

**Compliance with ethical guidelines:** All the participants filled the consent form to participate in the research and the ethics committee of Shiraz University has approved all the phases of conducting this research.

**Funding:** Financial resources were provided by the authors.

**Authors' contribution:** All the authors have contributed equally in conducting this research

**Conflict of interest:** The authors declared no conflict of interest.

**Acknowledgments:** The authors thank all the participants who supported us in this research.



## تأثیر دارچین بر پاسخ‌های ایمنی در پی یک جلسه فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در پسران فعال

حسن مرادی تلگرد<sup>۱</sup> ID، مریم کوشکی جهرمی<sup>۲</sup> ID، محسن ثالثی<sup>۳</sup> ID

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: [hasan.m1255@gmail.com](mailto:hasan.m1255@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: [koushkie53@yahoo.com](mailto:koushkie53@yahoo.com)
۳. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: [mhsnsls@gmail.com](mailto:mhsnsls@gmail.com)

چکیده	اطلاعات مقاله
<p><b>مقدمه:</b> عوامل مختلف محیطی و ژنتیکی مانند التهاب ناشی از فعالیت ورزشی شدید بر پاسخ سیستم ایمنی ورزشکاران تأثیر می‌گذارد. یکی از راه‌های جلوگیری از فرایند التهاب و کمک به سیستم ایمنی، احتمالاً مصرف داروهای ضدالتهابی مانند دارچین است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر مصرف یک‌هفته‌ای مکمل دارچین بر پاسخ‌های ایمنی پسران فعال در پی یک جلسه فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بود.</p> <p><b>روش پژوهش:</b> تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی به روش یک‌سوکور بود. جامعه آماری تحقیق، پسران ورزشکار دانشگاه شیراز بودند. ۱۲ آزمودنی سالم (سن <math>22 \pm 1/93</math> سال، قد <math>172/56 \pm 6/56</math> سانتی‌متر، وزن <math>66/56 \pm 11/54</math> کیلوگرم) داوطلبانه و به روش متقاطع در این تحقیق شرکت کردند که دو نفر به علت آسیب‌دیدگی از ادامه تحقیق انصراف دادند. شرکت‌کنندگان آزمون وامانده‌ساز بروس در دو وضعیت مصرف مکمل و دارونما را اجرا کردند. ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل دارچین یا مشابه آن دارونما در روز به مدت یک هفته پیش از جلسات آزمون توسط شرکت‌کنندگان مصرف شد. نمونه‌های خونی پیش و ۱۵ دقیقه پس از تمرین ورزشی گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون t همبسته و سطح معناداری <math>P &lt; 0/05</math> در نظر گرفته شد.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> مصرف مکمل دارچین تأثیر معناداری بر تعداد مونوسیت‌ها پیش و پس از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز نداشت (<math>p=0/154</math>)، اما مکمل دارچین تغییرات پاسخ سیستم ایمنی ناشی از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز شامل کاهش نوتروفیل‌ها، (کاهش) نسبت نوتروفیل‌ها به لنفوسیت‌ها (افزایش) لنفوسیت‌ها را کمتر کرد (مقادیر P به ترتیب ۰/۰۱۵، ۰/۰۱۲ و ۰/۰۲).</p> <p><b>نتیجه‌گیری:</b> مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل دارچین در روز به مدت یک هفته موجب کاهش تغییرات پاسخ ایمنی بدن متعاقب فعالیت ورزشی شدید و در نتیجه بهبود عملکرد و تقویت سیستم ایمنی ورزشکاران می‌شود.</p>	<p>نوع مقاله: پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۸</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۲/۰۹</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱</p> <p><b>کلیدواژه‌ها:</b> دارچین، فعالیت ورزشی وامانده‌ساز، لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل.</p>

**استناد:** مرادی تلگرد، حسن؛ کوشکی جهرمی، مریم؛ و کوشکی جهرمی، مریم. تأثیر دارچین بر پاسخ‌های ایمنی به دنبال یک جلسه فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در پسران فعال. نشریه علوم زیستی ورزشی، ۱۴۰۲؛ (۲) ۱۵-۲۹.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsb.2023.356437.1579>

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کربیتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است. آدرس نشریه: <https://jsb.ut.ac.ir/> | ایمیل: [jsb@ut.ac.ir](mailto:jsb@ut.ac.ir)



ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

## مقدمه

علاقه و نیاز جامعه به ارتقای سلامتی از طریق ورزش، موضوعی است که توجه محققان را جلب کرده است و ارتباط ورزش با سازوکارهایی که موجب بهبود یا آسیب عملکرد دستگاه ایمنی هنگام فعالیت ورزشی می‌شود، از موضوعات مهم ورزشی است (۱). سیستم ایمنی دارای شش نوع گلبول سفید در خون شامل نوتروفیل‌ها<sup>۱</sup>، ائوزینوفیل‌ها<sup>۲</sup>، بازوفیل‌ها<sup>۳</sup>، لنفوسیت‌ها<sup>۴</sup> و منوسیت‌ها<sup>۵</sup> و گاهی پلاسموسل‌هاست. سه نوع اول این سلول‌ها، ظاهر گرانولر (دانه‌دار) دارند، به همین دلیل به آنها گرانولوسیت‌ها یا در اصطلاح بالینی چندتایی گفته می‌شود که به سبب هسته چندتایی آنهاست. لنفوسیت‌ها (سلول‌های  $B$  و  $T$ ) از پیش‌سازهای لنفوتیدی و منوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها و سایر سلول‌های خونی از پیش‌سازهای میلوئیدی منشأ می‌گیرند. در هر میکرولیتر خون یک انسان بزرگسال حدود ۷۰۰۰ گلبول سفید وجود دارد که نوتروفیل‌ها ۶۲ درصد، ائوزینوفیل‌ها ۲/۳ درصد، بازوفیل‌ها ۰/۴ درصد، منوسیت‌ها ۵/۳ درصد و لنفوسیت‌ها ۳۰ درصد آنها را تشکیل می‌دهند (۲).

