



## اثر هشت هفته تمرین استقامتی همراه با ژل رویال و بره موم بر آنژیوتانزین-۲ و اندوتلین-۱ در بافت قلب موش‌های صحرایی اورکتومی شده مبتلا به دیابت

**بهرز حق پناه سیاسر:** دانشجوی دکتری فیزیولوژی قلب و عروق و تنفس ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران  
**بهرام عابدی:** استاد، گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران (\* نویسنده مسئول) [Abedi\\_bahram2000@gmail.com](mailto:Abedi_bahram2000@gmail.com)  
**سیدعلی حسینی:** دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

تمرین،  
ژل رویال،  
آنژیوتانسین-۲،  
اندوتلین-۱،  
بافت قلب،  
اورکتومی،  
دیابت

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۴

تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

**زمینه و هدف:** یائسگی و دیابت با بروز بیماری‌های قلبی-عروقی همراه است. لذا هدف مطالعه حاضر بررسی اثر هشت هفته تمرین استقامتی همراه با ژل رویال و بره موم در بافت قلب موش‌های صحرایی اورکتومی شده مبتلا به دیابت بود.  
**روش کار:** در این مطالعه تجربی تعداد ۷۲ سر موش صحرایی اورکتومی شده و مبتلا به دیابت به طور تصادفی به گروه‌های سالم، کنترل دیابتی، شم، تمرین استقامتی، مصرف ژل رویال، مصرف بره موم، تمرین استقامتی+ژل رویال، تمرین استقامتی+مصرف بره موم، تمرین استقامتی+ژل رویال+مصرف بره موم تقسیم شدند. گروه‌های تمرین استقامتی به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه با شدت با ۵۵-۷۵ درصد  $VO_{2max}$  بر روی نوارگردان دویند. گروه‌های مصرف ژل رویال و بره موم طی تحقیق روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم مکمل را به صورت تزریق صفاقی دریافت کردند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک‌راهه همراه با آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.  
**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در گروه‌های ژل رویال و بره موم مقادیر آنژیوتانسین-۲ و در گروه‌های تمرین استقامتی+ژل رویال، تمرین استقامتی+مصرف بره موم، تمرین استقامتی+ژل رویال+مصرف بره موم مقادیر آنژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری داشتند. اثر تمرین+ژل رویال و همچنین تمرین+بره موم بر تغییرات آنژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ مطلوب‌تر از دیگر گروه‌ها بود.  
**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد ترکیب تمرین استقامتی و مکمل ژل رویال و بره موم تکمیل‌کننده اثر یکدیگر در راستای بهبود عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی-عروقی در شرایط ابتلا به دیابت می‌باشند.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت‌کننده:** حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Haghpannah Siasar B, Aabedi B, Hoseini SA. The Effect of Eight Weeks of Endurance Training with Royal Jelly and Propolis on Angiotensin-2 and Endothelin-1 in Heart Tissue of Ovariectomized Rats with Diabetes. Razi J Med Sci. 2023;29(10):116-125.

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با [CC BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/) صورت گرفته است.



Original Article

## The Effect of Eight Weeks of Endurance Training with Royal Jelly and Propolis on Angiotensin-2 and Endothelin-1 in Heart Tissue of Ovariectomized Rats with Diabetes

**Behrouz Haghpanah Siasar:** PhD Candidate of Cardiovascular Physiology and Sports Breathing, Department of Physical Education, Mahalat Branch, Islamic Azad University, Mahalat, Iran

**Bahram Aabedi:** Professor, Department Of Physical Education, Mahallt Branch, Islamic Azad University Mahallat, Iran (\*Corresponding author) [Abedi\\_bahram2000@gmail.com](mailto:Abedi_bahram2000@gmail.com)

**Seyd Ali Hoseini:** Department of Sport Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

### Abstract

**Background & Aims:** Patients who are diagnosed with diabetes are very susceptible to cardiovascular complications and cardiovascular diseases are considered the most important causes of death in these patients. The prevalence of cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes is about 2-4 times that of non-diabetic people. Diabetic patients face endothelial damage and functional disorders. These disorders include functional changes of the endothelium, such as disorders in the regulation of vascular expansion and contraction and increased inflammatory activity, which is related to cardiovascular disease. Insulin is known as a direct and effective agent in the vascular endothelium, which affects the modulation of vascular tone. It exerts its effects on vascular tone through two pathways of nitric oxide release and endothelin-1. Endothelin-1 is a strong vasoconstrictor that is secreted by vascular endothelial cells. This substance is known as the strongest vasoconstrictor and its contraction effect is ten times more than angiotensin-2, vasopressin, and neuropeptide Y. Angiotensin II is the end product of the reaction catalyzed by the angiotensin-converting enzyme, a vascular activating peptide that causes the proliferation of smooth muscle cells of the vessel walls, Myocytes hypertrophy and the release of platelet-derived growth factor. All of these play a role in the occurrence of vascular disorders. To eliminate the undesirable redox state caused by estrogen deficiency, specific measures have been investigated, the most effective of which is hormone therapy; But at the same time, it increases the risk of coronary heart disease, pulmonary embolism, and breast, uterine, and ovarian cancer in consumers. Changing lifestyles and exercising can be effective in preventing menopause syndrome (8). Also, numerous types of research are conducted today to evaluate the effectiveness of compounds with antioxidant properties against cell damage caused by oxidant agents. Some research has shown that royal jelly reduces the complications of diabetes. Royal jelly can be considered a therapeutic method to prevent insulin resistance, which is associated with high blood pressure in patients with diabetes. Propolis is also a resinous substance that is collected by bees from different types of tree buds and is used to cover the parts of the hive and to seal the cracks and crevices of the pack. According to the issues raised and also considering that in the reviewed studies, no study was found that examined the effect of endurance training and royal jelly on menopause and its complications, so the present study seeks to find the answer to this question. The question is whether eight weeks of endurance training with royal jelly has a significant effect on the markers of

