



## تأثیر ۱۲ هفته تمرین تاباتا در آب بر مقاومت به انسولین، آپولیپوپروتئین A و آپولیپوپروتئین B در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک

سمیه بهارلو: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
نادر شاکری: استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران (\* نویسنده مسئول)

nsprofsport@gmail.com

خسرو ابراهیم: استاد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
فهیمة رضانی تهرانی: استاد، گروه اندوکرینولوژی تولید مثل، مرکز تحقیقات اندوکرینولوژی تولید مثل، پژوهشکده غدد درون‌ریز دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران  
زهره علامه: دانشیار زنان و زایمان، گروه زنان و زایمان، دانشکده پزشکی مرکز آموزشی درمانی الزهراء، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اراک، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

تمرین تاباتا در آب،  
آپولیپوپروتئین A،  
آپولیپوپروتئین B،  
سندرم تخمدان پلی کیستیک

**زمینه و هدف:** محدودیت در رژیم غذایی و فعالیت بدنی به عنوان یک اولویت برای درمان بیماران سندرم تخمدان پلی کیستیک از سوی متخصصین توصیه می‌شود. هدف از انجام تحقیق حاضر تبیین تاثیر ۱۲ هفته تمرین تاباتا در آب بر مقاومت به انسولین، آپولیپوپروتئین A و آپولیپوپروتئین B در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک بود.  
**روش کار:** بدین منظور از بین زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شهر اصفهان ۳۰ نفر داوطلبانه انتخاب و بطور تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره (متفورمین+تمرین تاباتا) و گروه (متفورمین) تقسیم شدند. پس از ۱۲ ساعت ناشتایی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین خونگیری انجام شد. در ادامه گروه تجربی برنامه تمرینات تاباتا در آب را به مدت ۱۲ هفته، ۳ جلسه در هفته به مدت ۴۰ دقیقه متشکل از دوره‌های ۴ دقیقه‌ای (۲۰ ثانیه فعالیت و ۱۰ ثانیه استراحت) انجام دادند. جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها از آزمون‌های شپرو ویلک، تحلیل واریانس دو طرفه و آزمون تعقیبی مین فرونی استفاده شد.  
**یافته‌ها:** نتایج نشان داد تمرین باعث کاهش معنی‌دار مقاومت به انسولین در گروه تمرین (P=۰/۰۰۰۱) شد. اما تمرین بر آپولیپوپروتئین A و آپولیپوپروتئین B در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی‌داری نداشت.  
**نتیجه‌گیری:** با توجه به تاثیر معنی‌دار تمرینات تاباتا در آب بر مقاومت به انسولین و عدم تاثیر معنی‌دار بر آپولیپوپروتئین A و آپولیپوپروتئین B، به نظر می‌رسد درک مزایای تمرینات منظم تاباتا در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵

تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۰۵/۰۳

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.  
**منبع حمایت‌کننده:** حامی مالی نداشته است.

#### شیوه استناد به این مقاله:

Baharloo S, Shakeri N, Ebrahim Kh, Ramezani Tehrani F, Allameh Z. The effect of 12 weeks water-based Tabata training on insulin resistance, apolipoprotein A and apolipoprotein B in obese women with polycystic ovary syndrome. Razi J Med Sci. 2021;28(5):11-20.

\*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

## The effect of 12 weeks water-based Tabata training on insulin resistance, apolipoprotein A and apolipoprotein B in obese women with polycystic ovary syndrome

**Somayeh Baharloo:** MS of Physiology of Sport, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

**Nader Shakeri:** Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran (\* Corresponding author) [nsprofsport@gmail.com](mailto:nsprofsport@gmail.com)

**Khosrov Ebrahim:** Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

**Fahimeh Ramezani Tehrani:** Professor, Department of Reproductive Endocrinology, Endocrinology Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**Zahra Allameh:** Associate Professor of Obstetrics & Gynecology, Department of Obstetrics and Gynecology, School of Medicine, Alzahra Medical Center, Isfahan University of Medical Sciences, Arak, Iran

### Abstract

**Background & Aims:** Polycystic ovary syndrome is the most common endocrine disorder of the reproductive system in women. It is associated with some diseases such as insulin resistance, type 2 diabetes, endometrial hyperplasia, increased risk of cardiovascular disease, depression and sometimes mental disorders (2). Insulin resistance is currently a common feature of polycystic ovary syndrome, which puts women at risk for type 2 diabetes, coronary artery disease, high blood pressure and obesity. According to research, 70% of women with this complication have insulin resistance (4). Insulin resistance leads to an increase in insulin levels, which stimulates androgen production in the ovarian stroma and impairs follicular development (5). In addition, research has shown that in people with polycystic ovary syndrome, some cardiovascular risk factors such as apolipoproteins (6) are also affected, which due to the mechanisms of this disease, this change in balance is formed. Research suggests that the most important way to prevent and treat infertility disorders in people with polycystic ovary syndrome is to control their diabetes and weight (16). Although the benefits of aerobic exercise have been proven in many studies, little research has been done on intense intermittent exercise. One type of intense intermittent exercise is the Tabata exercise (5). Numerous clinical studies have reported significant aerobic, metabolic, musculoskeletal, and psychological benefits for water sports programs and intermittent swimming exercises (22).

Considering the above and the importance of treating polycystic ovary syndrome on the one hand and the importance of angiogenesis on the other hand, the researcher intends to investigate the effect of Tabata exercise in water and metformin on endostatin and in obese women with polycystic ovary syndrome.