پژوهش‌های زیادی با نتایج مختلفی در زمینه بررسی عملکرد سیستم ایمنی ورزشکاران انجام و به اثبات رسیده است که عوامل مختلف محیطی و ژنتیکی مانند التهاب ناشی از فعالیت ورزشی شدید بر پاسخ سیستم ایمنی ورزشکاران تأثیر می‌گذارد. بر پایه این پژوهش‌ها ورزش تأثیر دوگانه‌ای بر عملکرد سیستم ایمنی دارد، به گونه‌ای که تمرینات منظم و با شدت متوسط موجب بهبود عملکرد سیستم ایمنی می‌شوند (۳)، درحالی‌که با افزایش شدت فعالیت ورزشی تا حد واماندگی، عملکرد سیستم ایمنی در ساعات اولیه پس از فعالیت کاهش می‌یابد و موجب تضعیف عملکرد سیستم ایمنی می‌شود (۴). تحقیقات نشان داده است که فعالیت ورزشی حاد روی پاسخ سایتوکاین‌ها و عوامل التهابی مؤثر است، به گونه‌ای که سایتوکاین‌های پیش‌التهابی مانند اینترلوکین شش<sup>۶</sup> و فاکتور آلفای نکروز تومور<sup>۷</sup> موجب تعدیل عملکرد سلول‌های ایمنی و مهاجرت آنها به محل التهاب می‌شوند و واکنش‌های فاز حاد و استرس را شروع و تقویت می‌کنند (۵). همچنین برخی سایتوکاین‌ها به محل التهاب ناشی از پاتوژن یا آسیب بافتی رها می‌شوند و ورود نوتروفیل‌ها، منوسیت‌ها و دیگر سلول‌های درگیر در پاکسازی آنتی‌ژن را تسهیل می‌کنند و سبب بهبود بافت می‌شوند (۶). در زمینه تأثیر فعالیت ورزشی شدید بر پاسخ‌های عوامل سیستم ایمنی، گائینی و همکاران (۲۰۱۱)، در تحقیقی با مقایسه دو نوع بازیافت غیرفعال و فعال پس از فعالیت ورزشی درمانده‌ساز بر روی مردان ورزشکاران نشان دادند که فعالیت ورزشی حاد می‌تواند موجب افزایش معنادار تعداد لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و منوسیت‌ها در خون شود، و قطع فعالیت، و بازیافت موجب کاهش این مقادیر تا مقادیر استراحتی شود (۷). همچنین یادگاری و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی در زمینه تأثیر یک جلسه فعالیت هوازی پیش‌رونده و تناوبی شدید بر تعداد لکوسیت‌ها و پلاکت‌های خون مردان غیرورزشکار نشان دادند که اجرای یک جلسه فعالیت هوازی پیش‌رونده و تناوبی شدید می‌تواند موجب افزایش معنادار مقادیر لکوسیت‌های (شامل نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و منوسیت‌ها) سیستم ایمنی شوند و دو ساعت پس از فعالیت ورزشی مقادیر لکوسیت‌ها کاهش می‌یابد و به مقادیر پایین‌تر از سطوح استراحتی می‌رسد (۱). ویجرنس و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیق دیگری روی ورزشکاران استقامتی نشان دادند که در ابتدای بازیافت یعنی درست پس از قطع فعالیت ورزشی، تعداد لکوسیت‌ها شروع به بازگشت به مقادیر استراحتی می‌کند و گاهی ۱۵ تا ۶۰ دقیقه پس از فعالیت ورزشی بسیار شدید، با کاهش معنادار برخی لکوسیت‌ها حتی کمتر از مقادیر استراحتی مواجه می‌شویم (۸). نتایج تحقیقات نشان داده است که پس از فعالیت ورزشی شدید چسبیدن لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و منوسیت‌ها به لایه داخلی عروق و در پی آن مهاجرت لکوسیت‌ها از طریق لایه داخلی عروق به داخل دیواره عروق مراحل مشخص التهاب است (۹). بنابراین متعاقب یک فعالیت ورزشی با شدت زیاد که بخش عمده‌ای از تمرینات ورزشی زمان رقابت ورزشکاران

1. Neutrophils

2. Eosinophils

3. Basophils

4. Lymphocytes

5. Monocytes

6. Interleukin 6 (IL6)

7. Tumor Necrosis Factor-Alpha (TNF-  $\alpha$ )

را تشکیل می‌دهد، یک دوره سرکوب دستگاه ایمنی اتفاق می‌افتد و خطر ابتلا ورزشکار به عفونت را افزایش می‌دهد (۱۰). در واقع فعالیت ورزشی شدید تعداد لکوسیت‌های گردش خون را تا چندین برابر سطوح استراحتی افزایش یا کاهش می‌دهد و تا ساعت‌ها پس از فعالیت ورزشی نیز این وضعیت می‌تواند ادامه یابد و این تغییرات چشمگیر در تعداد و توزیع لکوسیت‌های گردش خون و زیررده‌های آن سبب برهم خوردن وضعیت پایدار بدن و تضعیف عملکرد سیستم ایمنی ورزشکاران می‌شود (۱۱).

علاوه بر فعالیت ورزشی، تغذیه نیز می‌تواند بر عملکرد سیستم ایمنی مؤثر باشد، بنابراین استفاده از برنامه‌های تغذیه‌ای گوناگون به‌ویژه مصرف مکمل‌های غذایی برای بالا بردن عملکرد ایمنی بدن هنگام فعالیت ورزشی اهمیت یافته است (۱۲). در این بین مکمل‌های گیاهی به سبب داشتن ترکیبات زیستی فعال و تأثیرات فیزیولوژیکی گسترده‌ای که بر بدن دارند، بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، به‌گونه‌ای که استفاده از این مکمل‌ها در بین ورزشکاران در دهه گذشته افزایش چشمگیری داشته است (۱۳). یک گروه از عوامل تغذیه‌ای که تأثیر آن بر شاخص‌های مختلف التهابی بررسی شده، داروهای گیاهی از جمله دارچین است. دارچین<sup>۱</sup> پوست خشک‌شده ساقه گیاه *Zeylanicum Cinnamomum* از خانواده برگ‌بو (*Lauraceae*) است (۱۴). ترکیبات تشکیل‌دهنده دارچین شامل کلسیم، قند، ویتامین C و K، مواد معدنی شامل آهن، منگنز و روی است (۱۵). شواهد نشان می‌دهند که دارچین دارای فنولیک، فلاونوئیدها بوده و نیز دارای تأثیرات ضدالتهابی است (۱۶). برای ترکیباتی نظیر کومارین، اوژنول، سینام آلدهید و سینامیک اسید موجود در دارچین اثر ضدالتهابی به اثبات رسیده است (۱۵). نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است ترکیب سینام آلدهید موجود در دارچین سبب تحریک سیستم ایمنی (۱۷) و با مهار تولید نتریک اکساید موجب مهار فاکتور هسته‌ای کاپا زنجیره سبک بهبوددهنده سلول B فعال<sup>۲</sup> که نقشی کلیدی در تنظیم پاسخ ایمنی به عفونت دارد، می‌شود (۱۸).