### Keywords

Exercise,  
Royal Jelly,  
Angiotensin-2,  
Endothelin-1,  
Heart Tissue,  
Orectomy,  
Diabetes

Received: 05/11/2022

Published: 02/01/2023

angiotensin-2 and endothelin-1 in the heart tissue of Ovariectomized rats suffering from diabetes or not.

**Methods:** In this experimental study, 40 Ovariectomized rats with diabetes (40 mg/kg Streptozotocin) were randomly divided into (1) OVXD, (2) Sham, and (2) groups. 3) RJ, (4) Pr, (5) ET, (6) ET+RJ, (7) ET+Pr, and (8) ET+RJ+Pr were divided. To investigate the effect of Ovariectomy and diabetes, 6 rats were considered as a healthy control group. Endurance training groups ran for eight weeks, three sessions a week and each session was 60 minutes with an intensity of 55-75% VO<sub>2</sub> max on the treadmill, especially for rats. The royal jelly and Propolis consumption groups received 100 mg/kg daily supplements as a peritoneal injections. To analyze the data, a one-way analysis of variance with Tukey's post hoc test was used.

**Results:** The results showed that RJ and Pr decreased angiotensin-2 significantly less than the OVXD group ( $P \geq 0.05$ ). In the ET+RJ group, the values of angiotensin-2 and endothelin-1 were significantly lower than in the OVXD group ( $P \geq 0.05$ ). Also, in the ET+Pr group, the values of angiotensin-2 and endothelin-1 were significantly lower than in the OVXD group ( $P \geq 0.05$ ). In the ET+RJ+Pr group, the values of angiotensin-2 and endothelin-1 were significantly lower than in the OVXD group ( $P \geq 0.05$ ). The effect of exercise + royal jelly and also exercise + Propolis on the increase of angiotensin-2 and endothelin-1 was more favorable than the effect of ET, RJ, and Pr ( $P \geq 0.05$ ).

**Conclusion:** It seems that endurance exercise and royal jelly supplement alone have improving effects on the condition of heart tissue in diabetic conditions; but these two interventions, combined, complement each other's effect to improve the risk factors of cardiovascular diseases in menopause and diabetes. The results of the present study showed that RJ values of MDA and angiotensin-2 were significantly lower than the OVXD group. Therefore, it seems that the use of antioxidant supplements such as royal jelly and Propolis can be effective in improving cardiovascular function through antioxidant pathways and reducing oxidative stress. Due to the increase of some antioxidants and the reduction of oxidative stress following sports training; it is suggested to use sports exercises similar to the present study to prevent the risk of a heart attack in menopause and diabetes. According to the interactive effects of endurance training with royal jelly on antioxidants, reducing oxidative stress is suggested in future studies to modulate oxidant-antioxidant and also reduce cardiovascular risk factors from the combination of these antioxidants along with sports activities.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Haghpanah Siasar B, Aabedi B, Hoseini SA. The Effect of Eight Weeks of Endurance Training with Royal Jelly and Propolis on Angiotensin-2 and Endothelin-1 in Heart Tissue of Ovariectomized Rats with Diabetes. Razi J Med Sci. 2023;29(10):116-125.

