

## Research Paper

# The Effect of 6-Week Pilates Exercise and Fenugreek Supplement on Total Antioxidant Capacity and Mineral Content in Active Women



Mahnaz Chatraei Azizabadi<sup>1</sup>, \*Parvaneh Nazarali<sup>1</sup>, Mehdi Hedayati<sup>2</sup>, Azam Ramezankhani<sup>3</sup>

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, Alzahra University, Tehran, Iran.

2. Research Institute for Endocrine Science, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tehran University, Tehran, Iran.



**Citation** Chatraei Azizabadi M, NazarAli P, Hedayati M, Ramezankhani A. [The Effect of 6-Week of Pilates Training With Fenugreek Supplementation on Total Antioxidant Capacity and Minerals in Active Women (Persian)]. Quarterly of "The Horizon of Medical Sciences". 2019; 25(3):158-172. <https://doi.org/10.32598/hms.25.3.158>

<https://doi.org/10.32598/hms.25.3.158>



Received: 23 Nov 2018

Accepted: 14 May 2019

Available Online: 01 Jul 2019

### Key words:

Antioxidants, Pilates, Active woman, Fenugreek, Mineral

## ABSTRACT

**Aims** Certain exercises can develop the antioxidant system. Fenugreek supplementation containing antioxidant capacity and minerals may increase the benefits of exercises. The current study aimed at investigating the effect of Pilates training with fenugreek supplement on Total Antioxidant Capacity (TAC) and minerals in active women.

**Methods & Materials** The current study was with a quasi-experimental design was conducted on 36 active women aged 21-28 years randomly assigned into four groups: training, supplement, training plus supplement, and control. The training groups performed six weeks of Pilates training with the intensity of 60%-80% of maximal heart rate, three times a week for six weeks. Supplement groups received 500 mg fenugreek seeds daily for six weeks. Before and after the intervention, TAC and minerals (calcium, phosphorus, and iron) were measured. Data were analyzed by two-way ANOVA, Tukey post hoc test, and paired t-test at significant levels of  $P < 0.05$ .

**Findings** In two variables, TAC and calcium, the time effect was significant, in other words, regardless of the group factor, there were significant differences between the post-test and pre-test of TAC and calcium variables in the experimental groups. The interaction of time-group was significant in TAC variable ( $P < 0.05$ ). The effect of the group was not significant in any of the variables.

**Conclusion** The obtained results suggested that one period of Pilates training and the use of fenugreek supplement alone and in combination could possibly prevent oxidative stress induced by exercise and could be effective in enhancing TAC and increasing calcium levels in active women.

## Extended Abstract

### 1. Introduction

**T**

he antioxidant system can be improved as a result of some exercises. Fenugreek herbal supplement also has antioxidant

property and mineral contents that can increase the benefits of exercises. It is likely that the antioxidant system can be more improved by combining exercises with fenugreek supplement. It is also possible to increase the level of minerals that athletes require by taking fenugreek supplement rich in minerals.

### \* Corresponding Author:

Parvaneh Nazarali, PhD.

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Alzahra University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 88041468

E-mail: parvaneh\_nazarali@yahoo.com

## 2. Methods

Davis et al. in 1982 were the first to report that exercise results in producing free radicals. Aerobic activities are associated with increased oxygen consumption and can lead to increased production of free radicals [1]. Studies show that regular physical activity increases the capability of the antioxidant system of the body and protects it against the destructive properties of oxidative stress resulting from increased exercise. These changes occur over time and in parallel with other adaptations of exercise. Regular exercise creates some adaptation in the antioxidant system which increases resistance to oxidative stress [4, 5].

Some studies are conducted on the effect of using medicinal plants combined with exercise on the antioxidant status of the body. Medicinal plants contain large amounts of antioxidants that can inhibit free radicals. Antioxidant compounds of these plants belong to phenolic compounds such as phenolic acids, flavonoids, tocopherols, and a group of carotenoids [7]. A few studies are also conducted on the various properties of fenugreek and its therapeutic effects on various reported cases, but its effects on the antioxidant level of human samples are not investigated yet [9]; moreover, the effects of using fenugreek supplementation and exercise simultaneously on antioxidant properties are not studied yet [4].

### Aim

The current study aimed at evaluating the effect of a Pilates training course with fenugreek supplementation on Total Antioxidant Capacity (TAC) and minerals of active women.

### Study design, population, and sample

The current quasi-experimental study with Pre-test-Post-test design was conducted in 2018 on all active and healthy female students aged 21-28 years in Tehran. Of these, 36 students were selected through announcements and on a voluntary basis with regard to the inclusion criteria. These criteria included: having regular exercise (regular physical activity two days a week and at least 2 years of regular exercise), no joint diseases and bone fractures in the past year, not smoking, no supplementary dietary, and no diseases affecting the results. The samples were randomly divided into four groups: Exercise (EX), Supplement (SUP), exercise plus supplement (EX+SUP), and control (Table 1).

### Measures

The body-weight of subjects was measured wearing light clothes and no shoes using an analog scale (Beurer, Ger-

many) with an accuracy of 0.1 kg, and their height was measured in standing position without shoes and shoulders and heels touching the wall using a wall mount stadiometer (Seca, China) with an accuracy of 0.1 cm. Their Body Mass Index (BMI) was obtained by dividing the weight in kilograms by the square of the height in meters. During the six-week study period, SUP group received 500 mg of fenugreek powder once a day after dinner [12]. The powdered fenugreek seeds were put into 600-mg gelatin capsule shells in a chemistry lab with a digital scale with an accuracy of 0.001 g. The subjects were asked to refrain from taking any medication during the study. The control group consumed a placebo drug (starch). For the EX group, the Pilates exercise protocol was assigned for six weeks, three sessions per week, and each for 60 minutes.

Pilates exercises included simple movements involving most of the trunk muscles (transverse abdominal muscles, internal and external oblique muscle, diaphragm, quadriceps, iliopsoas muscle, spinal extensors, and buttocks) and were performed in three positions of standing, sitting, and supine with no need to any specific equipment. The exercises started with low intensity and gradually increased every week [6]. To keep the principle of overload, new exercises were added in each session. In the first session, the intensity of exercise, measured with a Polar wristwatch, was about 60%-70% of the maximum heart rate. Over the next two weeks, the rate reached 70-75% and in the end sessions reached 75%-80% of the maximum heart rate. Blood samples were taken from subjects before the intervention and 48 hours after the last training session.

The studied blood factors were TAC and the level of minerals (calcium, phosphorus, magnesium, and iron). The TAC was measured using colorimetric oxidation-reduction method with a sensitivity of 0.1mm; calcium was measured by photometric test using Cresolphthalein Complexone (CPC) with a sensitivity of 0.2 mg/dL; magnesium by photometric test (endpoint method) using xylydyl blue with a sensitivity of 0.5 mg/dL; iron by photometric test with a sensitivity of 0.2 mg/dL; and phosphorus by photometric and ultraviolet test with a sensitivity of 0.7 mg/dL. Collected data, after coding, were analyzed in SPSS V. 20 software. Shapiro-Wilk statistical test was used to examine the normality of data distribution. For analyzing data, two-way ANOVA (Table 2), Tukey post hoc test and paired t-test were used. The significance level was set at 0.05 ( $P < 0.05$ ) (Table 3).