با توجه به اینکه تمرینات ورزشی شدید با واکنش‌های التهابی و عفونت همراه است و التهاب و عفونت ناشی از آن نیز موجب تضعیف عملکرد سیستم ایمنی می‌شود، بنابراین یافتن روش‌هایی که بتوانیم به‌وسیله آن به تقویت عملکرد سیستم ایمنی و بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران کمک کنیم، مهم و ضروری است، بدین منظور هدف از تحقیق حاضر تعیین تأثیر مصرف مکمل دارچین به‌عنوان یک گیاه دارویی بی‌عارضه بر پاسخ‌های سیستم ایمنی پسران فعال ورزشکار در پی یک جلسه فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بود.

## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با مدل انسانی است. جامعه آماری تحقیق، تمام پسران فعال دانشجوی عضو یکی از تیم‌های ورزشی دانشگاه شیراز بودند. از بین ورزشکاران پسر داوطلب ۱۲ آزمودنی سالم (سن  $1/93 \pm 22$  سال، قد  $172/56 \pm 6/56$  سانتی‌متر، وزن  $54/56 \pm 56/66$  کیلوگرم) با سابقه حداقل یک سال فعالیت ورزشی منظم (سه جلسه در هفته) به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. دو نفر از آزمودنی‌ها به‌علت آسیب‌دیدگی از ادامه تحقیق انصراف دادند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، طی جلسه توجیهی با آنها به معرفی روش کار و مراحل انجام آزمون پرداخته شد و از آزمودنی‌ها خواسته شد تا فرم همکاری و پرسشنامه حاوی اطلاعات شخصی و سوابق پزشکی-ورزشی، را تکمیل کنند و با انجام معاینات پزشکی از سلامت کامل و عدم ابتلای آنان به بیماری‌های عفونی و غیره اطمینان حاصل شد.

## ابزار

برای انجام آزمون بروس تا حد واماندگی از تردمیل با مارک مجیکال ۱ ساخت چین استفاده شد. قد و وزن آزمودنی‌ها با قدسنج دیواری (مدل *bsr 85* ساخت شرکت سهند ایران با دقت  $0/5$  سانتی‌متر) و ترازوی الکتریکی (مدل *bsr 85* ساخت شرکت سهند ایران با دقت  $0/1$  کیلوگرم) اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول وزن تقسیم بر مجذور قد، شاخص توده بدنی (*BMI*) محاسبه شد. همچنین برای

<sup>1</sup>. Cinnamomum

<sup>2</sup>. Nuclear factor kappa light chain enhancer of activated B lymphocytes (NF-kB)

اندازه‌گیری مکمل دارچین از ترازوی دیجیتال پروفشنال مینی ساخت چین و برای تعیین فاکتورهای سیستم ایمنی موردنظر (مونوسیت، نوتروفیل و لنفوسیت‌ها) از دستگاه *sysmex* با مارک *XS-800i* ساخت آمریکا و میکروسکوپ استفاده شد.

### روند اجرای تحقیق

تحقیق حاضر به روش یک‌سوکور انجام گرفت، بدین‌گونه که آزمودنی‌ها از مصرف دارونما یا مکمل بی‌اطلاع بودند. به‌منظور کنترل تأثیر یادگیری آزمون به شکل متقاطع با یک گروه ۱۰ نفره (تقسیم آزمودنی‌های به دو قسمت ۵ نفره) انجام گرفت. آزمودنی در دو مرحله به مدت یک هفته دارونما و مکمل دارچین مصرف کرد. در مرحله اول، به‌صورت روزانه یک عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی مکمل دارچین به پنج آزمودنی اول و کپسول حاوی آرد به‌عنوان دارونما به پنج آزمودنی دوم داده شد و نمونه‌های خونی در دو نوبت پیش و پانزده دقیقه پس از آزمون بروس توسط کارشناس خون‌گیری از ورید پیش‌بازویی به مقدار ۱۰ سی‌سی جمع‌آوری شد. سپس با رعایت پروتکل‌های مربوطه به‌منظور تجزیه‌وتحلیل به آزمایشگاه بیمارستان نمازی شیراز منتقل شدند. در مرحله دوم، روزانه یک عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی حاوی پودر دارچین به پنج آزمودنی دوم و کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی حاوی آرد به‌عنوان دارونما به پنج آزمودنی اول داده شد (برعکس مرحله اول تحقیق) و نمونه‌های خونی آنها در دو نوبت قبل و پانزده دقیقه پس از آزمون بروس توسط کارشناس خون‌گیری جمع‌آوری و جهت تجزیه‌وتحلیل به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر دو روز انجام تحقیق (در وضعیت دارونما و مکمل) به همه آزمودنی‌ها یک ساعت پیش از آزمون صبحانه مشترکی داده شد و به‌منظور کنترل عوامل تغذیه‌ای از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در مدت تحقیق از غذای دانشگاه که در مورد همه آزمودنی‌ها یکسان بود، استفاده کنند و در طول مدت تحقیق از مصرف مکمل‌های غذایی، دخانیات و داروهایی که بر عملکرد سیستم ایمنی تأثیر می‌گذارد، خودداری کنند. پروتکل ورزشی در این تحقیق به این صورت بود که هر آزمودنی روی تردمیل با شیب اولیه ۱۰ درجه و سرعت ۷/۲ کیلومتر در ساعت شروع به فعالیت می‌کرد و در هر دقیقه ۱ درصد به شیب دستگاه افزوده می‌شد تا اینکه فرد به ۸۵ درصد ضربان قلب خود برسد. پس از رسیدن به این مرحله، ۶ دقیقه شرایط حفظ می‌شد و پس از ۶ دقیقه، چنانچه فرد به حد واماندگی نرسیده بود، دوباره به ازای هر دقیقه ۱ درصد شیب افزایش یافت تا زمانی که فرد به حد واماندگی برسد (۱۹).