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

## مقدمه

بیمارانی که مبتلا به دیابت می‌شوند، بسیار مستعد درگیری‌های قلبی-عروقی هستند و بیماری‌های قلبی-عروقی به عنوان مهم‌ترین علل مرگ و میر در این بیماران محسوب می‌شود. شیوع بیماری قلبی-عروقی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ حدود ۴-۲ برابر افراد غیر دیابتی است (۱). بیماران دیابتی با آسیب‌ها و اختلال‌های عملکردی اندوتلیال مواجه هستند (۲). این اختلال‌ها شامل تغییرات عملکردی اندوتلیوم مانند اختلال در تنظیم اتساع و انقباض عروقی و افزایش فعالیت التهابی است که با بیماری قلبی و عروقی ارتباط دارد (۳). انسولین به عنوان یک عامل مستقیم و موثر در اندوتلیوم عروقی شناخته می‌شود که بر تعدیل تون عروقی تأثیرگذار است. از دو مسیر رهایش نیتریک اکساید و اندوتلین-۱ آثار خود را بر تون عروقی اعمال می‌کند (۴). اندوتلین-۱، تنگ‌کننده قوی عروقی است که به وسیله سلول‌های اندوتلیال عروقی ترشح می‌شود. این ماده به عنوان قوی‌ترین تنگ‌کننده عروقی شناخته شده است و اثر انقباضی آن ده برابر بیشتر از آنژیوتانسین-۲، وازوپرسین و نوروپپتید Y است (۵). آنژیوتانسینون نیز ۲، محصول نهایی واکنش کاتالیز شده به واسطه آنژیوتن مبدل آنژیوتانسین است، یک پپتید فعال‌کننده عروقی است که سبب پرولیفراسیون سلول‌های عضلات صاف دیواره‌های عروق، هیپرتروفی میوسیت‌ها و آزاد شدن عامل رشد مشتق از پلاکت‌ها می‌گردد که همگی این‌ها در بروز اختلالات عروقی نقش دارند (۶). به منظور برطرف کردن حالت نامطلوب ردوکس ناشی از کمبود استروژن، تدابیر خاصی مورد بررسی قرار گرفته است که موثرترین آن‌ها هورمون درمانی می‌باشد؛ اما در عین حال ریسک بیماری‌های کرونر قلبی، آمبولیسم ریوی و سرطان سینه، رحم و تخمدان را در افراد مصرف‌کننده افزایش می‌دهد (۷). تغییر در سبک زندگی و داشتن فعالیت ورزشی می‌تواند در پیشگیری از سندرم یائسگی موثر باشد (۸). یکی از واکنش‌های احتمالی به هر نوع ورزش منظم هوازی، کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی و آثار مثبت و سودمند روی عملکرد وازوموتور است (۸). علاوه بر این، بهبود عملکرد وازوموتور عروقی با کاهش حوادث قلبی-عروقی مرتبط است. مطالعات متعددی نشان می‌دهد

ورزش هوازی، گشاد شدن عروقی وابسته به اندوتلین را در افراد سالم مسن و بیماران با فشارخون بالا افزایش می‌دهد (۹). اسکوبر (Escobar) و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیق خود روی ۶ جوان سالم ۲۶ ساله، نشان دادند هشت هفته تمرین مقاومتی (سه روز در هفته)، باعث کاهش غلظت اندوتلین-۱ می‌شود (۱۰).

همچنین امروزه پژوهش‌های بی‌شماری جهت ارزیابی کارایی ترکیبات واجد ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانت در برابر آسیب‌های سلولی ناشی از عوامل اکسیدانت انجام می‌پذیرد (۱۱). برخی از تحقیقات نشان داده است که ژله رویال باعث کاهش عوارض ناشی از دیابت می‌گردد (۱۲). ژله رویال می‌تواند یک روش در مانی جهت پیشگیری از مقاومت به انسولین که مرتبط با فشارخون بالا در بیماران مبتلا به دیابت است، در نظر گرفته شود (۱۳). بره موم نیز، یک ماده صمغی است که توسط زنبور از انواع مختلف جوانه‌های درختان جمع‌آوری شده و برای پوشش قطعات کندو و نیز آب بندی ترک‌ها و شکاف‌های کندو مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۴). با توجه به موارد مطرح شده و همچنین با توجه به اینکه در مطالعات بررسی شده مطالعه‌ای یافت نشد که به بررسی اثر توامان تمرین استقامتی و ژل رویال بر یائسگی و عوارض ناشی از آن پرداخته باشد، لذا مطالعه‌ی حاضر در پی یافتن پاسخ این سوال است که آیا هشت هفته تمرین استقامتی همراه با ژل رویال بر نشانگرهای آنژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ در بافت قلب موش‌های صحرایی اورکتومی شده مبتلا به دیابت اثر معناداری دارد یا خیر؟

## روش کار

روش تحقیق حاضر تجربی است و جزء طرح‌های تجربی واقعی قرار می‌گیرد که در کمیسیون کد اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت با کد IR.IAU.M.REC.1401.033 به تصویب رسید. در این مطالعه تجربی ابتدا تعداد ۷۲ سر موش صحرایی ماده نژاد اسپراگوداولی و خلوص نژادی Inbred با وزن حدود ۲۲۰ تا ۲۵۰ با سن تقریبی ۱۲ تا ۱۶ هفته از مرکز پرورش و تکثیر حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت تهیه شد و جهت سازگاری به مدت یک هفته در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی این