## 3. Results

ANOVA results for the variables of TAC, calcium level, phosphorus level, and iron level are presented in Table 2. Of TAC, results showed that the effect of time and the interaction

**Table 1.** Mean±SD of Participants' Characteristics

Characteristics	Mean±SD			
	EX	SUP	EX+SUP	Control
Number	9	9	9	9
Age	24.52±6.08	25.11±5.13	24.83±6.25	26.01±4.93
Weight (kg)	59.11±5.46	63.28±5.08	59.88±5.70	65.55±5.22
Height (cm)	163.65±5.46	167.54±5.08	165.55±5.70	164.66±5.22
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.24±1.48	22.68±1.02	22.21±1.22	21.20±1.15

**Table 2.** Two-way ANOVA Results for TAC and Levels of Calcium, Phosphorus, and Iron

Variable	Source	Mean squares	F	p
TAC (mM)	Time	0.011	31.124	0.001*
	Group	0.002	0.291	0.831
	Time × group	0.007	6.354	0.002*
Calcium (mg/dL)	Time	2.205	20.334	0.001*
	Group	0.278	1.933	0.144
	Time × group	0.242	2.229	0.104
Iron (µg/dL)	Time	7.540	0.019	0.892
	Group	381.947	0.223	0.880
	Time × group	313.819	0.778	0.515
Phosphorus (mg/dL)	Time	0.036	0.304	0.585
	Group	0.737	2.202	0.107
	Time × group	0.049	0.422	0.739

\*P < 0.05

**Table 3.** Paired t-test results of variables

Variable	Group	Post-test	Pre-test	P
TAC (mM)	EX	0.0±32.05	0.1±35.05	0.012*
	SUP	0.0±33.05	0.0±37.06	0.001*
	EX+SUP	0.0±33.04	0.1±36.06	0.001*
	Control	0.0±33.06	0.0±32.05	0.496
Calcium (mg/dL)	EX	9±46.45	9±72.49	0.029*
	SUP	8±98.36	9±38.35	0.002*
	EX+SUP	9±6.38	9±46.30	0.001*
	Control	9±13.38	9±15.47	0.14
Iron (µg/dL)	EX	93.29±87.77	89.23±88.38	0.571
	SUP	95.41±44.23	88.30±55.99	0.475
	EX+SUP	86.33±77.77	98.31±44.52	0.187
	Control	100.3±82.20	100.34±88.87	0.994
Phosphorus (mg/dL)	EX	3±87.44	3±92.62	0.760
	SUP	4±27.50	4±33.52	0.567
	EX+SUP	4±31.64	4±24.5	0.567
	Control	3±90.47	4±00.46	0.063

\*P < 0.05

Quarterly of  
The Horizon of Medical Sciences

Quarterly of  
The Horizon of Medical Sciences

Quarterly of  
The Horizon of Medical Sciences

effect between group and time was significant but the group had no significant effect on TAC. Paired t-test results reported that in the Post-test phase, the TAC increased significantly in all experimental groups (EX, SUP and EX + SUP) compared to the Pre-test phase ( $P < 0.05$ ). The results of the Tukey post hoc test and pairwise comparisons showed no significant difference among the experimental groups in terms of TAC changes. Regarding calcium level, only the effect of time was significant. A significant difference was observed between the Post-test and the Pre-test calcium levels. Paired t-test results showed that in all experimental and control groups, calcium level increased significantly after the intervention compared to the Pre-test scores ( $P < 0.05$ ). Regarding phosphorus and iron levels, effects of time, group, and time-group were not significant. In all groups, iron and phosphorus did not change significantly and there was no significant difference between calcium, phosphorus, and iron levels in all groups ( $P > 0.05$ ).

#### 4. Discussion

Regarding the effect of exercise on TAC, results of the current study were in agreement with those of some other studies [13, 14] while they were inconsistent with those of some others [15, 16]. Nakhaee et al. [17] in their study reported the increased TAC after a six-week aerobic training with 60-80% VO<sub>2</sub> max intensity in active women, while Jahani et al. reported that TAC levels decreased significantly after eight weeks of continuous and regular exercise in soccer players [18]. Kumar et al. in a study evaluated antioxidant and anti-fatigue properties of fenugreek in rats subjected to weight loaded forced swim test, and concluded that fenugreek hydro-alcoholic extract reduces free radicals and increases the activity of antioxidant enzymes [21]. The study by Adibi et al. also showed that endurance training and fenugreek supplementation in male diabetic rats can improve their plasma antioxidants, but their simultaneous use results in synergistic effects and strengthens the antioxidant system [22].

In a study, it was observed that the serum iron level enhanced in rats fed by wheat biscuit supplemented by fenugreek seed flour [24]. Regarding the results for serum phosphorus level, the results of Al-Sultan and El-Bahr were similar to those of the current study [26]. They found no significant difference in serum phosphorus level of rats using aqueous extract of fenugreek. However, the current study results were not consistent with those of Townsend et al. and Tartibian et al. where no significant change in serum calcium levels was reported [28-30]. The current study showed that six-week Pilates training resulted in a slight decrease in serum iron level but this effect was not statistically significant, which was consistent with the results of Inoue et al. and Ka-

basakalis et al. but contrary to the findings of Liu et al. Goto et al. and Alikarami et al. [33-37].

To obtain more conclusive results the effect of fenugreek supplementation on the TAC and levels of minerals, further studies with more careful control and data collection, larger sample size, or different doses of fenugreek are recommended. The present study had some limitations such as lack of the supervision of the physical activity of participants at the time out of study and lack of precise control of their nutritional status.

#### 5. Conclusion

A Pilates exercise course alone or in combination with fenugreek supplementation may significantly increase TAC and calcium level in active women aged 21-28 years. The combined effects of supplementation and Pilates training had no synergistic effect on improving antioxidant status.

#### Ethical Considerations

##### Compliance with ethical guidelines

This study obtained its ethical clearance from the Ethics Committee of Alzahra University. All ethical principles were in accordance with the Declaration of Helsinki.

##### Funding

This article is extracted from a master thesis authored by Mahnaz Chetraei Azizabadi with the approval code of 2401026 obtained from the Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Alzahra University.

##### Authors' contributions

All authors contributed in preparing this article.

##### Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interests.

---

This Page Intentionally Left Blank

---

## تأثیر شش هفته تمرین پیلاتس و مکمل دهی شنبليله بر ظرفیت تام ضد اکسایشی و مواد معدنی زنان فعال

مهناز چترائی عزیزآبادی<sup>۱</sup>، پروانه نظرعلی<sup>۱</sup>، مهدی هدایتی<sup>۲</sup>، اعظم رمضان‌خانی<sup>۳</sup>

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

۲- مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، پژوهشکده غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۳- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

### چکیده

تاریخ دریافت: ۰۲ آذر ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: ۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۸

تاریخ انتشار: ۱۰ تیر ۱۳۹۸

**اهداف:** مکمل شنبليله با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و مواد معدنی، ممکن است موجب افزایش مزایای تمرین شود. هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر یک دوره تمرین پیلاتس با مکمل دهی شنبليله بر ظرفیت تام ضد اکسایشی و مواد معدنی زنان فعال بود.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه در قالب طرح نیمه‌تجربی انجام گرفت. ۳۶ زن فعال با میانگین سنی ۲۱ تا ۲۸ سال انتخاب و به طور تصادفی به چهار گروه تمرین پیلاتس، مکمل، تمرین پیلاتس به همراه مکمل و کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تمرین، شش هفته تمرین پیلاتس با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب، سه جلسه در هفته به مدت شش هفته انجام دادند. گروه‌های مکمل به مدت شش هفته روزانه ۵۰۰ میلی‌گرم پودر بذر شنبليله دریافت کردند. قبل و بعد از مداخله، ظرفیت تام ضد اکسایشی و مواد معدنی (کلسیم و آهن) اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون تحلیل واریانس دوره‌ای، تی زوجی و آزمون تعقیبی توکی در سطح  $P < 0/05$  تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** در دو متغیر ظرفیت تام ضد اکسایشی و کلسیم، اثر زمان معنی‌دار بود، به عبارت دیگر، صرف‌نظر از عامل گروه، تفاوت معنی‌داری بین مراحل پس‌آزمون و پیش‌آزمون متغیر ظرفیت تام ضد اکسایشی و کلسیم در گروه‌های تجربی مشاهده شد. اثر متقابل زمان گروه در متغیر ظرفیت تام ضد اکسایشی معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). اثر گروه در هیچ یک از متغیرها معنی‌دار نبود.