### روش آماری

برای تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش از نرم‌افزار آماری *SPSS* نسخه ۱۸ استفاده شد. از آزمون‌های آماری توصیفی، کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی طبیعی بودن یافته و برای پاسخگویی به تمامی پرسش‌های تحقیق از آزمون *t* همبسته استفاده شد، سطح معناداری  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

### یافته‌های پژوهش

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی به‌ترتیب معرفی شده است.

جدول ۱. توزیع شاخص‌های آمار توصیفی ویژگی‌های فردی پسران فعال (n=۱۰)

تعداد	سن	قد	وزن	شاخص توده بدنی (BMI)
۱۰	۲۲ ± ۱/۹۳	۱۷۲/۵۶ ± ۶/۵۶۹	۵۶ ± ۱۱/۵۴	۲۱/۲ ± ۱/۳۴

در جدول ۲ نتایج حاصل از تأثیر مصرف مکمل دارچین و مصرف مکمل دارونما بر فاکتورهای سیستم ایمنی مورد بررسی پیش و ۱۵ دقیقه پس از آزمون بروس ارائه شده است.

جدول ۲. تأثیر مصرف مکمل دارچین و مصرف مکمل دارونما بر عوامل ایمنی (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

متغیرها	وضعیت	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
لنفوسیت (درصد به میکرولیتر)	مکمل	۳۹/۱ $\pm$ ۴/۹۹۸	۴۱/۶ $\pm$ ۴/۲۴۷
	دارونما	۳۱/۸ $\pm$ ۶/۲۸۵	۴۲/۳ $\pm$ ۵/۹۰۷
مونوسیت (درصد به میکرولیتر)	مکمل	۲/۲ $\pm$ ۱/۱۳۵	۲ $\pm$ ۱/۰۵۴
	دارونما	۲/۱ $\pm$ ۱/۲۸۶	۳ $\pm$ ۲/۲۱۱
نوتروفیل (درصد به میکرولیتر)	مکمل	۵۶/۸ $\pm$ ۵/۲۴۵	۵۳/۸ $\pm$ ۳/۵۲۱
	دارونما	۶۴/۳ $\pm$ ۵/۱۸	۵۲/۶ $\pm$ ۶/۵۳۵
نوتروفیل به لنفوسیت (درصد به میکرولیتر)	مکمل	۱/۴۸۹ $\pm$ ۳/۱۹	۱/۳۱۴ $\pm$ ۲/۳۴
	دارونما	۲/۱۱۲ $\pm$ ۵/۱۶	۱/۲۸۱ $\pm$ ۳/۱۹

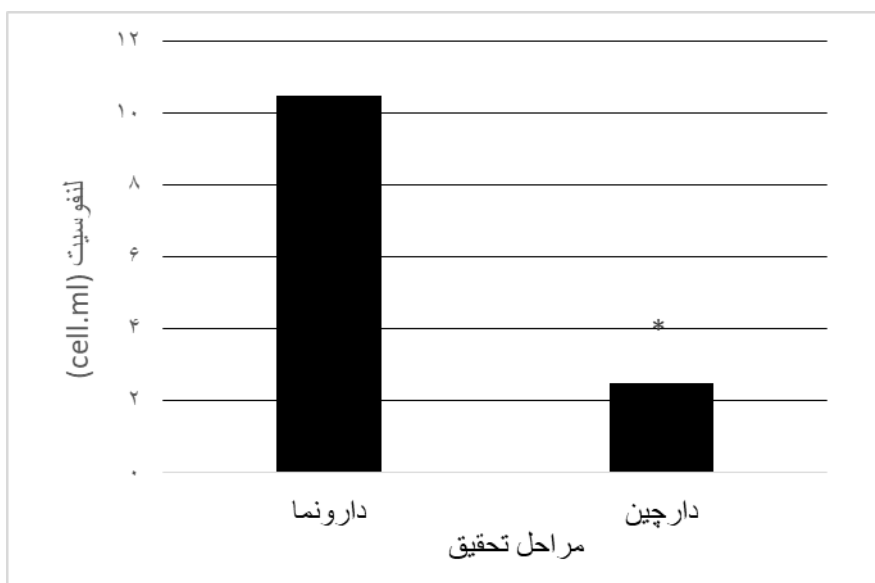
در جدول ۳ نتایج حاصل از تأثیر مصرف مکمل دارچین بر تغییرات سرمی عوامل ایمنی مورد بررسی ارائه شده است.

جدول ۳. تأثیر مصرف مکمل دارچین بر تغییرات سرمی عوامل ایمنی (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

متغیرها	وضعیت	تغییرات	Df	t	P
لنفوسیت (درصد به میکرولیتر)	مکمل	۲/۵ $\pm$ ۲/۲۷۳	۹	۲/۸۳۶	۰/۰۲
	دارونما	۱۰/۵ $\pm$ ۸/۲۶۳			
مونوسیت (درصد به میکرولیتر)	مکمل	۰/۲ $\pm$ ۰/۹۱	۹	۱/۵۵۷	۰/۱۵۴
	دارونما	۰/۹ $\pm$ ۰/۷۹			
نوتروفیل (درصد به میکرولیتر)	مکمل	۳ $\pm$ ۳/۳۳۹	۹	۲/۹۷۸	۰/۱۵
	دارونما	۱۱/۷ $\pm$ ۷/۹۱۶			
نوتروفیل به لنفوسیت (درصد به میکرولیتر)	مکمل	۰/۱۷۴ $\pm$ ۰/۱۶۷	۹	۳/۱۴۱	۰/۰۱۲
	دارونما	۰/۸۳ $\pm$ ۵/۸۸			