واحد دانشگاهی نگهداری شد. این نکته قابل ذکر است که در تمام دوره تحقیق موش‌های صحرایی در شرایط استاندارد با چرخه تاریکی روشنایی ۱۲ ساعته، دمای ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۵ تا ۶۰ درصد دسترسی آزاد به آب و غذا نگهداری شد. در ادامه در روز هشتم موش‌های صحرایی تحت اوارکتومی (عمل برداشت تخمدان) قرار گرفتند. برای برداشت تخمدان از راه شکم، ابتدا موش‌های صحرایی با محلول کتامین ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و زیلازین ۲۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، بی‌هوش و سپس محل عمل با بتادین اسکراب ضد عفونی و سپس شکافی در ناحیه شکم به اندازه ۳ سانتی‌متر روی خط سفید وسط شکم از کلیه به پایین ایجاد شد. بعد از ایجاد برش در لایه‌های عضلانی و پرده صفاق، تخمدان‌ها و رحم مشاهده و با قیچی جراحی، جدا گردید. آنگاه شکاف مربوطه با الگوی بخیه ساده تکی با نخ ویکریل ۳ صفر و پوست حیوان با نخ جراحی نایلن ۲ صفر، دوخته شد. جهت جلوگیری از عفونت از محلول OTC در محل جراحی استفاده شد. پس از اوارکتومی، حیوانات به مدت ۱۲ هفته با هدف ایجاد استئوپروز تحت شرایط کنترل شده نگهداری شد. پس از طی ۱۲ روز از جراحی موش‌های صحرایی به در حالت ۱۲ ساعت ناشتا تحت تزریق صفاقی تک دوز ۴۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن استروپتوزتوسین حل شده در بافر سترات قرار گرفت و ۴ روز پس از تزریق استروپتوزتوسین گلوکز خون موش‌های صحرایی با استفاده از گلوکومتر اندازه‌گیری شد و موش‌های صحرایی با گلوکز خون بالای ۲۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر به عنوان موش‌های دیابتی شد (۱۵).

در ادامه موش‌های صحرایی اورکتومی شده مبتلا به دیابت به طور تصادفی به گروه‌های سالم، کنترل دیابتی، شم، تمرین استقامتی، مصرف ژل رویال، مصرف بره موم، تمرین استقامتی+ژل رویال، تمرین استقامتی+مصرف بره موم، تمرین استقامتی+ژل رویال+مصرف بره موم تقسیم شد. این نکته قابل ذکر است که تعداد ۸ سر موش صحرایی سالم جهت بررسی اثرات اورکتومی و دیابت بر بافت قلب موش‌های صحرایی در گروه کنترل

سالم قرار داده شد. در ادامه گروه‌های تمرین پس از یک هفته آشنا سازی با نوارگردان، با سرعت ۸ متر بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه، برای اندازه‌گیری حداکثر سرعت دویدن برای طراحی تمرین یک آزمون و مانده‌ساز دادند. برای اندازه‌گیری حداکثر سرعت دویدن موش‌های صحرایی ابتدا به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۵ متر بر دقیقه گرم کردند و به ازای هر سه دقیقه یک متر بر دقیقه به سرعت آن‌ها افزوده شد تا به واماندگی رسیدند. از این طریق حداکثر سرعت دویدن برای محاسبه و طراحی تمرینات بررسی گردید؛ در ادامه موش‌های صحرایی برای هفته اول با سرعت ۲۰ متر بر دقیقه معادل ۵۵ درصد حداکثر سرعت دویدن بر روی نوارگردان دویدند در ادامه هر هفته ۱۰ دقیقه به مدت زمان تمرین افزوده شد تا موش‌های صحرایی در هفته چهارم به حداکثر سرعت دویدن اندازه‌گیری شده رسید و در ادامه از هفته پنجم مدت زمان به یک ساعت رسید و ادامه داشت، از آن پس تا هفته هشتم موش‌های صحرایی تا هفته هشتم با همان شدت تمرین نمودند این شدت از ۵۵ به ۷۵ درصد حداکثر سرعت دویدن رسید. این نکته قابل ذکر است که تمرین‌ها برای هشت هفته، پنج جلسه در هفته بود (۱۶).

همچنین گروه‌های مصرف ژل رویال و بره موم (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به مدت هشت هفته روزانه را به صورت حل شده در نرمال سالین و به صورت صفاقی دریافت نمودند (۱۵).

به منظور بررسی اثر متغیرهای مستقل بر تغییرات احتمالی متغیرهای وابسته طبق برنامه از پیش تعیین شده، همه حیوانات مورد مطالعه با استفاده از شیوه مناسب آسان‌کشی، قربانی شد. در این پژوهش سعی شد تا همه موش‌های صحرایی در کمترین زمان ممکن و با حداقل درد و آزار کشته شوند. برای این منظور ابتدا موش‌های صحرایی با استفاده از ترکیب کتامین (۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و زایلوزین (۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بی‌هوش شدند. برای اطمینان از بی‌هوشی از تست‌های فشردن پا و دم استفاده گردید. پس از اطمینان از بی‌هوشی کامل و عدم حس درد توسط