**نتیجه‌گیری:** این نتایج نشان داد که انجام یک دوره تمرین پیلاتس و مصرف مکمل شنبليله به‌تنهایی و نیز در ترکیب با یکدیگر احتمالاً می‌تواند از استرس اکسایشی ناشی از ورزش جلوگیری کند و در تقویت وضعیت دفاع آنتی‌اکسیدانی و افزایش سطوح کلسیم در زنان فعال مؤثر باشد.

### کلیدواژه‌ها:

آنتی‌اکسیدان، پیلاتس، زنان فعال، شنبليله، مواد معدنی

### مقدمه

ضد اکسایشی اولین خط دفاعی در برابر حمله انواع رادیکال‌های فعال هستند. هریک از این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نقش منحصر به فردی دارند که عمل همدیگر را کامل می‌کنند و برآیند آن‌ها با عنوان ظرفیت تام ضد اکسایشی<sup>۱</sup> بدن تلقی می‌شود [۳].

تمرین‌های منظم بدنی توانایی سیستم‌های ضد اکسایشی بدن را افزایش می‌دهند و در مقابل خاصیت تخریب‌کنندگی استرس اکسیداتیو که در اثر ورزش افزایش می‌یابد، از بدن محافظت می‌کنند. این تغییرات به مرور زمان و به صورت موازی با دیگر سازگاری‌های تمرین ورزشی رخ می‌دهند. تمرین‌های منظم باعث نوعی سازگاری در سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شوند که این امر موجب افزایش مقاومت به استرس اکسیداتیو می‌شود [۴، ۵]. یک نوع از تمرین‌ها،

فعالیت‌های ورزشی شدید قابلیت تحریک رادیکال‌های آزاد را دارند. دویس و همکاران در سال ۱۹۸۲، اولین کسانی بودند که گزارش کردند فعالیت ورزشی منجر به تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود. فعالیت‌های هوازی با افزایش اکسیژن مصرفی همراه هستند و می‌توانند به افزایش تولید رادیکال‌های آزاد منجر شوند [۱]. سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن در حالت عادی از تجمع رادیکال‌های آزاد به مقدار زیاد، در بافت‌های مختلف جلوگیری می‌کند. بین تولید رادیکال‌های آزاد و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی در بدن تعادل وجود دارد. عدم تعادل بین میزان تولید رادیکال‌های آزاد و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی باعث به‌وجود آمدن استرس اکسیداتیو می‌شود [۲]. همه انواع ارگانوسم‌های هوازی، علیه گونه‌های فعال اکسیژن سیستم دفاعی دارند. آنزیم‌های

\* نویسنده مسئول:

دکتر پروانه نظرعلی

نشانی: تهران، دانشگاه الزهراء، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۸۸۰۴۱۴۶۸ (۲۱) ۹۸+

پست الکترونیکی: parvaneh\_nazarali@yahoo.com

1. TAC

مواد معدنی مورد نیاز ورزشکاران را افزایش داد، بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرین هوازی پیلاتس با مکمل دهی شنبلیله بر ظرفیت تام ضد اکسایشی و سطح مواد معدنی زنان فعال است.

### مواد و روش‌ها

در این کار آزمایی بالینی ۳۶ دانشجوی زن فعال و سالم با میانگین سنی ۲۸-۲۱ سال، از طریق اطلاعیه و داوطلبانه با دارا بودن شرایط و ویژگی‌های مدنظر در تحقیق، انتخاب شدند. شرایط ورود شرکت کنندگان به این مطالعه شامل شرکت منظم در برنامه‌های ورزشی (۲ روز فعالیت بدنی منظم در هفته و سابقه حداقل ۲ سال ورزش منظم)، همچنین مبتلا نبودن آزمودنی‌ها به بیماری اثرگذار بر نتایج تحقیق، بیماری‌های مفصلی، شکستگی نداشتن استخوان در یک سال گذشته و مصرف نکردن دخانیات و مکمل‌های غذایی بود. پس از انتخاب شرکت کنندگان، شرح کامل اهداف و اقداماتی که در طی طرح آزمایش انجام می‌شود، به آن‌ها توضیح داده شد و آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه را امضا کردند.

سیس آزمودنی‌ها به طور تصادفی در چهار گروه تمرین، مکمل، تمرین به همراه مکمل و کنترل قرار گرفتند. از آزمودنی‌ها درخواست شد برای اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتری مانند قد، وزن، نسبت دور کمر به دور لگن<sup>۴</sup> و تعیین ضربان قلب استراحت، در سالن ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه الزهرا حضور یابند. وزن با حداقل پوشش و بدون کفش با ترازوی عقربه‌ای (مارک تجاری Beurer، ساخت آلمان) و با دقت ۰/۱ کیلوگرم سنجیده شد. قد با استفاده از قدسنج دیواری (مارک تجاری Seca، ساخت چین)، در وضعیت ایستاده و بدون کفش در حالت مماس بودن شانه‌ها و پاشنه‌ها به دیوار، با خطای ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. نمایه توده بدن<sup>۵</sup> با تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد، به متر برای آزمودنی‌ها به دست آمد.

در طول شش هفته دوره تحقیق، گروه‌های مکمل یک بار در روز بعد از وعده شام، ۵۰۰ میلی‌گرم پودر بذر شنبلیله مصرف کردند [۱۲]. بدین منظور، ۵۰۰ میلی‌گرم بذر شنبلیله پودر شده داخل پوکه کپسول ژلاتینی ۶۰۰ میلی‌گرمی قرار داده شد. این کار در آزمایشگاه شیمی با ترازوی دیجیتال و با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد در طول دوره تحقیق، از مصرف هر گونه دارو خودداری نمایند. افراد گروه کنترل همین میزان دارو (نشاسته) مصرف کردند. افرادی که در گروه‌های تمرین قرار داشتند، برنامه تمرین پیلاتس را به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته، هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه انجام دادند.

تمرین‌های پیلاتس، شامل حرکات ساده‌ای است که بیشتر عضلات

فعالیت ورزشی پیلاتس<sup>۲</sup> است. تمرین پیلاتس، شامل حرکاتی است که با یک سرعت کنترل شده در طول دامنه حرکتی مفصل، همراه با نفس‌های عمیق انجام می‌شود. در این تمرین‌ها بر توانایی عضلات برای حفظ تعادل بدن تأکید می‌شود [۶]. طبق دانسته‌های ما، تاکنون مطالعات اندکی در خصوص تأثیر تمرین پیلاتس بر ظرفیت تام ضد اکسایشی انجام شده است.