### تأثیر مصرف مکمل دارچین بر تغییرات لنفوسیت

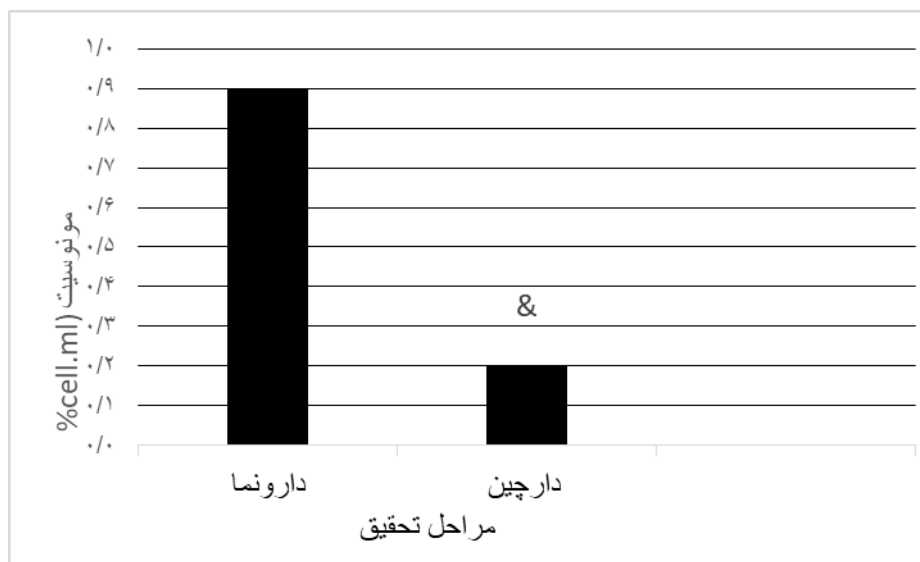
نتایج (نمودار ۱) نشان داد تغییرات تعداد لنفوسیت‌های سرم پیش و پس از آزمون بروس در وضعیت‌های مصرف مکمل دارچین و دارونما با یکدیگر تفاوت معناداری دارند ( $P=0/02$ )، که این نتایج با مقایسه جدول ۲ نشان می‌دهد اگرچه در پی فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در هر دو وضعیت مصرف مکمل دارچین و دارونما لنفوسیت‌های سرم افزایش یافته، اما مصرف مکمل دارچین موجب کمتر شدن میزان تغییرات افزایشی لنفوسیت‌ها شده است.



نمودار ۱. مقایسه تغییرات پیش و پس از آزمون (لنفوسیت) در مراحل مختلف تحقیق  
\* نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله دارونما ( $P < 0/05$ )

### تأثیر مصرف مکمل دارچین بر تغییرات مونوسیت

نتایج (نمودار ۲) نشان داد تغییرات تعداد مونوسیت‌های سرم پیش و پس از آزمون در وضعیت‌های مصرف مکمل دارچین و دارونما با یکدیگر تفاوت معناداری ندارند ( $P = 0/154$ ).



نمودار ۲. مقایسه تغییرات پیش و پس از آزمون (مونوسیت) در مراحل مختلف تحقیق  
& نشانه معنادار نبودن نسبت به مرحله دارونما ( $P > 0/05$ )



### تأثیر مصرف مکمل دارچین بر تغییرات نوتروفیل

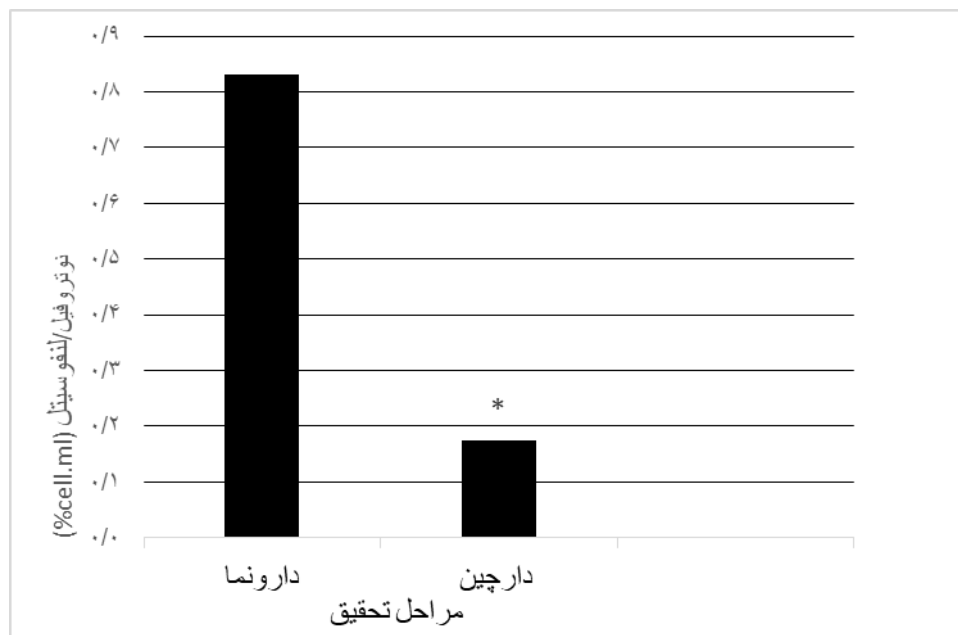
نتایج (نمودار ۳) نشان داد تغییرات تعداد نوتروفیل‌های سرم پیش و پس از آزمون در وضعیت‌های مصرف مکمل دارچین و دارونما با یکدیگر تفاوت معناداری دارند ( $P=0/015$ )، این نتایج با مقایسه جدول ۲ نشان می‌دهد که اگرچه در پی یک جلسه فعالیت ورزشی وامانده‌ساز نوتروفیل‌های سرم در هر دو وضعیت مصرف مکمل دارچین و دارونما کاهش یافته، اما مصرف مکمل دارچین موجب کمتر شدن تغییرات کاهشی نوتروفیل‌ها شده است.