**Methods:** The present research is a quantitative and applied study that was conducted with a two-group design (experimental and control) with pre-test and post-test. The statistical population of the present study consisted of all women with a body mass index of more than 29.9 in Isfahan with polycystic ovary syndrome. 30 people were selected as a sample from the community and provided they met the inclusion criteria, which were randomly assigned to the experimental group of Tabata + metformin exercise control. Subjects then completed a personal information questionnaire and blood samples were taken after 12 hours of night fasting to determine the level of research variables. In the continuation of the experimental group, the training program consisted of 12 weeks, 3 sessions per week and each session lasted 40 minutes of Tabata training in water with a special training song for 20 minutes and 10 minutes of stretching and cooling exercises. The dose of metformin prescribed in the

### Keywords

Water-based Tabata training,  
Apolipoprotein A,  
Apolipoprotein B,  
Polycystic ovary syndrome

Received: 25/04/2021

Published: 25/07/2021

experimental group was 500 mgr twice a day after breakfast and dinner. 48 hours after the last training session, blood samples were taken again from all subjects. Descriptive statistics and Shapiro-Wilk tests, one-way analysis of variance and Tukey's post hoc test were used to analyze the data using SPSS / 21 software at the significance level of 0.05.

**Results:** The results showed that exercise ( $F = 27.424$ ,  $P = 0.001$ ,  $\mu = 0.329$ ) and the interaction of exercise and time ( $F = 5.865$ ,  $P = 0.019$ ,  $\mu = 0.095$ ) had a significant effect on adiponectin in obese women with polycystic ovary syndrome. But time had no significant effect on adiponectin in obese women with polycystic ovary syndrome ( $F = 0.001$ ,  $P = 0.972$ ,  $\mu = 0.001$ ). It was also found that insulin resistance at the end of the period was significantly lower in the exercise group than the control group ( $P = 0.0001$ ). In relation to apolipoprotein A, exercise ( $F = 0.099$ ,  $P = 0.754$ ,  $\mu = 0.002$ ), time ( $F = 1.645$ ,  $P = 0.205$ ,  $\mu = 0.029$ ) and exercise-time interaction ( $F = 1.213$ ,  $P = 0.275$ ) were determined.  $\mu = 0.021$  had no significant effect on the amount of apolipoprotein A in obese women with polycystic ovary syndrome. Other findings showed exercise ( $F = 1.138$ ,  $P = 0.291$ ,  $\mu = 0.020$ ), time ( $F = 0.585$ ,  $P = 0.448$ ,  $\mu = 0.010$ ) and exercise-time interaction ( $F = 0.713$ ,  $P = 0.402$ ,  $\mu = 0.013$ ) have no significant effect on the amount of apolipoprotein B in obese women with polycystic ovary syndrome.

**Conclusion:** The results of the present study showed that 12 weeks of Tabata exercise program in water led to a significant reduction in insulin resistance in obese women with polycystic ovary syndrome. This finding of the present study is consistent with the results of research by Harrison et al. (2012) and Esmailzadeh Tolouei et al. (2015) (20-21). Probably the reason for the decrease in insulin resistance in the present study is a decrease in factors such as weight, body mass index and fat percentage in these people after exercise.

Regarding apolipoprotein A, it can be said that apolipoprotein A catalyzes low-density lipoprotein in the blood vessel wall of the body, especially the vascular wall of adipose tissue, by activating the enzyme lipoprotein lipase. In sports activities, low-density lipoprotein catabolism develops. Therefore, it is necessary to increase apolipoprotein A, but since the increase in low-density lipoprotein was not significant in this study, the lack of increase in lipopathological catabolism  $\rightarrow$  can be considered a reason for not increasing apolipo protein A.

On the other hand, it has been suggested that the increase threshold of apolipo protein A is to exercise more than one hour per session and more than twelve weeks (26). However, the training protocol was followed in the study for 12 weeks, which could be one of the reasons why apolipo protein A did not change.

Finally, the fact that apolipoprotein B levels do not decrease following Tabata exercises in the present study may be justified by the fact that LDL levels do not decrease. It seems that controlling the diet by consuming less foods with high or high glycemic index and instead consuming foods with low or medium glycemic index can have a positive effect on the amount of apolipoprotein B (29). Therefore, by controlling this nutritional factor, positive changes of apolipoprotein B can be achieved after exercise. However, in the present study, subjects did not follow a specific diet. A period of Tabata training did not cause a significant change in apolipoprotein B levels in obese women with polycystic ovary syndrome.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Baharloo S, Shakeri N, Ebrahim Kh, Ramezani Tehrani F, Allameh Z. The effect of 12 weeks water-based Tabata training on insulin resistance, apolipoprotein A and apolipoprotein B in obese women with polycystic ovary syndrome. *Razi J Med Sci.* 2021;28(5):11-20.

\*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

## مقدمه

سندرم تخمدان پلی کیستیک شایع‌ترین اختلال اندوکرینی دستگاه تولید مثل در زنان است. علائم این سندرم شامل پرمویی، فقدان قاعدگی یا بی‌نظمی در آن، نازایی، افزایش حجم تخمدان به بیش از ۹ میلی‌متر، وجود کیست‌های ۲-۸ میلی‌متری به تعداد ۱۰ عدد و یا بیشتر در یک سطح، افزایش دانسیته استروما، چاقی و عدم تحمل گلوکز است (۱). علاوه بر این سندرم تخمدان پلی کیستیک با برخی بیماری‌ها مانند مقاومت به انسولین، دیابت نوع دو، هیپرپلازی آندومتر، افزایش خطر بیماری قلبی-عروقی، افسردگی و گاهی اختلالات روحی روانی همراه است (۲). همچنین اختلالات متابولیکی از جمله افزایش سطح سرمی هورمون لوتئینی، تستسترون و انسولین در این بیماری شایع است و سلامت زنان مبتلا به این عارضه را در طولانی مدت تحت تاثیر قرار می‌دهد (۳).