در کنار این پژوهش‌ها، مطالعاتی در رابطه با به‌کارگیری گیاهان دارویی و تلفیق آن‌ها با تمرین صورت گرفته که به تأثیر آن بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن توجه کرده‌اند. گیاهان دارویی مقادیر فراوانی آنتی‌اکسیدان دارند که می‌توانند رادیکال‌های آزاد را مهار کنند. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارویی به آنتی‌اکسیدان‌های فنولی مانند اسیدهای فنولی، فلاونوئیدها، توکوفرول و گروهی از کاروتنوئیدها تعلق دارند [۷]. شنبلیله<sup>۳</sup> یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و متعلق به خانواده تیره نخود است که دانه‌های آن حاوی ۶ تا ۱۰ درصد لیپید، ۴۴ تا ۵۹ درصد کربوهیدرات و ۲۰ تا ۳۰ درصد پروتئین است. در مقایسه با دیگر بقولات، دانه‌های آن حاوی نسبت‌های بالایی از مواد معدنی از جمله کلسیم، روی، آهن، منگنز و فسفر است. همچنین دانه‌های آن سرشار از فلاونوئیدهای پلی‌فنول است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند و ساختار سلولی را از آسیب اکسیداتیو محافظت می‌کنند [۹-۷].

به علت طعم معطر، از گیاهانی است که برگ‌ها و دانه‌هایش به طور وسیعی به جای ادویه در آماده‌کردن غذا استفاده می‌شود [۹]. از نظر اقتصادی گیاهی مقرون به صرفه است که ورزشکاران از آن استفاده می‌کنند. از طرفی اخیراً به دلیل اثرات نامطلوب و عوارض مکمل‌های شیمیایی، ضرورت جایگزین کردن مواد و ترکیبات طبیعی به جای مواد شیمیایی، موجب شده است که توجه پژوهشگران و متخصصان علوم ورزشی به استفاده از مکمل‌های گیاهی معطوف شود [۱۰]. براساس شواهد علمی این نوع مکمل‌سازی ممکن است ضمن افزایش عملکردهای ورزشی، باعث کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از انجام فعالیت ورزشی شود [۱۱].

مطالعاتی در زمینه خواص گوناگون گیاه شنبلیله انجام و اثرات درمانی آن بر موضوعات مختلف گزارش شده است، اما اثرات آن بر سطح آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های انسانی بررسی نشده است [۹]. همچنین تاکنون اثرات مکمل‌سازی شنبلیله و تمرین‌ها به‌طور هم‌زمان بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی بررسی نشده است. ضمن سیستم آنتی‌اکسیدانی در اثر برخی تمرین‌ها بهبود می‌یابد [۴]. با توجه به این دو نکته، این احتمال وجود دارد که به‌واسطه مکمل گیاهی شنبلیله بتوان سیستم آنتی‌اکسیدانی را با ترکیب این دو مورد بهبود بیشتری بخشید. علاوه بر این، احتمال دیگر آن است که با دریافت مکمل شنبلیله که از مواد معدنی غنی است بتوان سطح

4. WHR

5. BMI

2. Pilates

3. Trigonella foenum graecum

زوجی استفاده شد. در همه آزمون‌ها، مقدار خطا در سطح  $P < 0/05$  محاسبه شد.

### یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است. قبل از آزمون فرضیه‌های تحقیق، طبیعی بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون آماری شاپیروویلیک بررسی شد ( $P > 0/05$ ). نتایج آزمون تحلیل واریانس دوره‌ها دربار هر یک از متغیرهای ظرفیت تام ضداکسایشی، کلسیم، فسفر و آهن در جدول شماره ۲ آورده شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس دوره‌ها دربار ظرفیت تام ضداکسایشی نشان داد که اثرات زمان معنی‌دار است، اما اثرات گروه بر ظرفیت تام ضداکسایشی معنی‌دار نیست. اثر تقابل زمان گروه بر ظرفیت تام ضداکسایشی معنی‌دار است، بنابراین اثرات ساده عامل‌های گروه و زمان را بررسی می‌کنیم. نتایج آزمون تی زوجی حاکی از آن بود که در تمام گروه‌های تجربی (گروه تمرین، گروه مکمل، گروه تمرین با مکمل)، در مرحله پس از آزمون نسبت به پیش از آزمون، ظرفیت تام ضداکسایشی افزایش معنی‌داری یافت ( $P < 0/05$ ) (جدول شماره ۳). نتایج آزمون تعقیبی توکی و مقایسه‌های دوتایی نشان داد که بین گروه‌های تجربی از لحاظ تغییرات ظرفیت تام ضداکسایشی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

درباره متغیر کلسیم، اثرات زمان معنی‌دار است، به عبارت دیگر صرف‌نظر از عامل گروه، تفاوت معنی‌داری بین مراحل پس از آزمون و پیش از آزمون متغیر کلسیم وجود دارد. نتایج آزمون آماری تی زوجی نشان داد که در تمام گروه‌های تجربی و کنترل، در مرحله پس از آزمون نسبت به پیش از آزمون، کلسیم افزایش معنی‌داری یافت ( $P < 0/05$ ). نتایج متغیرهای آهن و فسفر، معنی‌داری عامل گروه، زمان و اثر متقابل زمان گروه را نشان نداد. در تمام گروه‌ها، آهن و فسفر تغییر معنی‌داری نکرد و بین تمامی گروه‌ها از لحاظ تغییرات کلسیم و فسفر و آهن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ).

تنه (عرضی شکمی، مایل داخلی، خارجی، دیافراگم، مربع کمری، سوئز خاصه‌ای، بازکننده‌های عمقی ستون مهره‌ها، سرنی‌ها) را درگیر کرده و در سه وضعیت ایستاده و نشسته و خوابیده، بدون نیاز به تجهیزات خاصی، روی تشک انجام می‌شود. تمرین‌ها از سطح ساده شروع و به تدریج پیشرفت می‌کند [۶]. برای حفظ اصل اضافه‌بار، در هر جلسه، علاوه بر تمرین‌های جلسه قبل، تمرین‌های جدید نیز افزوده می‌شود. در جلسات اول، شدت تمرین که با ساعت مچی پولار سنجیده شد، حدود ۷۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب افراد بود. طی دو هفته بعد، این میزان به ۷۵-۷۰ درصد و با گذشت زمان، جلسات آخر به ۸۰-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب رسید. از آزمودنی‌ها قبل از شروع مداخله و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، خون گرفته شد. فاکتورهای خونی بررسی شده ظرفیت تام ضداکسایشی و مواد معدنی (کلسیم، فسفر، منیزیم و آهن) بودند.

ظرفیت تام ضداکسایشی بر اساس آزمون رنگ‌سنجی کاهش اکسیداسیون استفاده شد. حساسیت روش مذکور، ۰/۱ میلی‌متر است. کلسیم به روش فتومترتری و با استفاده از CPC اندازه‌گیری و حساسیت روش مذکور ۰/۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود. منیزیم به صورت End point به روش فتومترتری و با استفاده از Xylidyl blue اندازه‌گیری شد و حساسیت روش مذکور، ۰/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود. آهن به روش فتومتریک اندازه‌گیری شد و حساسیت روش مذکور ۰/۲ میکروگرم در دسی‌لیتر بود. فسفر به روش فتومتریک و UV تست، اندازه‌گیری شد که حساسیت روش مذکور، ۰/۷ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود.