نمودار ۳. مقایسه تغییرات پیش و پس از آزمون (نوتروفیل) در مراحل مختلف تحقیق  
\*نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله دارونما ( $P<0/05$ )

### تأثیر مصرف مکمل دارچین بر تغییرات نسبت نوتروفیل به لنفوسیت

نتایج (نمودار ۴) نشان داد تغییرات نسبت نوتروفیل‌ها به لنفوسیت‌ها سرم پیش و پس از آزمون در وضعیت‌های مصرف مکمل دارچین و دارونما با یکدیگر تفاوت معناداری دارند ( $P=0/012$ )، این نتایج در مقایسه با نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که اگرچه به دنبال فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در هر دو وضعیت مصرف مکمل دارچین و دارونما نسبت نوتروفیل‌ها به لنفوسیت‌ها کاهش یافته، اما مصرف مکمل دارچین موجب کمتر شدن تغییرات کاهشی نسبت نوتروفیل‌ها به لنفوسیت‌ها سرم شده است.



نمودار ۴. مقایسه تغییرات پیش و پس از آزمون (نسبت لنفوسیت به نوتروفیل) در مراحل مختلف تحقیق  
\*نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله دارونما ( $P < 0.05$ )

## بحث

تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر مصرف مکمل دارچین (۵۰۰ میلی گرم در روز به مدت یک هفته) بر پاسخ‌های سیستم ایمنی در پی یک جلسه فعالیت ورزشی و آمادگی در پسران فعال انجام گرفت. یافته‌های تحقیق نشان از تأثیرگذاری مصرف مکمل دارچین بر سطوح تغییرات نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و نسبت نوتروفیل‌ها به لنفوسیت‌ها دارد، اما بر سطوح تغییرات مونوسیت‌ها تأثیر معناداری ندارد. با توجه به اینکه تحقیقات نشان داده است که در ابتدای بازیافت یعنی درست پس از قطع فعالیت ورزشی، تعداد لکوسیت‌ها شروع به بازگشت به مقادیر استراحتی می‌کند و گاهی ۱۵ تا ۶۰ دقیقه پس از فعالیت ورزشی بسیار شدید، با کاهش معنادار برخی لکوسیت‌ها حتی کمتر از مقادیر استراحتی مواجه می‌شویم (۸)، این تغییرات عوامل ایمنی سبب ایجاد یک دوره به اصطلاح پنجره باز<sup>۱</sup> پس از فعالیت ورزشی شدید می‌شود که عوامل بیماری‌زا می‌توانند از این طریق در بدن میزبان جایگاهی به دست آورند و احتمال ابتلا به عفونت را افزایش دهند و در نتیجه ورزشکاران در زمان تمرین‌های شدید و مسابقات حساس و مهم، در برابر بیماری‌های خاص مانند عفونت‌های مجاری تنفسی فوقانی<sup>۲</sup> آسیب‌پذیرند (۲۰). نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده تأثیر مثبت مصرف مکمل دارچین بر سطوح تغییرات عوامل سیستم ایمنی ورزشکاران متعاقب فعالیت ورزشی شدید است که می‌تواند با جلوگیری از وقوع دوره پنجره باز موجب بهبود عملکرد و افزایش کارایی سیستم ایمنی ورزشکاران شود.

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد تغییرات تعداد عوامل ایمنی شامل تغییرات نوتروفیل‌ها، نسبت نوتروفیل‌ها به لنفوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها پیش و پس از آزمون بروس در وضعیت‌های مصرف مکمل دارچین و دارونما با یکدیگر تفاوت معناداری دارند (مقادیر  $P$  به ترتیب ۰/۰۱۵، ۰/۰۱۲ و ۰/۰۲) که این نتایج با مقایسه جدول ۲ نشان می‌دهد مصرف روزانه ۵۰۰ میلی گرم مکمل دارچین به مدت یک هفته پیش از فعالیت ورزشی شدید تغییرات کاهشی نوتروفیل‌ها، تغییرات کاهشی نسبت نوتروفیل‌ها به لنفوسیت‌ها و تغییرات افزایشی لنفوسیت‌ها را متعاقب فعالیت ورزشی و آمادگی کمتر کرده است. همچنین نشان داد تغییرات تعداد مونوسیت‌های سرم پیش و پس از آزمون در وضعیت‌های مصرف مکمل دارچین و دارونما با یکدیگر تفاوت معناداری ندارند ( $P = 0.154$ ).

<sup>1</sup>. Open window

<sup>2</sup>. Upper Respiratory Tract Infection (URTI)

تحقیق‌های اندکی به بررسی خواص دارچین بر سیستم ایمنی پرداخته‌اند و برخی شواهد نشان می‌دهند که دارچین دارای فنولیک، فلاونوئیدها بوده و نیز دارای تأثیرات ضدالتهابی است (۱۶). همچنین برای ترکیباتی مانند کومارین، اوژنل، سینام آلدهید و سینامیک اسید موجود در دارچین اثر ضدالتهابی به اثبات رسیده است (۱۵). نتایج تحقیقات جیمز دوک<sup>۱</sup> و همکاران، حاکی از آن است که ترکیب سینام آلدهید موجود در دارچین سبب تحریک سیستم ایمنی می‌شود (۱۷) و با مهار تولید نتریک اکساید موجب مهار فاکتور هسته‌ای کاپا زنجیره سبک بهبوددهنده سلول B فعال که نقشی کلیدی در تنظیم پاسخ ایمنی به عفونت دارد، می‌شود (۱۸). نتایج نشان داد که مصرف مکمل دارچین موجب کاهش تغییرات عوامل ایمنی می‌شود که همسو با نتایج تحقیقات سونگ هو لی و همکاران (۲۰۰۵) و جیمز دوک (۲۰۱۹) بود که تأثیر مثبت ترکیبات سازنده دارچین بر عوامل ایمنی را گزارش کرده بودند.