در حال حاضر مقاومت به انسولین یکی از ویژگی‌های شایع سندرم تخمدان پلی کیستیک است که زنان مبتلا را در معرض خطر دیابت نوع دو، بیماری شریان کرونری، افزایش فشار خون و اختلال چربی قرار می‌دهد. بر طبق تحقیقات، ۷۰ درصد زنان مبتلا به این عارضه دارای مقاومت به انسولین می‌باشند (۴) مقاومت به انسولین، منجر به افزایش میزان انسولین می‌شود که تولید آندروژن را در استرومای تخمدان تحریک کرده و تکامل فولیکولی را مختل می‌کند (۵). علاوه بر این تحقیقات نشان داده‌اند که در افراد مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک برخی عوامل خطر زای قلبی عروقی مانند آپولیپوپروتئین‌ها (۶)، نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد که به دلیل مکانیسم‌های این بیماری این تغییر تعادل شکل می‌گیرد.

چاقی و اضافه وزن و به ویژه تجمع چربی به شکل احشایی از دیگر یافته‌های شایع در افراد مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک می‌باشد و مشخص شده است که افزایش چربی نقش مستقیمی در تعیین مقاومت به انسولین در این افراد دارد (۴). تحقیقات نشان می‌دهد کاهش وزن به تنهایی در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک سبب کاهش میزان انسولین، آندروژن و از سرگیری سیکل‌های تخمک‌گذاری می‌شود (۷). برای درمان سندرم تخمدان

پلی کیستیک از روش‌های درمانی مختلفی مانند دارو استفاده می‌شود. اما عوارض جانبی زیادی دارد و همین مساله استراتژی‌های درمانی غیر دارویی را مورد بررسی و مطالعه بیشتر قرار داده است (۸).

یکی از روش‌هایی که مورد توجه محققین می‌باشد ورزش و فعالیت بدنی است بطوریکه پژوهشگران بر این باورند که ورزش منظم و نه چندان سنگین برای مبتلایان به سندرم تخمدان پلی کیستیک روشی سالم و طبیعی است. به خوبی اثبات شده است که کاهش وزن به مقدار متوسط ۵-۱۴ درصد از طریق محدودیت انرژی و فعالیت بدنی عملکرد تولید مثل و ترشحات هورمونی را در زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک بهبود می‌بخشد (۹). فعالیت بدنی از طریق کاهش چربی شکمی، قند خون، چربی خون، کاهش مقاومت به انسولین، تاثیر بر ترشح هورمون‌ها و کاهش فاکتورهای خطر زای قلبی عروقی باعث بهبودی در بی‌نظمی قاعدگی، تخمک‌گذاری، مورفولوژی تخمدان‌ها و باروری می‌شود (۱۰). اما سوال این است که چه تمرینی؟ با چه شدتی؟ و با چه مدتی؟ همین مساله باعث شده است که روش‌های تمرینی مختلف مورد استفاده قرار گیرد که نتایج مختلفی نیز به دست آمده است. در این میان نوعی از تمرینات تناوبی شدید تمرین تاباتا می‌باشد که در سال ۱۹۹۷ طراحی شده و در آن مدت زمان فعالیت بین ۸ الی ۲۰ دقیقه متفاوت است و متشکل از دوره‌های ۴ دقیقه‌ای (۲۰ ثانیه فعالیت و ۱۰ ثانیه استراحت) با ۷۵ الی ۹۵ درصد HRmax و ۱ دقیقه استراحت پس از هر ۴ دقیقه است (۱۱). از طرفی به علت ویژگی‌های هیدرودینامیکی منحصر به فرد آب، اجرای تمرینات تناوبی شدید در محیط آبی برای افراد اطمینان بخش‌تر بوده و منجر به تحمل وزن کمتری در تمرین نسبت به تمرین تناوبی در خشکی می‌شود (۱۲). اهمیت تمرینات در آب به اندازه‌ای است که تحقیقات فواید هوازی، متابولیسمی، اسکلتی-عضلانی و روانی قابل توجهی را در مورد برنامه‌های ورزشی در آب و تمرینات تناوبی شنا گزارش کرده‌اند (۱۳).

مشابه تمرینات در خشکی، در تمرینات تناوبی شدید در آب افراد شرکت‌کننده وهله‌های بسیار سخت را با دوره‌های ریکاوری "آسان" کامل می‌کنند و به دلیل

اصفهان انجام شد.

با این حال، با توجه به موارد گفته شده باید بیان نمود که با توجه به عوارض ناشی از سندرم تخمدان پلی کیستیک مانند ناباروری، بیماری‌های قلبی عروقی، و مقاومت به انسولین؛ کاهش علائم و درمان این بیماری اهمیت بسزایی دارد. از این رو، با توجه به نتایج مختلف در مورد نقش فعالیت‌های ورزشی در کنترل علائم و عوارض این بیماری و از آنجا که تاکنون تحقیقی در رابطه با تاثیر تمرینات تاباتا در آب بر این بیماران انجام نشده است. بنابراین محقق درصدد پاسخگویی به این سوال است که آیا تمرینات تاباتا بر فاکتورهای خطرزای قلبی عروقی و هورمون‌های مترشحه از بافت چربی در بیماران مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر دارد؟