داده‌های حاصل، پس از کدگذاری، با استفاده از نسخه ۲۰ نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شد. از آزمون آماری شاپیروویلیک، برای برآورد طبیعی بودن توزیع داده‌های گروه‌ها، استفاده شد. متغیرهای تحقیق با تحلیل واریانس دوره‌ها تجزیه شدند و در صورت معنی‌دار بودن اثر اصلی گروه و اثر متقابل (گروه×زمان) از آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه استفاده شد. در صورت معنی‌دار بودن اثر اصلی زمان، از آزمون آماری تی

### 6. Cresolphthalein copmplexone

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های پژوهش به تفکیک چهار گروه

متغیر	میانگین ± انحراف معیار (گروه)			
	کنترل	تمرین یا مکمل	مکمل	تمرین
تعداد	۹	۹	۹	۹
سن (سال)	۲۶/۰۱ ± ۴/۹۳	۲۴/۸۲ ± ۶/۲۵	۲۵/۱۱ ± ۵/۱۳	۲۴/۵۲ ± ۶/۰۸
وزن (کیلوگرم)	۵۶/۵۵ ± ۵/۲۲	۵۹/۸۸ ± ۵/۷۰	۶۳/۲۸ ± ۵/۰۸	۵۹/۱۱ ± ۵/۴۶
قد (سانتی‌متر)	۱۶۴/۶۶ ± ۵/۲۲	۱۶۵/۵۵ ± ۵/۷۰	۱۶۷/۵۴ ± ۵/۰۸	۱۶۳/۶۵ ± ۵/۴۶
نمایه توده بدنی (kg/m <sup>2</sup> )	۲۱/۰۲ ± ۱/۱۵	۲۱/۹۹ ± ۱/۲۲	۲۲/۶۸ ± ۱/۰۲	۲۲/۲۴ ± ۱/۴۸



جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس دوره دربارۀ متغیرهای ظرفیت تام ضد اکسایشی، کلسیم، آهن و فسفر

متغیر	منبع تغییر	میانگین مجذورات	ارزش F	P
ظرفیت تام ضد اکسایشی (Mm)	اثر زمان	۰/۰۱۱	۳۱/۱۳۴	۰/۰۰۱*
	اثر گروه	۰/۰۰۲	۰/۲۹۱	۰/۸۳۱
	تعامل گروه زمان	۰/۰۰۷	۶/۳۵۴	۰/۰۰۳*
کلسیم (mg/dL)	اثر زمان	۲/۲۰۵	۲۰/۳۳۴	۰/۰۰۱*
	اثر گروه	۰/۲۷۸	۱/۹۳۳	۰/۱۴۴
	تعامل گروه زمان	۰/۲۴۲	۲/۲۲۹	۰/۱۰۴
آهن (ug/dL)	اثر زمان	۷/۵۴۰	۰/۰۱۹	۰/۸۹۲
	اثر گروه	۳۸۱/۹۴۷	۰/۲۲۳	۰/۸۸۰
	تعامل گروه زمان	۳۱۳/۸۱۹	۰/۷۷۸	۰/۵۱۵
فسفر (mg/dl)	اثر زمان	۰/۰۳۶	۰/۳۰۴	۰/۵۸۵
	اثر گروه	۰/۸۳۷	۲/۲۰۲	۰/۱۰۷
	تعامل گروه زمان	۰/۰۴۹	۰/۴۲۲	۰/۷۳۹

\* تفاوت معنی دار ( $P < 0.05$ )

افتخ دانش

جدول ۳. مقایسه تغییرات در متغیرها با توجه به تی زوجی

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	ارزش P درون گروهی
ظرفیت تام ضد اکسایشی (mM)	تمرین	۰/۱۳۳۵/۰۵	۰/۰۳۳۲/۰۵	۰/۰۱۳*
	مکمل	۰/۰۳۳۷/۰۶	۰/۰۳۳۳/۰۵	۰/۰۰۱*
	تمرین با مکمل	۰/۱۳۳۶/۰۶	۰/۰۳۳۳/۰۴	۰/۰۰۱*
کلسیم (mg/dL)	کنترل	۰/۰۳۳۲/۰۵	۰/۰۳۳۳/۰۶	۰/۴۹۶
	تمرین	۹/۰۳۳۲/۴۹	۹/۰۳۴۶/۴۵	۰/۰۲۹*
	مکمل	۹/۰۳۳۸/۳۵	۸/۰۳۳۷/۳۶	۰/۰۰۳*
آهن (ug/dL)	تمرین با مکمل	۹/۰۳۴۶/۳۰	۹/۰۳۴۶/۳۸	۰/۰۰۱*
	کنترل	۹/۰۳۱۵/۴۷	۹/۰۳۱۳/۳۸	۰/۱۴
	تمرین	۸۹/۲۳±۸۸/۳۸	۹۳/۲۹±۸۷/۷۷	۰/۵۷۱
فسفر (mg/dl)	مکمل	۸۸/۳۰±۵۵/۹۹	۹۵/۴۱±۴۴/۲۳	۰/۴۷۵
	تمرین با مکمل	۹۸/۳۱±۴۴/۵۲	۸۶/۳۳±۷۷/۷۷	۰/۱۸۷
	کنترل	۱۰۰/۳۴±۸۸/۸۷	۱۰۰/۳۰±۸۲/۲۰	۰/۹۹۴
فسفر (mg/dl)	تمرین	۳/۰۳۹۲/۶۲	۳/۰۳۸۷/۴۴	۰/۷۶۰
	مکمل	۴/۰۳۳۳/۵۲	۴/۰۳۲۷/۵۰	۰/۵۶۷
	تمرین با مکمل	۰/۴۳۲۴/۵	۴/۰۳۳۱/۶۴	۰/۵۶۷
کنترل	۰/۴۳۰۰/۴۶	۳/۰۳۹۰/۴۷	۰/۰۶۳	

\* تفاوت معنی دار پیش آزمون و پس آزمون ( $P < 0.05$ )

افتخ دانش

## بحث

اکسایشی مشاهده نکردند که با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو است. تناقض بین نتایج، ممکن است به علت تفاوت در آزمودنی‌ها باشد. قربانیان و همکاران نشان دادند که استفاده از پلی فنول‌ها سبب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن می‌شود [۱۵]. مطالعات نشان داده است که بذر شنبلیله غنی از پلی فنول‌هاست که باعث حذف رادیکال‌های آزاد و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود [۱۸].

اثرات آنتی‌اکسیدانی شنبلیله در مطالعه جنت و همکاران به اثبات رسیده است [۱۹]. کومار<sup>۹</sup> و همکاران نیز خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدخستگی شنبلیله را در موش‌هایی بررسی کرده‌اند که تحت تمرین شنا با وزنه قرار گرفته‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که عصاره هیدروآلکلی شنبلیله منجر به کاهش رادیکال‌های آزاد و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود [۲۰]. مطالعاتی که اثر هم‌زمان تمرین با مصرف شنبلیله را بر تغییرات آنتی‌اکسیدان بررسی کرده‌اند، اندک هستند.

ارشدی و همکاران افزایش ظرفیت تام ضداکسایشی را در ترکیب شش هفته تمرین شنا با مکمل شنبلیله در موش‌های مبتلا به دیابت نوع ۲ مشاهده کرده‌اند [۸]. پژوهش ادیبی و همکاران، نیز حاکی از آن بود که تمرین شنا و مکمل‌دهی شنبلیله در موش‌های نر دیابتی هر یک جداگانه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را بهبود می‌بخشد اما در صورتی که تمرین شنا و مصرف عصاره آبی شنبلیله هم‌زمان باشد، اثرات هم‌افزایی دارد و سیستم آنتی‌اکسیدانی را تقویت می‌کند. تمرین بدنی منظم و مصرف مکمل به سازگاری‌هایی منجر می‌شود که نتیجه آن بیشتر شدن ظرفیت تام ضداکسایشی برای مقابله با استرس اکسیداتیو است [۲۱].