با توجه به اینکه تحقیقی در زمینه اثر دارچین بر سیستم ایمنی انسان و ورزشکاران یافت نشد و همچنین به علت کمبود تحقیقات علمی که اثر داروهای گیاهی را بر سیستم ایمنی بررسی کرده‌اند، بنابراین ما نتایج تحقیقات مختلفی را که تأثیر برخی گونه‌های گیاهان دارویی را بر سیستم ایمنی سلولی و خونی بررسی کرده‌اند و دارای ترکیباتی با خواص آنتی‌اکسیدانی مشابه دارچین هستند، با نتایج تحقیق حاضر مقایسه می‌کنیم. نتایج تحقیق رجبیان و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که کاروتنوئیدهای محلول در آب کلاله زعفران به صورت وابسته به دوز موجب کاهش پاسخ ایمنی سلولی می‌شود و با خاصیت ضدالتهابی خود سبب تقویت سیستم ایمنی موش‌ها می‌شود (۲۱). در پژوهش مالکی و همکاران تأثیر عصاره بابونه، سدر، حنا و صبر زرد بر درماتیت تماسی که یک نوع افزایش پاسخ ایمنی اکتسابی است، در موش بررسی شد و نقش آنها در کنترل ضایعات درماتیت تماسی ثابت شد، ولی تأثیر بابونه در تقویت عملکرد سیستم ایمنی موش‌های مورد بررسی بیش از سایر گیاهان بود (۲۲). نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات رجبیان و همکاران و مالکی و همکاران که اثر سایر مکمل‌های گیاهی را بر سیستم ایمنی بررسی کرده‌اند، همسوست و دارچین به عنوان یک گیاه دارویی همانند آب کلاله زعفران و عصاره بابونه، سدر، حنا و صبر زرد موجب تقویت سیستم ایمنی می‌شود.

همچنین نتایج تحقیقاتی که اثر سایر مکمل‌ها را بر فاکتورهای سیستم ایمنی موردنظر در این تحقیق بررسی کرده‌اند، با نتایج تحقیق حاضر مقایسه و تحلیل خواهیم کرد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق علی جانی و حسینی (۲۰۰۸) (۲۳) در زمینه اثر مکمل گلوتامین بر تعداد نوتروفیل‌های سرم ورزشکاران دختر همسوست، زیرا مکمل دارچین همانند مکمل گلوتامین موجب کاهش تعداد نوتروفیل‌ها می‌شود، البته دارچین با کاهش التهاب و در نتیجه کاهش فراخوانی نوتروفیل‌ها از سیستم ایمنی و مکمل گلوتامین با افزایش سوخت‌رسانی به نوتروفیل‌ها تعداد آنها را کنترل می‌کنند و کاهش می‌دهند. همچنین در تحقیق ما مونسیت‌ها در شرایط مصرف مکمل دارچین پیش و پس از تمرین کاهش غیرمعناداری نسبت به حالت دارونما داشت که همسو با تحقیق مذکور است. علاوه بر این در تحقیق حاضر لنفوسیت‌ها پیش از تمرین در حالت مکمل نسبت به دارونما افزایش معنادار و پس از تمرین کاهش غیرمعناداری داشت، اما در تحقیق حسینی و علی خانی در گروه مکمل نسبت به دارونما در هر دو زمان پیش و پس از تمرین لنفوسیت‌ها کاهش غیرمعناداری داشت که این نتایج در زمان پیش از تمرین با هم همسو نیستند که احتمالاً به دلیل تفاوت در سیستم ایمنی دختران و پسران، تفاوت در سازوکار دارچین و گلوتامین است. در کل نتایج دو تحقیق نشان می‌دهد که دارچین با روشی متفاوت از گلوتامین به سیستم ایمنی ورزشکارانی که فعالیت ورزشی شدید انجام می‌دهند، کمک کرده است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق جلیلی و همکاران (۲۰۱۰)، (۲۴) در زمینه مقادیر لنفوسیت‌ها همسو نیست، زیرا نتایج تحقیق ما نشان داد که مصرف مکمل دارچین نسبت به دارونما موجب کاهش تغییرات افزایشی لنفوسیت‌ها پس از فعالیت ورزشی شدید می‌شود، ولی نتایج تحقیق مذکور نشان می‌دهد که مصرف محلول عسل موجب معنادار شدن تغییرات کاهشی لنفوسیت‌ها نسبت به حالت دارونما می‌شود که تفاوت این نتایج می‌تواند به علت نوع مکمل و سازوکارهای متفاوت آنها بر روی سیستم ایمنی و همچنین زمان خون‌گیری متفاوت و آزمون به کاررفته باشد، به گونه‌ای که در تحقیق ما از آزمون بروس

<sup>۱</sup> . James Duke

استفاده شد و ۱۵ دقیقه پس از فعالیت ورزشی خون‌گیری انجام گرفت و در تحقیق مذکور از آزمون کوپر و دو ساعت پس از فعالیت خون‌گیری انجام گرفت. همچنین با توجه به اینکه در تحقیق ما تغییرات کاهشی نوتروفیل‌ها در حالت مکمل نسبت به دارونما معنادار بود و در تحقیق مذکور تغییرات افزایشی نوتروفیل‌ها در حالت مکمل معنادار نبود، می‌توان نتیجه گرفت در هر دو تحقیق با وجود تفاوت نوع مکمل و زمان خون‌گیری، هم مکمل دارچین و هم محلول عسل از افزایش نوتروفیل‌ها (نوتروفیلیا) پس از فعالیت ورزشی جلوگیری کرده و سبب تقویت سیستم ایمنی شده‌اند، بنابراین این نتایج همسوست. نتایج تحقیق حاضر در خصوص مقادیر مونوسیت‌ها با نتایج تحقیق یادشده همسو نیست، زیرا در تحقیق ما مقادیر مونوسیت‌ها در حالت مکمل کاهش غیرمعناداری داشت، ولی در تحقیق فوق‌الذکر مقادیر مونوسیت در گروه مکمل پس از آزمون افزایش معناداری داشته است، که علت تفاوت می‌تواند متفاوت بودن نوع آزمون، زمان خون‌گیری باشد.

### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد مصرف روزانه ۵۰۰ میلی‌گرم مکمل دارچین به مدت یک هفته پیش از فعالیت ورزشی و اماکنده‌ساز موجب کاهش تغییرات مضر پاسخ سیستم ایمنی به فعالیت ورزشی شود و این کاهش تغییرات عوامل ایمنی با بهبود عملکرد سیستم ایمنی ورزشکار موجب بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران حرفه‌ای که در تمرینات و مسابقات مختلف ورزشی در معرض انواع بیماری‌های التهابی و عفونی‌اند، شود.