### روش کار

تحقیق حاضر کمی و از نوع کاربردی است که با طرح دو گروهی (تجربی و کنترل) با پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه زنان دارای شاخص توده بدنی بیش‌تر از ۲۹/۹ شهر اصفهان که توسط متخصص غدد یا زنان و آزمایش‌های تشخیصی و سونوگرافی تشخیص سندرم تخمدان پلی کیستیک برای آن‌ها در نظر گرفته شده بود، تشکیل دادند. از بین افراد جامعه و به شرط داشتن معیارهای ورود به تحقیق (سن ۲۰ تا ۳۵ سال، تشخیص PCOS توسط متخصص زنان و بر اساس معیار پیشنهادی انجمن اروپایی مربوط به باروری\_جنین‌شناسی و انجمن آمریکایی مربوط به طب باروری (European Society for Human Reproduction and Embryology)، (American Society for Reproductive Medicine) در کنفرانس روتردام (۲۰۰۳)، وجود حداقل دو علامت از سه علامت مورد نظر، علائم بیوشیمیایی یا بالینی هاپیر آندروژنیسم، عدم تمایل به باروری فوری و یا تمایل به استفاده از روش‌های پیشگیری از بارداری طی ۷ ماه گذشته و تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه) با مقادیر ضریب اطمینان ۰/۹۵ و توان آزمون ۰/۸۰ و طبق فرمول زیر، حجم نمونه ۲۶ محاسبه گردید که برای اطمینان بیشتر حجم کلی نمونه ۳۰ نفر برآورد شد که پس از

ویسکوزیته و چگالی آب، حرکات بزرگ همراه با افزایش سرعت و مقاومت بیشتری به جریان آب خواهند داد که این امر منجر به ایجاد یک محیط ایده‌آل برای افزایش بازده کاری و انرژی مصرفی می‌شود (۱۴). بعلاوه ویژگی‌های هیدرودینامیکی که بر سرعت حرکت مؤثر است، پاسخ‌های HR را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۵). از طرفی، سازگاری‌ها و بهبودهای مطلوب تمرینات تناوبی شدید در آب برای افراد مسن و چاق و همچنین افراد مبتلا به بیماری‌های مزمن مانند آرتروز و فیبرومیالژیا ثابت شده است (۱۶). به همین علت برای این گروه‌های بالینی، تمرینات تناوبی شدید در آب ممکن است موانع شرکت در تمرینات، از جمله هماهنگی ضعیف و یا ترس از آسیب را کاهش دهد (۱۷). اگرچه تنها تعداد محدودی از مطالعات فواید تمرینات تناوبی شدید در آب را بررسی کرده‌اند، اما یافته‌ها حاکی از آن است که برنامه‌های تمرینات تناوبی شدید در آب در عمق کم در مقایسه با پروتکل‌های تداومی محیط‌های آبی، مشابه و در برخی موارد حتی بیشتر منجر به پاسخ‌های حاد HR می‌شوند (۱۸). بنابراین با توجه به خواص منحصربه‌فرد ارائه شده توسط آب، فعالیت بدنی در طی ورزش‌های آبی امکان تعدیل شدن دارد به عنوان مثال شرکت‌کنندگان می‌توانند شدت تمرین را در عمق کم با دست‌کاری سرعت، سطح بدن، اعمال نیرو، دامنه حرکتی و سطح جهش تغییر دهند. به‌کارگیری هر یک یا ترکیبی از این استراتژی‌ها به‌طور چشمگیری منجر به تغییر میزان مقاومت در برابر حرکت و انرژی مصرفی در طول تمرین تداومی یا تناوبی در عمق کم خواهد شد (۱۹).

لذا با توجه به چند وجهی بودن بیماری سندرم تخمدان پلی کیستیک، اتخاذ رویکردهای چند جانبه در درمان و کنترل این بیماری نیز دور از انتظار نیست. بنابراین با عنایت به یافته‌های تحقیقات انجام شده، ضرورت ایجاد می‌کند علاوه بر روش‌های دارویی، استفاده از ورزش و حرکت درمانی به‌عنوان یک شیوه‌ی درمانی مکمل، بر عملکرد روزانه بیماران آزمون شود؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف تأثیر تمرین تاباتا در آب بر برخی عوامل خطر زای قلبی عروقی، تغییرات مقاومت به انسولین و برخی هورمون‌های مترشحه از بافت چربی زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شهر

همتاسازی و به صورت تصادفی به گروه تجربی تمرین تاباتا+ متفورمین، کنترل تقسیم شدند.

$$n = \frac{(Z1 + Z2) (2S)}{d}$$

همچنین افراد مبتلا به بیماری‌های آندوکرینی، تیروئید درمان نشده، ابتلا به سندرم کوشینگ (نوعی سندرم متابولیسم که سطوح بالای گلوکوکورتیکوئید منجر به مقاومت انسولین در بافت عضله، کبد و بافت چربی می‌شود)، هایپرپلازیای مادرزادی آدرنال، تومور مشکوک تخمدانی یا آدرنال، بیماران قلبی، استفاده از قرص‌های خوراکی پیشگیری از بارداری، پروژستین و الفاء هورمونی (اینپلانول)، استفاده از هورمون درمانی یا داروهای گیاهی در طی ۲ ماه گذشته، استفاده از طب سوزنی در طی ۲ ماه گذشته، انجام تمرینات ورزشی در طی ۲ ماه گذشته، بارداری، سابقه سقط جنین و یا زایمان در ۶ هفته گذشته، سابقه شیردهی در ۴ ماه گذشته، داشتن عمل جراحی چاقی طی ۱۲ ماه گذشته، عدم تمایل به پر کردن فرم رضایت برای ورود به مطالعه، بیماران دچار یا با سابقه ابتلا به سرطان دهانه رحم، آندومتر و یا سینه از تحقیق خارج شدند.