پرایمرها با نمونه‌ها مخلوط شد، در ادامه جهت برر سی کارایی پرایمرها از نرم افزار آنلاین موجود در سایت PUBMED استفاده شد. جهت اندازه‌گیری سطوح بیان ژنی متغیرهای تحقیق با استفاده از ژن کنترل داخلی GAPDH یا بتا اکتین به دستگاه RT-qPCR منتقل و پس از رسیدن نمونه‌های به آستانه بیان (Threshold Cycle) جهت کمی‌سازی نسبت ژن مورد نظر به ژن مرجع از فرمول زیر استفاده شد که اساس آن بر پایه‌ی بازده و اختلاف در Ct بود. همچنین کمی‌سازی متغیرها با استفاده از فرمول زیر انجام شد.

$$\text{Ratio} = 2^{-\{(\text{ACT}_{\text{case}}) - (\text{ACT}_{\text{control}})\}}$$

در ابتدا در بخش آمار توصیفی از میانگین و انحراف استاندارد جهت توصیف یافته‌ها استفاده شد. در ادامه جهت بررسی طبیعی بودن توزیع یافته‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد، همچنین جهت بررسی تفاوت گروه‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک راه استفاده شد و جهت بررسی تعیین محل تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی در نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. این نکته قابل ذکر است که تمام تجزیه و تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

در ابتدا در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق ارائه شده است. نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌راه نشان داد تفاوت معنی‌داری در مقادیر بیان ژنی آنژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ در بافت قلب موش‌های صحرایی اورکتومی

متخصصین ابتدا حفره سینه‌ای توسط تیغ جراحی سایز ۲۰ باز گردید؛ پس از آن با کنار زدن بافت‌های دیگر مانند ریه و عروق موجود در قفسه سینه بافت قلب به دقت استخراج گردید و با توجه به روش اندازه‌گیری متغیرها بلافاصله پس از توزین و شست‌وشو به محفظه ویژه نگهداری بافت منتقل شد و برای مدت ۱۰ دقیقه در ازت مایع غوطه‌ور شد. علاوه بر این بافت قلب منجمد شده از آن پس تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۷۰- نگهداری شد.

جهت اندازه‌گیری سطوح بیان ژنی متغیرها از روش qReal Time PCR استفاده شد. روش qPCR بدین صورت بود که ابتدا مقدار ۵۰ میلی‌گرم بافت از قلب جدا شد، استخراج RNA از بافت‌ها در همه گروه‌های مورد بررسی، طبق پروتکل شرکت سازنده (کیژن، آلمان) انجام گرفت. به نمونه‌های بافتی ۲۰۰-۳۰۰ لاندا کیازول اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت آن را در دمای ۸۰- قرار گرفت. پس از ۲۴ ساعت پلاک موجود در کرایوتیوب را در حالت نیمه انجامد توسط سر سمپلر خرد کرده، سپس کمی آن را پیپتاژ کردیم. سپس به نمونه حدود ۱۰۰ لاندا کلروفورم اضافه شده تا سلول‌ها لیز شوند. این محلول حدود ۱ دقیقه با سلول‌ها در تماس بود. پس از آن محلول با ۱۲۰۰۰ r/min به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. نمونه‌ها تا زمان انتقال به دستگاه بر روی یخ نگه داشته شدند. پس از سنتز cDNA با استفاده از پروتکل شرکت سازنده با استفاده از پرایمرهای طراحی شده از پیش بر اساس راهنمای ژن‌ها در سایت PUBMED و ارزیابی و استانداردسازی این

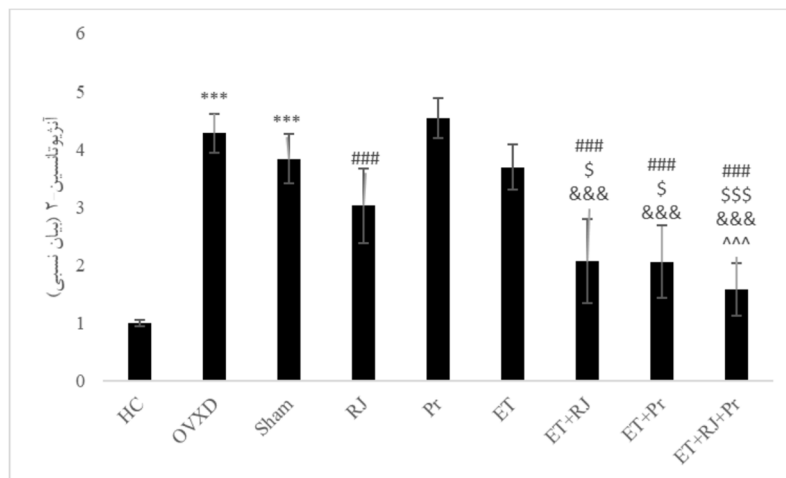
جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد متغیرها در گروه‌های تحقیق