### تقدیر و تشکر

از تمامی شرکت‌کنندگان و استادان محترم گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شیراز و تمامی کسانی که در مراحل مختلف طراحی و انجام این تحقیق همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

### References

1. Yadegari, M., Ravasi, A. A., Choobineh, S. The Effect of a Single Bout of Progressive Aerobic and High Intensity Interval Exercise on Leukocytes and Blood Platelets of Non-Athlete Men. *Journal of Sport Biosciences*, 2017; 9(1): 1-15. doi: 10.22059/jsb.2017.61883. (In Persian)
2. Guyton, R. Hall, J. A. *Medical Physiology*, translated by: Sepehari, H. Rostgar Farajzadeh, A. Qasimzadeh, Z. Haeri Rouhani, A. Rafi Publications, 8th edition (2021). (In Persian)
3. Gholamnezhad Z, Boskabady MH, Hosseini M, Sankian M, Rad AK. Evaluation of immune response after moderate and overtraining exercise in wistar rat. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. 2014 Jan;17(1):1.
4. Campbell JP, Turner JE. Debunking the myth of exercise-induced immune suppression: redefining the impact of exercise on immunological health across the lifespan. *Frontiers in Immunology*. 2018 Apr 16;9:648. doi: 10.3389/fimmu.2018.00648.
5. Cox, A. J, Pyne, D. B, Cox, G. R, Callister, R, & Gleeson, M. Pre-exercise carbohydrate status influences carbohydrate-mediated attenuation of post-exercise cytokine responses. *International Journal of Sports Medicine* 2008; 29(12), 1003-1009. doi: 10.1055/s-2008-1038753.
6. Kluth, D.C; Rees, A.J.; Khan, S, Smith, M.S; Reda, D. Inhibiting inflammatory cytokines. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 1996; 16: 576-582.
7. Tabrizi A, Ravasi A, Ghaini A, Qolipour M. Comparison of the effect of two types of active and passive recovery after exhausting exercise on changes in selected indicators of the immune system in male student athletes. *Journal of Sport Biosciences* 2011;-(5):5-17.( In Persian)

8. Wigernæs I, Høstmark AT, Kierulf P, Strømme SB. Active recovery reduces the decrease in circulating white blood cells after exercise. *International Journal of Sports Medicine*. 2000 ;21(08):608-12. doi: 10.1055/s-2000-8478.
9. Hoffman M, Blum A, Baruch R, Kaplan E, Benjamin M. Leukocytes and coronary heart disease. *Atherosclerosis*. 2004 Jan 1;172(1):1-6. doi: 10.1016/s0021-9150(03)00164-3.
10. Gleeson M, editor. *Immune function in sport and exercise*. Elsevier Health Sciences; 2006.
11. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology* 2007; 103: 693-9. doi: 10.1152/jappphysiol.00008.2007.
12. Qi B, Huang H. Beneficial effects of ginsenosides-rb1 on immune function of rats during strenuous physical exercise. *International Conference on Chemical, Material and Food Engineering 2015 Jul* (pp. 71-74). Atlantis Press. doi: 10.2991/cmfe-15.2015.18.
13. Sellami M, Slimeni O, Pokrywka A, Kuvačić G, D Hayes L, Milic M, Padulo J. Herbal medicine for sports: a review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018 ;15(1):14. doi: 10.1186/s12970-018-0218-y.
14. Rao PV, Gan SH. Cinnamon: a multifaceted medicinal plant. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2014 ;2014. doi: 10.1155/2014/642942.
15. Zargari A, *Medicinal plants*, Tehran, Tehran University Press; 2016 Jan..(In Persian)
16. James D., translated by Mohammad Reza Sh. A., Zohra A., Abdul Ali M. *Medicinal Herbs*, Tehran, Publications, Kamal Road, Chogan; 2019 Sept. (In Persian)
17. Newall CA, Anderson LA, Phillipson JD. *Herbal medicines. A guide for health-care professionals*. The pharmaceutical press; 1996. doi: 10.1021/np0207320.
18. Lee SH, Lee SY, Son DJ, Lee H, Yoo HS, Song S, Oh KW, Han DC, Kwon BM, Hong JT. Inhibitory effect of 2'-hydroxycinnamaldehyde on nitric oxide production through inhibition of NF-κB activation in RAW 264.7 cells. *Biochemical pharmacology*. 2005 Mar 1;69(5):791-9. doi: 10.1016/j.bcp.2004.11.013.
19. Choobineh, S., & Borjian Fard, M. The effect of omega-3 supplementation on acute phase proteins in athletic women after single bout of exhaustive exercise. *Journal of Sport Biosciences*. 2020; 11(4), 378-39. (In Persian)
20. Nieman DC, Bishop NC. Nutritional strategies to counter stress to the immune system in athletes, with special reference to football. *Journal of sports sciences*. 2006 Jul 1;24(07):763-72. doi: 10.1080/02640410500482982.
21. Rajabian, T., Ghazanfari, T., Daniali, F. The Effect of Water Soluble Carotenoids of Saffron on Cell-Mediated Immunity in BALB/c Mice. *Daneshvar Medicine*, 2008; 15(3): 21-28. (In Persian)
22. Maleki F, Delgoshae F, Khakzad M, Wejdanparast M, Zakerian B. The efficacy of Alcoholic extracts of camomile , henna, cedar , aloe vera on experimental contact Dermatitis (C.D) in mice. *J Ardabil Univ Med Sci* 2007; 7 (3) :302-307. (In Persian)
23. ALIJANI E, HOSSEINI Z. The effect of glutamine supplementation on immune system in female athlete students of Shahid Chamran University. *Journal: HAKAKAT* 2008;-(37):155-169. (In Persian)
24. Jalili L, Tartibian B, Mohammadzadeh H, Azar FE, Hajizadeh B. The effects of honey solution before maximal aerobic exercise on immune responses in active young men. *Urmia Medical Journal*. 2010;21(2):235-42. (In Persian).