بعد از انتخاب نمونه، آزمودنی‌ها پرسشنامه اطلاعات شخصی را تکمیل کرده و خون‌گیری پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه جهت تعیین سطح فاکتورهای مقاومت به انسولین، آپولیپوپروتئین A و B به عمل آمد. سپس گروه تجربی برنامه تمرینی شامل ۱۲ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰ دقیقه را انجام داده و از داروی متفورمین نیز استفاده کردند. اما گروه کنترل فقط متفورمین مصرف کردند. پروتکل تمرینی شامل ۱۰ دقیقه راه رفتن به سمت جلو، عقب، پهلو و نرم دویدن در قسمت کم عمق استخر (جایی که سطح آب تا زیر گردن باشد) و سپس انجام حرکات کششی بود. سپس

تمرین تاباتا همراه با آهنگ ویژه تمرین به مدت ۲۰ دقیقه و ۱۰ دقیقه حرکات کششی و سرد کردن انجام شد. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین مجدداً از تمام آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. همچنین برای رعایت ملاحظات اخلاقی در پایان تحقیق، پروتکل‌های درمانی به صورت کتابچه راهنما در اختیار گروه کنترل قرار گرفت تا در صورت تمایل از آن استفاده کنند. از آمار توصیفی و آزمون‌های شیپرو ویلک، تحلیل واریانس دو طرفه و آزمون تعقیبی بن فرونی با استفاده از نرم‌افزار SPSS/21 در سطح معنی‌داری  $\alpha \leq 0.05$  برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

لازم به ذکر است که طرح تحقیق موفق به اخذ کد اخلاق با شماره IR.IAU.A.RECE.1399.001 گردید.

### یافته‌ها

نتایج نشان داد آزمون تحلیل واریانس دو طرفه نشان داد تمرین  $(F=27/424, P=0/001, \mu=0/329)$  و تعامل تمرین و زمان  $(F=5/865, P=0/019, \mu=0/095)$  بر مقاومت انسولین زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی‌داری دارند اما زمان بر مقاومت انسولین زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی‌داری ندارد  $(F=0/001, P=0/972, \mu=0/001)$ . در همین رابطه نتایج آزمون بن فرونی نشان داد مقاومت انسولین در پایان دوره به طور معنی‌داری در گروه تمرین از گروه کنترل  $(P=0/0001)$  کمتر بود (جدول ۱).

در رابطه با آپولیپوپروتئین A مشخص شد، تمرین  $(F=0/029, \mu=0/002, P=0/754, P=0/099)$ ، زمان  $(F=1/645, P=0/205)$  و تعامل تمرین و زمان  $(F=1/213, P=0/275, \mu=0/021)$  بر میزان آپولیپو پروتئین A زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی‌داری ندارند (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج آزمون تحلیل واریانس دو راهه مربوط به مقاومت به انسولین

منبع	مجموع مربعات نوع سوم	درجه آزادی	میانگین مربع	ارزش F	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
تمرین	۲۶/۷۶۰	۱	۲۶/۷۶۰	۲۷/۴۲۴	۰/۰۰۱	۰/۳۲۹
زمان	۰/۰۰۱	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۷۲	۰/۰۰۰
تمرین+زمان	۵/۷۲۳	۱	۵/۷۲۳	۵/۸۶۵	۰/۰۱۹	۰/۰۹۵

**جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل دواراه واریانس مستقل بر میزان آپولیپوپروتئین A**

منبع	مجموع مربعات نوع سوم	درجه آزادی	میانگین مربع	ارزش F	سطح معنی داری	اندازه اثر
تمرین	۴۴/۲۰۴	۱	۴۴/۲۰۴	۰/۰۹۹	۰/۷۵۴	۰/۰۰۲
زمان	۷۳۱/۵۰۴	۱	۷۳۱/۵۰۴	۱/۶۴۵	۰/۲۰۵	۰/۰۲۹
تمرین+زمان	۵۳۹/۴۰۰	۱	۵۳۹/۴۰۰	۱/۲۱۳	۰/۲۷۵	۰/۰۲۱

**جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل دواراه واریانس مستقل بر میزان آپولیپوپروتئین B**

منبع	مجموع مربعات نوع سوم	درجه آزادی	میانگین مربع	ارزش F	سطح معنی داری	اندازه اثر
تمرین	۵۸۴/۰۶۷	۱	۵۸۴/۰۶۷	۱/۱۳۸	۰/۲۹۱	۰/۰۲۰
زمان	۳۰۰/۱۶۱	۱	۳۰۰/۱۶۱	۰/۵۸۵	۰/۴۴۸	۰/۰۱۰
تمرین+زمان	۳۶۶/۰۵۴	۱	۳۶۶/۰۵۴	۰/۷۱۳	۰/۴۰۲	۰/۰۱۳

تحت بالینی، می‌تواند تولید عوامل پیش التهابی درگیر در پاتوژنز مقاومت به انسولین را افزایش دهد؛ با کاهش وزن ناشی از تمرین می‌توان کاهش پاتوژنز مقاومت به انسولین را مشاهده کرد. در تحقیق حاضر مقاومت به انسولین در گروه تمرین کاهش معناداری داشت. به نظر می‌رسد بهبود عملکرد یا تعداد حامله‌های GLUT4 یکی از دلایل کاهش مقاومت به انسولین بوده که بیان این مطلب با توجه به هدف مطالعه با احتیاط انجام می‌شود. از طرفی تمرینات ورزشی از طریق فعال‌سازی AMPK و افزایش فعالیت PI3-Kinase و Akt/PKB می‌تواند موجب افزایش حساسیت به انسولین شود. در نتیجه انسولین کمتری جهت تنظیم گلوکز خون پس از تمرین مورد نیاز است (۲۲). علاوه بر این تمرین‌های طولانی مدت نیز موجب بهبود تحمل گلوکز و حساسیت به انسولین کل بدن می‌شود و به طور کلی به همزمانی کسب توده عضله اسکلتی که ظرفیت ذخیره گلوکز کل بدن را بهبود می‌بخشد نسبت داده شده است. تحقیقات بیشتری برای بررسی شرایط وزن و ترکیب بدن و ارتباط آن با مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک مورد نیاز است.