افزودن مکمل شنبلیله در پژوهش حاضر نتوانست وضعیت آهن و فسفر را به شکل معنی‌داری تغییر دهد اما میزان کلسیم به طور معنی‌داری تغییر داد. بر طبق دانسته‌های ما، مطالعات در زمینه اثر مکمل شنبلیله بر محتوای مواد معدنی، محدود به تعداد اندکی بررسی‌های حیوانی است و برای شناخت جزئیات سازوکار و نحوه عمل این گیاه و اثرات آن، به مطالعات بیوشیمیایی و داروشناسی بسیاری نیاز است. در مقاله مروری احمد و همکاران به ویژگی‌های شنبلیله پرداخته شده است، شنبلیله منبع غنی از کلسیم، آهن، منیزیم، فسفر، بتاکاروتن و ویتامین‌های دیگر است. البته محتوای مواد معدنی گیاه بستگی به مرحله بلوغ آن دارد؛ مقدار فسفر در بافت‌های گیاهی جوان بیشتر است، در صورتی که در گیاهان پیرتر اغلب مقدار کلسیم بیشتر است [۲۲].

در یک مطالعه، در موش‌های تغذیه‌شده با بیسکویت تهیه‌شده از آرد بذر شنبلیله، محتوای آهن سرم افزایش یافت [۲۳]. البته مقایسه مستقیم یافته‌ها با یکدیگر مشکل است، از جمله به علت طراحی متفاوت پژوهش‌ها، مقدار املاح گوناگون و مجموعه

مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر مصرف مکمل شنبلیله، تمرین پیلاتس و مکمل شنبلیله همراه با تمرین بر ظرفیت تام اکسایشی و سطح مواد معدنی در افراد فعال انجام گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که یک دوره تمرین پیلاتس، یک دوره مکمل‌دهی شنبلیله و یک دوره تمرین با مکمل‌دهی شنبلیله بر تغییرات ظرفیت تام ضداکسایشی در زنان فعال تأثیر معنی‌داری دارد و به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی منجر می‌شود.

نتایج برخی از تحقیقاتی که صرفاً تأثیر تمرین را بر ظرفیت تام ضداکسایشی بررسی کرده‌اند، با مطالعه حاضر همسو [۱۴، ۱۳] و برخی دیگر ناهمسو هستند [۱۵، ۱۶]. نخعی و همکاران پس از انجام شش هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰-۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی<sup>۷</sup>، در زنان فعال، شاهد افزایش ظرفیت تام ضداکسایشی بودند [۱۷]. اما جهانی و همکاران گزارش کردند که میزان ظرفیت تام ضداکسایشی پس از هشت هفته تمرین منظم و مستمر در بازیکنان فوتبال، کاهش معنی‌داری یافت [۱۸]. سازوکارهای متعددی برای توجیه پاسخ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به ورزش ارائه شده است. فعالیت با افزایش ترشح هورمون‌ها (اپینفرین یا کاتکولامین‌های دیگر، سوخت‌وساز پروستاگلانئیدها، گزانتین اکسیداز، نیکوتین‌امید آدنین دی‌نوکلوئوتید<sup>۸</sup> اکسیداز) و فعالیت ماکروفاژها بر فرآیند استرس اکسیداتیو اثرگذار است و موجب افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید می‌شود [۱۵، ۱۶].

برخی دیگر از بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد که در زمان فعالیت ورزشی، به دلیل هماهنگ نبودن اکسیژن برداشتی و اکسیژن مورد نیاز در بافت‌ها، فرآیند ایسکمی خون‌رسانی مجدد، موجب تولید گونه‌های اکسیژن فعال و آسیب به لیپیدهای غشاهای بافتی می‌شود که پراکسیداسیون لیپیدی را بیشتر تحریک می‌کند. بنابراین، با افزایش رادیکال‌های آزاد، ممکن است ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تضعیف شود [۱۴، ۱۵]. یکی از دلایل احتمالی تناقض موجود ممکن است شدت و مدت تمرین باشد که بر وضعیت استرس اکسایشی و آنتی‌اکسیدانی مؤثر است؛ بدین صورت که تمرین‌های حاد و خسته‌کننده باعث آسیب اکسایشی می‌شود، اما تمرین هوازی طولانی‌مدت با شدت متوسط می‌تواند با تقویت و فعال کردن سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی، در برابر این آسیب، اثر حفاظتی داشته باشد [۱۵].

مطالعه در زمینه تأثیر مکمل شنبلیله بر ظرفیت تام ضداکسایشی در نمونه‌های انسانی محدود است. تنها در یک مطالعه، توکلی و همکاران تأثیر بذر شنبلیله را بر ظرفیت تام ضداکسایشی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کرده‌اند و پس از هشت هفته مداخله، تغییر معنی‌داری در ظرفیت تام

7. VO2 max

8. NADPH

9. Kumar

کوچک در بدن نظیر آدنوزین تری فسفات<sup>۱۵</sup>، قندها و اسیدهای آمینه، احتمالاً به منزله دفع کننده‌های آهن عمل می‌کنند. در حین فعالیت ورزشی استقامتی، روند گلیکوکوئولیز در بدن افزایش می‌یابد و موجب آزاد شدن قند در خون و سرانجام تولید آدنوزین تری فسفات می‌شوند. در چنین حالتی افزایش مولکول‌های آدنوزین تری فسفات و کربوهیدرات، امکان دفع بیشتر آهن را فراهم می‌کند و در نتیجه، ذخایر آهن بدن کاهش یابد [۳۷]. محققان در توجیه کاهش آهن سرم در ورزشکاران استقامتی اذعان کرده‌اند که این کاهش ممکن است به علت خونریزی معده، روده یا وجود هموگلوبین در ادرار، خون در ادرار و تعریق زیاد باشد [۳۵].

از آنجا که این تحقیقات روی افراد ورزشکار صورت گرفته، می‌توان نتیجه را به این صورت توجیه کرد که چون آزمودنی‌ها ورزش با شدت زیاد و طولانی انجام نمی‌دادند، شاید به تمرین‌های شدید و طولانی‌تر نیاز داشتند تا تغییر معنی‌داری ایجاد شود. علت اینکه آهن در گروه تمرین بعد از شش هفته، تغییر معنی‌داری نداشت، احتمالاً به دلیل این است که فشار کم این دوره تمرینی با شدت و مدت شش هفته، دو بار در هفته، هر بار به مدت یک ساعت، باعث کاهش ناچیز آهن در حین ورزش و بلافاصله بعد از ورزش می‌شود، که این کاهش با افزایش ناچیز آهن در دوره بازیافت جبران می‌شود، بنابراین تغییرات آهن معنی‌دار نشده است.