گروه	آنژیوتانسین-۲ (بیان نسبی)	اندوتلین-۱ (بیان نسبی)
سال (HC)	۱/۰۰ ± ۰/۰۵۱	۱/۰۰ ± ۰/۰۹۶
کنترل دیابتی (OVXD)	۴/۲۷ ± ۰/۳۴	۳/۲۶ ± ۰/۴۰
شم (Sham)	۳/۸۳ ± ۰/۴۲	۳/۲۴ ± ۰/۰۶۳
ژل رویال (RJ)	۳/۰۲ ± ۰/۰۶۴	۳/۲۸ ± ۰/۰۲۷
بره موم (Pr)	۴/۵۳ ± ۰/۳۵	۳/۰۳ ± ۰/۰۲۳
تمرین استقامتی (ET)	۳/۶۹ ± ۰/۳۸	۳/۲۶ ± ۰/۰۲۶
تمرین استقامتی + ژل رویال (ET+RJ)	۲/۰۶ ± ۰/۰۷۲	۱/۳۰ ± ۰/۰۰۵
تمرین استقامتی + بره موم (ET+Pr)	۲/۰۵ ± ۰/۰۶۲	۲/۵۶ ± ۰/۰۳۹
تمرین استقامتی + ژل رویال + بره موم (ET+RJ+Pr)	۱/۵۷ ± ۰/۰۴۵	۱/۳۱ ± ۰/۰۲۲



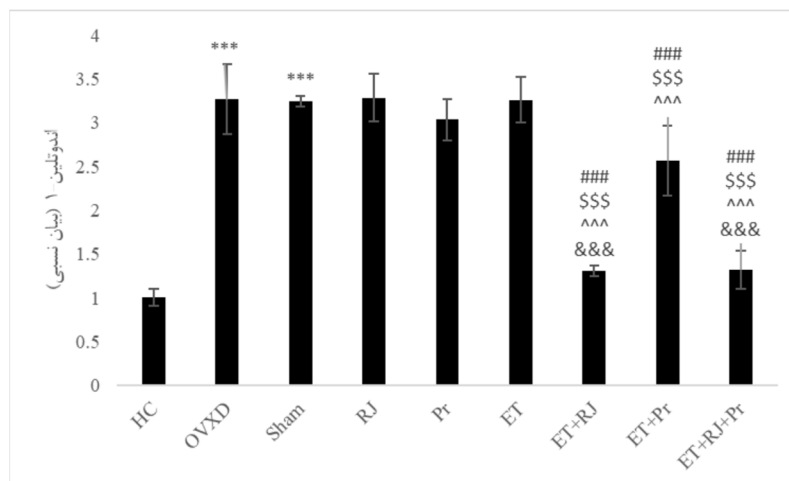
تمرین استقامتی+ بره موم ( $P=0/001$ ) و تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم ( $P=0/001$ ) به طور معنی داری کمتر از گروه کنترل دیابتی بود. همچنین در گروه های تمرین استقامتی+ ژل رویال ( $P=0/003$ )، تمرین استقامتی+ بره موم ( $P=0/003$ ) و تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم ( $P=0/001$ ) به طور معنی داری کمتر از گروه ژل رویال بود. همچنین در گروه های تمرین استقامتی+ ژل رویال ( $P=0/001$ )، تمرین استقامتی+ بره موم ( $P=0/001$ ) و تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم ( $P=0/001$ )

شده مبتلا به دیابت وجود دارد (به ترتیب  $P=0/001$  و  $F=40/99$ ؛  $P=0/001$  و  $F=88/71$ ). در ادامه برای بررسی محل تفاوت بین گروه ها نتایج آزمون تعقیبی توکی در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج شکل ۱ نشان داد مقادیر آنژیوتانازین-۲ در گروه های کنترل دیابتی ( $P=0/001$ ) و شم ( $P=0/001$ ) به طور معنی داری بالاتر از گروه سالم بود. تفاوت معنی داری در گروه های کنترل دیابتی و شم مشاهده نشد ( $P=0/81$ )؛ اما در گروه های ژل رویال ( $P=0/001$ )، تمرین استقامتی+ ژل رویال ( $P=0/001$ )،



شکل ۱- مقادیر بیان ژنی آنژیوتانسین-۲ در بافت قلب موش های صحرایی در گروه های تحقیق

\*\*\* ( $P=0/001$ ) افزایش معنی دار نسبت به گروه کنترل سالم؛ ### ( $P=0/001$ ) کاهش معنی دار نسبت به گروه کنترل دیابتی و شم؛ \$ ( $P=0/05$ )، \$\$\$ ( $P=0/001$ ) کاهش معنی دار نسبت به گروه ژل رویال؛ &&& ( $P=0/001$ ) کاهش معنی دار نسبت به تمرین استقامتی؛ ^^^ ( $P=0/001$ ) کاهش معنی دار نسبت به گروه تمرین استقامتی+ ژل رویال



شکل ۲- مقادیر بیان ژنی اندوتلین-۱ در بافت قلب در موش های صحرایی در گروه های تحقیق

\*\*\* ( $P=0/001$ ) افزایش معنی دار نسبت به گروه کنترل سالم؛ ### ( $P=0/001$ ) کاهش معنی دار نسبت به گروه کنترل دیابتی و شم؛ \$\$\$ ( $P=0/001$ ) کاهش معنی دار نسبت به گروه مصرف بره موم و تمرین استقامتی؛ ^^^ ( $P=0/001$ ) کاهش معنی دار نسبت به تمرین استقامتی+ مصرف بره موم؛ &&& ( $P=0/001$ ) کاهش معنی دار نسبت به گروه تمرین استقامتی+ مصرف بره موم