مخالف با یافته تحقیق حاضر خلیلی و نوری (۱۳۹۲) نشان دادند ۸ هفته تمرینات مقاومتی کاهش معناداری در شاخص مقاومت به انسولین ایجاد نمی‌کند (۲۳). یافته دیگر نتایج نشان داد ۱۲ هفته برنامه تمرینات تاباتا در آب تاثیر معنی داری بر میزان آپولیپوپروتئین A در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک ندارد. آپولیپوپروتئین A-1 نقش مهمی در متابولیسم HDL-C و انتقال معکوس کلسترول بر عهده دارد. برخی

نتایج آزمون تحلیل واریانس دو راهه نشان داد تمرین (۰/۰۲۰،  $\mu=$ ،  $p=0/291$ ،  $F=1/138$ )، زمان (۰/۰۱۰،  $\mu=$ ،  $p=0/448$ ،  $F=0/585$ ) و تعامل تمرین و زمان (۰/۰۱۳،  $\mu=$ ،  $p=0/402$ ،  $F=0/713$ ) بر میزان آپولیپوپروتئین B زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی داری ندارند (جدول ۳).

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۱۲ هفته برنامه تمرینات تاباتا در آب منجر به کاهش معنی داری مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شد. این یافته تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات هریسون (Harrison) و همکاران (۲۰۱۲) و اسماعیل زاده طلوعی و همکاران (۱۳۹۴) که نشان دادند تمرین منجر به کاهش معنی دار مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک می‌شود، همسو است (۲۰-۲۱). آلمنینگ (Almenning) و همکاران (۲۰۱۵) در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک متعاقب ۱۰ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا کاهش معنی داری در مقاومت به انسولین را گزارش کردند. هریسون و همکاران (۲۰۱۲) نیز بهبود مقاومت به انسولین را بعد از ۱۲ هفته تمرین شدید در زنان دارای اضافه وزن و چاق با و بدون سندرم تخمدان پلی کیستیک نشان دادند (۲۰). با توجه به این مشاهدات، احتمالاً دلیل کاهش مقاومت به انسولین در تحقیق حاضر نیز کاهش عواملی چون وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی در این افراد پس از تمرینات باشد؛ از آن جا که چاقی با ایجاد شرایط التهابی

نظیر لیسیتین کلسترولاسیل ترانسفراز (LCAT)، اسیل کوانزیم ای کلسترول اسیل ترانسفراز (ACAT)، کلسترول استر ترانسفروپروتئین (CETP) و پروتئین انتقال دهنده فسفولیپید (PLTP) بر اثر فعالیت‌های ورزشی در افزایش آپولیپوپروتئین A اثر گذار باشد (کلاین و همکاران، ۱۹۹۹). آپولیپوپروتئین A نقش مهمی در متابولیسم HDL-C و انتقال معکوس کلسترول بر عهده دارد (۲۷-۲۸). در میان فواید بی شمار ورزش منظم بر سلامتی به نظر می‌رسد بخشی از این سودمندی مربوط به تغییرات مفیدی باشد که در پروفایل لیپوپروتئین‌های خون رخ می‌دهد (۲۷). این تغییرات به طور عمده شامل کاهش تری‌گلیسرید، LDL، VLDL و افزایش HDL یا زیرمجموعه‌های آن است (۲۸).

مخالف با یافته‌های تحقیق حاضر، شوریده و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی نشان دادند که هشت هفته تمرین هوازی منظم در آب، باعث کاهش معنی‌دار سطوح آپولیپوپروتئین A در زنان یائسه گردید (۲۹)؛ تفاوت نتایج تحقیق به‌عمل‌آمده را می‌توان ناشی از تفاوت بین نوع پروتکل‌های تمرینی، و افراد شرکت‌کننده در تحقیق دانست. در تحقیق حاضر تمرینات تاباتا با شدت بالا تاثیر معنی‌داری بر میزان آپولیپوپروتئین A در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک نداشت بنابراین احتمالاً تغییرات HDL به تنهایی نمی‌تواند منجر به افزایش آپولیپوپروتئین A شود و سایر عوامل اثرگذار دیگر نیز مؤثر می‌باشند.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته برنامه تمرینات تاباتا در آب تاثیر معنی‌داری بر میزان آپولیپوپروتئین B در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک نداشت. همخوان با یافته‌های تحقیق حاضر، عزیزی و همکاران (۱۳۹۵) عدم تغییر معنادار میزان آپولیپوپروتئین B را پس از یک دوره تمرین هوازی در زنان دارای اضافه وزن گزارش کردند (۳۰). این محققان کوتاه بودن دوره تمرینی را دلیل احتمالی عدم تغییر پیشنهاد کردند. آپولیپوپروتئین B جزء پروتئین اصلی در LDL-C می‌باشد، که با کاهش سطح LDL-C انتظار می‌رود سطح میزان آپولیپوپروتئین B نیز کاهش یابد. در تحقیق حاضر چون سطح LDL-C کاهش معنادار نیافت، لذا انتظاری نیز در کاهش سطح آپولیپوپروتئین B وجود ندارد.

مطالعات تغییرات میزان آپولیپوپروتئین A را متأثر از شدت تمرین دانسته‌اند (۲۴) در همین راستا، گزارش شده است که تغییرات میزان آپولیپوپروتئین A احتمالاً به حجم و شدت تمرین مربوط می‌شود. تحقیقات نشان داده‌اند که هرچقدر حجم تمرین بالا بوده و شدت مناسب باشد اثر آن روی پروفایل‌های چربی خون و آپولیپوپروتئین‌ها بیشتر است. در همین ارتباط لی و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیق روی افراد مختلف با شدت‌های تمرینی متفاوت نشان دادند که بیشترین تأثیر بر غلظت فاکتورهای را تمرین با حجم بالا و شدت بالا داشته است. تمرین با حجم کم و شدت پایین یا متوسط بیشتر روی اندازه لیپوپروتئین‌ها اثر داشته است (۲۵). با این حال در تحقیق حاضر تمرینات تاباتا با شدت بالا تاثیر معنی‌داری بر میزان آپولیپوپروتئین A در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک نداشت، بنابراین احتمالاً تغییرات این عامل در شدت‌های تمرینی پایین تر در آزمودنی‌های چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک رخ می‌دهد هر چند در تحقیق حاضر شدت‌های پایین تر مورد بررسی قرار نگرفت که از محدودیت‌های تحقیق حاضر به شمار می‌رود همچنین این احتمال وجود دارد که عوامل دیگری در شرایط بیماری روی این شاخص اثرگذار باشد.