### نتیجه‌گیری

در حالت کلی با توجه به تحقیقاتی که قبلاً خوانده شده و پژوهش مدنظر که روی آزمودنی‌های نام‌برده انجام گرفت، مطالعه حاضر نشان داد که احتمالاً یک دوره تمرین پیلاتس به تنهایی یا همراه با مصرف مکمل شنبلیله موجب افزایش معنی‌دار در ظرفیت تام ضد اکسایشی و کلسیم در زنان فعال سنین ۲۱ تا ۲۸ سال می‌شود و هیچ تفاوت معنی‌داری نیز بین گروه‌های مداخله مشاهده نشد. بنابراین اثر توأم مصرف مکمل و تمرین پیلاتس اثر هم‌افزایی بر بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی ندارند. برای روشن شدن تأثیر داشتن یا نداشتن مکمل‌دهی شنبلیله بر عوامل ذکر شده، به مطالعات بیشتر یا کنترل دقیق‌تر و دفعات بیشتر جمع‌آوری داده‌ها یا تعداد نمونه بیشتر یا دز متفاوت شنبلیله نیاز است.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

مطالعه حاضر در کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه الزهرا به تأیید رسید. برای حفظ چارچوب اخلاقی و حفظ حقوق

15. ATP

غذایی حامل آن‌ها و یا به این علت که در این مطالعات، در فراورده غذایی تولیدشده، هیدرولیز فیتات را آنزیم فیتاز طی فرایند خیساندن و جوانه‌زدن، دسترسی به مواد معدنی افزایش می‌دهد [۲۴، ۲۳]. در زمینه تغییرات فسفر سرم، سلطان و البهر به نتایج مشابهی با مطالعه حاضر دست یافتند و در سطوح فسفر سرم، در موش‌هایی که از عصاره آبی شنبلیله استفاده کردند، تغییر معنی‌داری مشاهده نکردند [۲۵].

مطالعه حاضر نشان داد یک دوره تمرین هوازی موجب افزایش غلظت کلسیم سرم می‌شود که این نتایج همسو با نتایج برخی از مطالعات است. تعادل و تنظیم غلظت کلسیم سرم در خون، از جمله وظایف هورمون پاراتورمون است. به نظر می‌رسد استرس ناشی از فعالیت ورزشی، غده پاراتورمون را تحریک و غلظت کلسیم را افزایش می‌دهد، اما نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه ترتیبیان و همکاران، تانسند<sup>۱۰</sup> و همکاران و همچنین ترتیبیان و همکاران که تغییر معنی‌داری را در سطوح کلسیم سرم گزارش نکردند [۲۶-۲۹]، همخوانی ندارد. اختلافات موجود در نتایج حاصل از پژوهش‌ها، به تنوع ماهیت ورزشی، شدت ورزش، مدت زمان و تفاوت در آزمودنی‌ها بستگی دارد. در مطالعه حاضر، سطوح فسفر سرم پس از تمرین هوازی افزایش یافت اما از لحاظ آماری این افزایش معنی‌دار نبود.

نتایج مطالعه معظمی و همکاران حاکی از آن بود که سطح سرمی فسفر پس از شش ماه تمرین هوازی در زنان افزایش یافت اما این تغییر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود [۳۰]. قارداشی افسوی و همکاران نیز به نتایج مشابهی دست یافتند [۳۱]. یافته‌های پژوهش نشان داد شش هفته تمرین پیلاتس، به کاهش اندکی از آهن سرم منجر شد اما این تأثیر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این نتیجه با یافته‌های مطالعه آینو<sup>۱۱</sup> و همکاران و نیز کاباکالیس<sup>۱۲</sup> و همکاران همخوانی دارد [۳۲، ۳۳]. در حالی که با نتایج مطالعات لیو<sup>۱۳</sup> و همکاران، گوتو<sup>۱۴</sup> و همکاران و همچنین علی‌کریمی و همکاران همخوانی ندارد. [۳۴-۳۶] این تفاوت ممکن است به علت تفاوت در شرایط تغذیه‌ای آزمودنی‌ها یا تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها باشد. در حین فعالیت ورزشی با پدیده همولیز درون عروقی، هموگلوبین از سلول لیز شده آزاد می‌شود. این هموگلوبین را هاپتوگلوبین می‌گیرد، بعد به کبد می‌رود و آهن هموگلوبین از طریق ادرار یا عرق دفع و ذخایر آهن تخلیه می‌شود.

توجیه احتمالی دیگر، برای کاهش آهن در ورزشکاران استقامتی، کاهش جذب آهن است. تعداد زیادی از مولکول‌های

10. Townsend

11. Inoue

12. Kabasakalis

13. Liu

14. Goto

آزمودنی‌ها، محقق از برنامه هلسینکی استفاده کرد.

#### حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مهنز چترائی عزیزآبادی در سال ۱۳۹۶ با کد تصویب پایان‌نامه ۲۴۰۱۰۲۶ در گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا استخراج شده و بخشی از پژوهانه نویسنده مسئول است.

#### مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشته‌اند.

#### تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی گزارش نشد.

## References

- [1] Baghaiee B, Nakhostin-Roohi B, Siahkudian M, Bolboli L. [Effect of oxidative stress and exercise-induced adaptations (Persian)]. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2015; 17(2):1-15.
- [2] Trapp D, Knez W, Sinclair W. Could a vegetarian diet reduce exercise-induced oxidative stress? A review of the literature. *Journal of Sports Sciences*. 2010; 28(12):1261-8. [DOI:10.1080/02640414.2010.507676] [PMID]
- [3] Harasym J, Oledzki R. Effect of fruit and vegetable antioxidants on total antioxidant capacity of blood plasma. *Nutrition*. 2014; 30(5):511-7. [DOI:10.1016/j.nut.2013.08.019] [PMID]
- [4] Sari-Sarraf V, Amirsasan R, Zolfi HR. [Effects of aerobic and exhaustive exercise on salivary and serum total antioxidant capacity and lipid peroxidation indicators in sedentary men (Persian)]. *Fez*. 2016; 20(5):427-34.
- [5] Ghorbanian B, Mohammadi H, Azali K. [Effects of 10-weeks aerobic training with *Rhus coriaria*. L supplementation on TAC, insulin resistance and anthropometric indices in women with type 2 diabetes (Persian)]. *CMJA*. 2017; 7(1):1805-15.
- [6] Eyigor S, Karapolat H, Yesil H, Uslu R, Durmaz B. Effects of pilates exercises on functional capacity, flexibility, fatigue, depression and quality of life in female breast cancer patients: A randomized controlled study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2010; 46(4):481-7. [PMID]
- [7] Mohammadzadeh A, Gol A, Oloumi H. [The effects of fenugreek seed powder on oxidant and antioxidant factors in male rats with acetaminophen-induced liver toxicity (Persian)]. *Journal of Babol University of Medical Sciences*. 2015; 17(9):44-51.
- [8] Arshadi S, Bakhtiyari S, Haghani K, Valizadeh A. Effects of fenugreek seed extract and swimming endurance training on plasma glucose and cardiac antioxidant enzymes activity in Streptozotocin-induced diabetic rats. *Osong Public Health and Research Perspectives*. 2015; 6(2):87-93. [DOI:10.1016/j.phrp.2014.12.007] [PMID] [PMCID]
- [9] Meghwal M, Goswami TK. A review on the functional properties, nutritional content, medicinal utilization and potential application of fenugreek. *Journal of Food Processing and Technology*. 2012; 3(9):1-10. [DOI:10.4172/2157-7110.1000181]
- [10] Herbold NH, Viscontu BK, Frates S, Bandini L. Tradition and non-traditional supplement use in collegiate female varsity athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2004; 14(5):586-93. [DOI:10.1123/ijnsnm.14.5.586]
- [11] Peeri M, Yazdanshenasan Shahraki S, Azarbayjani MA, Arshadi S. The effect of endurance training and extract of fenugreek seed on serum Visfatin and Vaspin levels in diabetic rats. *Annals of Biological Research*. 2013; 4(5):301-6.
- [12] El-Nawasany SAE, Shalaby SI, Badria FAE, Magraby GM, Gupta N. Diuretic effect of Fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* Linn) in cirrhotic ascetic patients. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017; 6(3):185-9.
- [13] Babaei P, Rahmani-nia F, Nakhostin B, Bohlooli SH. The effect of VC on immunoendocrine and oxidative stress responses to exercise. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2009; (3):1627-32.
- [14] Pilch W, Szygula Z, Tyka AK, Palka T, Tyka A, Cison T, et al. Disturbances in pro-oxidant-antioxidant balance after passive body overheating and after exercise in elevated ambient temperatures in athletes and untrained men. *PLOS One*. 2014; 9(1):e85320. [DOI:10.1371/journal.pone.0085320] [PMID] [PMCID]
- [15] Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Atashak S, Stannard SR. Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. *Research in Sports Medicine*. 2015; 23(1):73-87. [DOI:10.1080/15438627.2014.975807] [PMID]
- [16] Afzalpour ME, Gharakhanlou R, Gaeini AA, Mohebi H, Hedayati SM. [The effects of vigorous and moderate aerobic exercise on the serum aryl esterase activity and total antioxidant capacity in non-active healthy men (Persian)]. *Journal of Sports Science*. 2006; 3(9):105-23.
- [17] Nakhaee H, Nazarali P, Hanachi P, Hedayati M. [The effect of aerobic training and Cinnamon *Zeylanicum* intake on total antioxidant capacity in active women (Persian)]. *The Horizon of Medical Sciences*. 2018; 24(2):88-95.
- [18] Jahani G, Firoozrai M, Matin Homae H, Tarverdzadeh B, Azarbayjani MA, Movaseghi GH, et al. [The effect of continuous and regular exercise on erythrocyte antioxidative enzymes activity and stress oxidative in young soccer players (Persian)]. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2010; 17(74):22-32.
- [19] Genet S, Kale RK, Baquer NZ. Alterations in antioxidant enzymes and oxidative damage in experimental diabetic rat tissues: Effect of vanadate and fenugreek (*Trigonella foenum graecum*). *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2002; 236(1-2):7-12. [DOI:10.1023/A:1016103131408] [PMID]
- [20] Kumar GP, Anand T, Singsit D, Khanum F, Anilakumar KR. Evaluation of antioxidant and anti-fatigue properties of *Trigonella Foenum-Graecum* L. in rats subjected to weight loaded forced swim test. *Pharmacognosy Journal*. 2013; 5(2):66-71. [DOI:10.1016/j.phcgj.2013.03.005]
- [21] Adibi s, Azarbayjani MA, Peeri M. [Effects of endurance training and supplementation of fenugreek seed aqueous extract on plasma antioxidants in male diabetic rats (Persian)]. *Physiology of Exercise and Physical Activity*. 2013; 6(1):811-20.
- [22] Ahmad A, Alghamdi SS, Mahmood K, Afzal H. Fenugreek a multipurpose crop: Potentialities and improvements. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2016; 23(2):300-10. [DOI:10.1016/j.sjbs.2015.09.015] [PMID] [PMCID]
- [23] Ibrahim MI, Hegazy AI. Iron bioavailability of wheat biscuit supplemented by fenugreek seed flour. *World Journal of Agricultural Sciences*. 2009; 5(6):769-76.
- [24] Wani SA, Kumar P. Fenugreek: A review on its nutraceutical properties and utilization in various food products. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2018; 17(2):97-106. [DOI:10.1016/j.jsas.2016.01.007]
- [25] Al-Sultan SI, El-Bahr SM. Effect of aqueous extract of fenugreek (*Trigonella Foenum-Graecum* L) on selected biochemical and oxidative stress biomarkers in rats intoxicated with carbon tetrachloride. *International Journal of Pharmacology*. 2015; 11(1):43-9. [DOI:10.3923/ijp.2015.43.49]
- [26] Alghadir AH, Aly FA, Gabr SA. Effect of moderate aerobic training on bone metabolism indices among adult humans. *Pakistan Journal of Medical Sciences*. 2014, 30(4):840-4. [DOI:10.12669/pjms.304.4624]
- [27] Townsend R, Elliott-Sale KJ, Pinto AJ, Thomas C, Scott JPR, Currell K, et al. Parathyroid hormone secretion is controlled by both Ionised calcium and phosphate during exercise and recovery in men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2016; 101(8):3231-9. [DOI:10.1210/jc.2016-1848] [PMID]
- [28] Tartibian B, Sheikhlou Z, Malandish A, Rahmati-Yamchi M, Afsar Garebag R. [Effect of moderate-intensity aerobic training on alkaline phosphatase gene expression and serum markers of bone turnover in sed-

- entary postmenopausal women (Persian)]. *Tehran University Medical Journal*. 2017; 74(10):723-34.
- [29] Tartibian B, Motabsaei N, Tolouei-Azar J. The influence of nine-week intensive aerobic exercises, calcium and vitamin D supplementation on the metabolic response of bone formation biomarkers in young women. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 2013; 15(2):47-54.
- [30] Moazami M, Jamali FS. [The effect of 6-months aerobic exercises on bone-specific alkaline phosphatase and parathyroid hormone in obese inactive woman (Persian)]. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2013; 5(10):71-9.
- [31] Ghardashi Afousi AR, Khashayar P, Gaeni AA, Choobineh S, Fallahi AA, Javidi M. [Effect of high intensity interval training on hormonal factor affecting bone metabolism (Persian)]. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2015; 22(130):29-37.
- [32] Inoue Y, Matsui A, Asai Y, Aoki F, Matsudi T, Yano H. Effect of exercise on iron metabolism in horses. *Biological Trace Element Research*. 2005; 107(1):33-42. [DOI:10.1385/BTER:107:1:033]
- [33] Kabasakalis A, Kalitsis K, Nikolaidis MG, Tsalis G, Kouretas D, Loupos D, et al. Redox, iron, and nutritional status of children during swimming training. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009; 12(6):691-6. [DOI:10.1016/j.jsams.2008.05.005] [PMID]
- [34] Liu YQ, Duan XL, Chang YZ, Wang HT, Qian ZM. Molecular analysis of increased iron status in moderately exercised rats. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2006; 282(1-2):117-23. [DOI:10.1007/s11010-006-1522-4] [PMID]
- [35] Goto K, Sumi D, Kojima C, Ishibashi A. Post-exercise serum hepcidin levels were unaffected by hypoxic exposure during prolonged exercise sessions. *PLOS One*. 2017; 12(8):e0183629. [DOI:10.1371/journal.pone.0183629] [PMID] [PMCID]
- [36] Alikarami H, Nikbakht M, Valipour Dehnou V, Ghalavand A. [Effect of 8 weeks of continuous moderate intensity aerobic training on iron status in club-level football players (Persian)]. *Horizon of Medical Sciences*. 2017; 23(2):129-33. [DOI:10.18869/acadpub.hms.23.2.129]
- [37] Ramezanzpour MR, Kazemi M. [Effects of aerobic training along with iron supplementation on the hemoglobin, red blood cells, hematocrit, serum ferritin, transferrin and iron in young girls (Persian)]. *Koomesh*. 2012; 13(2):233-9.