بیماری دیابت، افزایش فشار خون و بروز اختلالات قلبی-عروقی می‌شود (۱۱). به اعتقاد محققین آنژیوتانسین-۲ به عنوان یک عامل پیش التهابی شناخته شده؛ که می‌تواند با اختلال در سیستم رنین-آنژیوتانسین، اختلال در فشار خون و خطر بروز سکته قلبی می‌گردد (۱۲). علاوه بر این در مطالعات پیشین اشاره شده است که متعاقب استرس اکسیداتیو، اختلال در عروق اندوتلیالی که به عنوان تنظیم‌گرهای انقباضات عروقی هستند منجر به اختلال در عملکرد عروق و قلب می‌شوند؛ به گونه ای که افزایش اندوتلین-۱ در عروق قلبی متعاقب ابتلا به دیابت با افزایش عوامل التهابی همراه است و همزمان با کاهش نیتریک اکساید به عنوان گشاد کننده عروق در نهایت به اختلال در حرکت عروق می‌گردد. لذا این امر به اختلال در عملکرد ریز عروق و عروق شریانی قلب شده و قلب را در معرض خطر قرار می‌دهد (۱۳). در این زمینه محققین عنوان نمودند که آنژیوتانسین-۲ متعاقب افزایش استرس اکسیداتیو افزایش یافته، این امر در مدت زمان بیش از ۸ تا ۱۶ هفته با بروز فیبروز دریچه میترال شده و آپوتوز و فیبروز را برای این قسمت از بافت قلب رقم می‌زند؛ همچنین افزایش آنژیوتانسین - ۲ با مهار عامل رشد عروق اندوتلیالی و رگرایی همراه بوده و در نهایت با افزایش بیان عامل هایپوکسی القا هایپرتروفی با هایپرتروفی پاتولوژی قلب در شرایط ابتلا به دیابت می‌گردد (۴). تمرینات ورزشی منظم اثرات مطلوبی بر بهبود کیفیت زندگی زنان سالمند، یائسه و مبتلا به بیماری‌های متابولیکی دارد (۱۴). به طوری که تمرینات ورزشی منظم منجر به بهبود نیمرخ چربی و شاخص‌های قندی، کاهش عوامل التهابی و بهبود بیویژن میتوکندر یایی در مدل های حیوانی دارای اختلالات متابولیک می‌گردد. در ارتباط با نقش تمرینات ورزشی بر آنژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ محققین عنوان نمودند که تمرینات ورزشی حاد نیز منجر به کاهش آنژیوتانسین-۲ می‌گردند و به نظر می‌رسد این مکانیسم وابسته به فعال سازی نیتریک اکسید سنتاز اندوتلیالی بوده که منجر به تحریک سیکلوکسیژنازها، آنتاگونیست گیرنده آنژیوتانسین-۲ و افزایش نیتریک اکسید سنتاز

استقامتی+ ژل رویال+ بره موم ( $P=0/001$ ) به طور معنی‌داری کمتر از گروه مصرف بره موم و تمرین استقامتی بود. علاوه بر این در گروه تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم به طور معنی‌داری کمتر از گروه تمرین استقامتی+ ژل رویال بود ( $P=0/006$ ). همچنین نتایج شکل ۲ نشان داد مقادیر اندوتلین-۱ در گروه‌های کنترل دیابتی ( $P=0/001$ ) و شم ( $P=0/001$ ) به طور معنی‌داری بالاتر از گروه سالم بود. تفاوت معنی‌داری در گروه‌های کنترل دیابتی و شم مشاهده نشد ( $P=0/99$ )؛ با این حال در گروه‌های تمرین استقامتی+ ژل رویال ( $P=0/001$ )، تمرین استقامتی+ بره موم ( $P=0/001$ ) و تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم ( $P=0/001$ ) به طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه کنترل دیابتی و شم بود. در گروه‌های تمرین استقامتی+ ژل رویال ( $P=0/001$ )، تمرین استقامتی+ بره موم ( $P=0/001$ ) و تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم ( $P=0/001$ ) به طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه ژل رویال بود. علاوه بر این در گروه‌های تمرین استقامتی+ ژل رویال ( $P=0/001$ )، تمرین استقامتی+ بره موم ( $P=0/001$ ) و تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم ( $P=0/001$ ) به طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه تمرین استقامتی بود. همچنین در گروه تمرین استقامتی+ ژل رویال به طور معنی‌داری کمتر از گروه تمرین استقامتی+ بره موم بود ( $P=0/001$ ). علاوه بر این در گروه تمرین استقامتی+ ژل رویال ( $P=0/001$ )، تمرین استقامتی+ بره موم ( $P=0/001$ ) و تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم ( $P=0/001$ ) به طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه تمرین استقامتی بود. همچنین در گروه تمرین استقامتی+ ژل رویال به طور معنی‌داری کمتر از گروه تمرین استقامتی+ بره موم بود ( $P=0/001$ ). علاوه بر این در گروه تمرین استقامتی+ ژل رویال+ بره موم بود ( $P=0/001$ ).