آپولیپوپروتئین A با فعال کردن آنزیم لیپوپروتئین لیپاز باعث می‌شود تا لیپوپروتئین کم چگال در دیواره عروق خونی بدن به ویژه دیواره عروق بافت‌های چربی کاتابولیزه شوند. در فعالیت‌های ورزشی کاتابولیسم لیپوپروتئین‌های کم چگال توسعه می‌یابد به همین دلیل لازم است تا آپولیپوپروتئین A افزایش یابد اما از آنجا که در این مطالعه افزایش میزان لیپوپروتئین کم چگال معنادار نبوده است، عدم افزایش کاتابولیسم لیپوپروتئین کم چگال را می‌توان دلیلی بر عدم افزایش آپولیپوپروتئین A دانست. از طرفی پیشنهاد شده است که آستانه افزایش آپولیپوپروتئین A انجام تمرین بیش از یک ساعت در هر جلسه و بیشتر از دوازده هفته است (۲۶). با این حال پروتکل تمرینات در تحقیق به مدت ۱۲ هفته پیگیری شد که می‌تواند از دلایل عدم تغییر آپولیپوپروتئین A باشد. پیشنهاد شده است تغییرات غلظت در گردش عواملی

کیستیک نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

### تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری خانم سمیه بهارلو می‌باشد. بدینوسیله محقق و همکاران او از تمام کسانی که در به ثمر رساندن رساله و مقاله حاضر همکاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنند.

### References

1. HO V. Obesity and cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:1925-32.
2. McCarthy LH, Bigal ME, Katz M, Derby C, Lipton RB. Chronic pain and obesity in elderly people: results from the Einstein aging study. *J Am Geriatr Soc*. 2009;57(1):115-9.
3. Kortt MA, Dollery B. Association between body mass index and health-related quality of life among an Australian sample. *Clin Ther*. 2011;33(10):1466-74.
4. Harrison CL, Stepto NK, Hutchison SK, Teede HJ. The impact of intensified exercise training on insulin resistance and fitness in overweight and obese women with and without polycystic ovary syndrome. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2012;76(3):351-7.
5. Gervásio CG, Bernuci MP, Silva-de-Sá MF, Rosa-e-Silva AC. The role of androgen hormones in early follicular development. *Obstetr Gynecol*. 2014;2014.
6. Tu A, Zhong Y, Mao X. Changes of serum TOS and TAS levels and their association with apolipoprotein (a) in patients with polycystic ovary syndrome and infertility. *J Southern Med Univ*. 2016;36(3):405-9.
7. Sasikala S, Shamila S. Unique rat model exhibiting biochemical fluctuations of letrozole induced polycystic ovary syndrome and subsequent treatment with allopathic and ayurvedic medicines. *J Cell Tissue Res*. 2009;9(3):2013.
8. Rezvanfar M, Ahmadi A, Shojaei-Saadi H, Baeri M, Abdollahi M. Molecular mechanisms of a novel selenium-based complementary medicine which confers protection against hyperandrogenism-induced polycystic ovary. *Theriogenology*. 2012;78(3):620-31.
9. Barber TM, Franks S. Divergences in insulin resistance between the different phenotypes of the polycystic ovary syndrome. Taylor & Francis; 2013.
10. Diamanti-Kandarakis E, Dunaif A. Insulin resistance and the polycystic ovary syndrome revisited: an update on mechanisms and implications. *Endocrine Rev*. 2012;33(6):981-1030.

پروتئین B نرفت. بنابراین احتمالاً عدم کاهش میزان آپولیپوپروتئین B به دنبال تمرینات تاباتا در تحقیق حاضر، با عدم کاهش سطح LDL توجیه می‌شود. به نظر می‌رسد کنترل رژیم غذایی با مصرف کمتر غذاهای دارای شاخص گلیسمیک بالا و یا پر چرب و در عوض مصرف غذاهای دارای شاخص گلیسمیک پایین یا متوسط می‌تواند بر میزان آپولیپوپروتئین B تاثیر مثبت بگذارد (۲۹). بنابراین می‌توان با کنترل این عامل تغذیه‌ای نیز به تغییرات مثبت آپولیپوپروتئین B متعاقب تمرین دست یافت. با این حال در تحقیق حاضر آزمودنی‌های برنامه غذایی مشخصی را دنبال نمی‌کردند. یک دوره تمرین تاباتا، تغییر معناداری در سطح آپولیپوپروتئین B در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک ایجاد نکرد ممکن است به دلیل وضعیت آزمودنیها (سالم و یا بیمار) نوع تمرین و به ویژه شدت تمرین باشد.

با این وجود محمدی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کرده‌اند که فعالیت بدنی شدید موجب کاهش میزان کاتابولیک HDL و افزایش آپولیپوپروتئین B می‌شود (۳۱). همچنین شوریده و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که هشت هفته تمرین هوازی منظم در آب، باعث کاهش معنی‌دار سطوح آپولیپوپروتئین B در زنان یائسه گردید (۲۹)؛ این عدم همسویی احتمالاً به تفاوت در نوع آزمودنی‌ها و نوع تمرین ارتباط دارد. زیرا که در تحقیقات فوق آزمودنی‌های سالم متعاقب یک وهله فعالیت ورزشی مورد بررسی قرار گرفتند در صورتی که در تحقیق حاضر زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شرکت داشتند. علاوه بر این، میزان چاقی و تغییرات وزن بدن عوامل مداخله‌گر دیگری هستند که به بهبود در سطوح این پارامترها منجر شود همانطور که در مطالعه حاضر نیز کاهش وزن و BMI بین دو گروه پس از تمرین معنادار نبود.

در مجموع، نتایج نشان داد که تمرینات منظم تاباتا موجب بهبود مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک می‌شود. با این حال با توجه به تاثیر بر آپولیپوپروتئین A و آپولیپوپروتئین B لذا تاثیر از نظر آماری معنی‌دار نبود. لذا، با توجه به تحقیقات محدود انجام شده در این زمینه، درک مزایای تمرین تاباتا در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی

11. Miller LJ, D'Acquisto LJ, D'Acquisto DM, Roemer K, Fisher MG. Cardiorespiratory Responses to a 20-Minutes Shallow Water Tabata-Style Workout. *Int J Aqua Res Educ*. 2015;9(3):6.
12. Batterham SI, Heywood S, Keating JL. Systematic review and meta-analysis comparing land and aquatic exercise for people with hip or knee arthritis on function, mobility and other health outcomes. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12(1):123.
13. Silva MHAd, Neto M, de Albuquerque G. Development of the running test in shallow water for women engaged in water exercises: reliability and norms for evaluation of the distance covered. *Rev Brasil Med Esporte*. 2006;12(4):206-10.
14. Kanitz AC, Delevatti RS, Reichert T, Liedtke GV, Ferrari R, Almada BP, et al. Effects of two deep water training programs on cardiorespiratory and muscular strength responses in older adults. *Experim Gerontol*. 2015;64:55-61.
15. Krueel LF, Peyré-Tartaruga LA, Coertjens M, Dias AB, Da Silva RC. Using heart rate to prescribe physical exercise during head-out water immersion. *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):281.
16. Alkahtani SA, King NA, Hills AP, Byrne NM. Effect of interval training intensity on fat oxidation, blood lactate and the rate of perceived exertion in obese men. *Springerplus*. 2013;2(1):532.
17. Bressel E, Wing JE, Miller AI, Dolny DG. High-intensity interval training on an aquatic treadmill in adults with osteoarthritis: effect on pain, balance, function, and mobility. *J Strength Cond Res*. 2014;28(8):2088-2096.
18. Nagle EF, Sanders ME, Shafer A, Gibbs BB, Nagle JA, Deldin AR, et al. Energy expenditure, cardiorespiratory, and perceptual responses to shallow-water aquatic exercise in young adult women. *Physic Sportsmed*. 2013;41(3):67-76.
19. Sanders ME, Takeshima N, Rogers ME, Colado JC, Borreani S. Impact of the SWEAT™ water-exercise method on activities of daily living for older women. *J Sports Sci Med*. 2013;12(4):707.
20. Harrison CL, Stepto NK, Hutchison SK, Teede HJ. The impact of intensified exercise training on insulin resistance and fitness in overweight and obese women with and without polycystic ovary syndrome. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2012;76(3):351-7.
21. Esmailzadeh Toloui MR, Afsharnejad T, Yazdani F, Ahmadi Bi. The effect of 8 weeks resistance training on ovarian morphology, glycemic control and body composition in women with polycystic ovary syndrome. *J Mashhad Univ Med Sci*. 2015;58(7):381-389. [Persian]
22. Hosseini-Kakhk SAR, Attarnejad Z, Haghighi AH. [A comparison of the effects of two aquatic exercise sessions with different duration on adiponectin and insulin resistance in women with type 2 diabetes]. *J Sabzevar Univ Med Sci*. 2014;20(4):563-72.
23. Khalili S, Nouri R. Effect of 8 weeks resistance training on leptin and insulin resistance index in obese girls. *Sci J Hamadan Univ Med Sci*. 2013;20(1):59-65. [Persian]
24. Rúaño G, Seip RL, Windemuth A, Zöllner S, Tsongalis GJ, Ordovas J, et al. Apolipoprotein A1 genotype affects the change in high density lipoprotein cholesterol subfractions with exercise training. *Atherosclerosis*. 2006;185(1):65-9.
25. Li QW, Huang L, Wang H, Cao L, Zhang W. Effect of aerobic exercise on the expression of PPAR $\alpha$ , ABCA1 and ApoA1 mRNA in high-fat diet rats muscles. *Chinese J Sports Med*. 2009;28(2):172-4.
26. Siahkohian M, Bolboli L, NaghizadehBaghi A. The Effects of Exercise Intensity on the Low-Density Lipoprotein Profile: Quantitative vs. Qualitative Changes. *J Biolo Sci*. 2008;8:335-41.
27. Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise. *Sports Med*. 2001;31(15):1033-62.
28. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *Nw Eng J Med*. 2002;347(19):1483-92.
29. Shorideh Z, Bijeh N, Khoshraftar Yazdi N. The Effect of 8 Weeks of Aerobic Exercise on Water on Lipid Profile, Glucose, Insulin Resistance, and Apolipoprotein A and B in Iranian Overweight. *Midwif Infert Postmenopaus Women Iran*. 2016;20:89-100. [Persian]
30. Azizi M, Hosseinpour Delavar S, Roozbehani S. Comparison of the Effect of Sub-maximal Aerobic Activity on Lipid Hemisphere and Apolipoproteins A-1 and B in Overweight Women. *Jundishapur Med J*. 2015. [Persian]
31. Mohammadi S, Ahmadi S, Yektayar M and Ahmadi Dehrashid K. Effects of Three Different Modes of Exercise Training on Plasma Lipoprotein Profile in Healthy Men. *Br J Med Med Res*. 2015;6(5):493-499.