## بحث

نتایج نشان داد در گروه کنترل دیابتی مقادیر آنژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل سالم بود. سندروم متابولیک نوعی اختلال چند عاملی است و یکی از مهمترین دلایل کاهش کیفیت زندگی در زنان و مردان سالمند به شمار می‌رود؛ به طوری که در شرایط یائسگی به دلیل نقص عملکرد هورمون استروژن در زنان با افزایش وزن و چربی احشایی اختلالات متابولیسم چربی اتفاق می‌افتد و این عامل خود به اختلال در عملکرد انسولین، ابتلا به



اکسیدان‌ها در کنار فعالیت‌های ورزشی مشابه با مطالعه حاضر استفاده شود.

### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد ترکیب تمرین استقامتی و مکمل ژل رویال و بره موم تکمیل‌کننده اثر یکدیگر در راستای بهبود عواقل خطرزای بی‌ماری‌های قلبی-عروقی در شرایط ابتلا به دیابت می‌باشند.

### References

1. Anklam CFV, Lissarassa YPS, Dos Santos AB, Costa-Beber LC, Sulzbacher LM, Goettens-Fiorin PB, et al. Oxidative and Cellular Stress Markers in Postmenopause Women with Diabetes: The Impact of Years of Menopause. *J Diabetes Res*. 2021;2021:3314871.
2. Abuja PM, Albertini R. Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins. *Clin Chim Acta*. 2001;306(1-2):1-17.
3. Agarwal A, Gupta S, Sekhon L, Shah R. Redox considerations in female reproductive function and assisted reproduction: from molecular mechanisms to health implications. *Antioxid Redox Signal*. 2008;10(8):1375-403.
4. Ahmed F, Kamble PG, Hetty S, Fanni G, Vranic M, Sarsenbayeva A, et al. Role of Estrogen and Its Receptors in Adipose Tissue Glucose Metabolism in Pre- and Postmenopausal Women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2022;107(5):e1879-e1889.
5. Albalawi AE, Althobaiti NA, Alrdahe SS, Alhasani RH, Alaryani FS, BinMowyna MN. Antitumor Activity of Royal Jelly and Its Cellular Mechanisms against Ehrlich Solid Tumor in Mice. *Biomed Res Int*. 2022;2022:7233997.
6. Barthem CS, Rossetti CL, Carvalho DP, da-Silva WS. Metformin ameliorates body mass gain and early metabolic changes in ovariectomized rats. *Endocr Connect*. 2019;8(12):1568-1578.
7. Belabbas H, Zalvidea S, Casellas D, Molès JP, Galbes O, Mercier J, et al. Contrasting effect of exercise and angiotensin II hypertension on in vivo and in vitro cardiac angiogenesis in rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2008;295(5):R1512-8.
8. Diep QN, El Mabrouk M, Yue P, Schiffrin EL. Effect of AT(1) receptor blockade on cardiac apoptosis in angiotensin II-induced hypertension. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2002;282(5):H1635-41.
9. Wenzel UO, Thaiss F, Helmchen U, Stahl RA, Wolf G. Angiotensin II infusion ameliorates the early

مشتق از اپی‌تلیوم عروق می‌باشد (۱۵). علاوه بر این محققین نشان داده‌اند که ۳۰ دقیقه پس از تمرین حاد فزاینده در دوندته‌های نیمه ماراتون تعدیل مقادیر رنین و کاهش آنژیوتانسین مشاهده گردید؛ اگر چه آنزیم مبدل آنژیوتانسین و آنژیوتانسین-۱ تغییر معنی‌داری نداشتند. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه آنژیوتانسین-۲ منجر به مهار فعالیت نیتریک اکسید گردید؛ اما فعالیت ورزشی محرک مناسبی برای افزایش فعالیت نیتریک اکسید سنتاز اندوتلیالی برای افزایش رگ‌زایی و اتساع عروقی در شرایط استرس بود (۱۶). از این رو در سازگاری‌های آنتی‌اکسیدانی در سیستم قلبی-عروقی به تمرینات ورزشی نیاز به بررسی ابعاد بیشتری دارد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد ژل رویال موجب کاهش آنژیوتانسین-۲ به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل دیابتی بود. نتایج نشان داد در گروه تمرین استقامتی+ژل رویال مقادیر آنژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل دیابتی بود. همچنین در گروه تمرین استقامتی+مصرف بره موم مآژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل دیابتی بود. نتایج نشان داد در گروه تمرین استقامتی+ژل رویال+مصرف بره موم مقادیر آنژیوتانسین-۲ و اندوتلین-۱ به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل دیابتی بود. لذا با توجه به نتایج به نظر می‌رسد این هم‌مکمل دهی ژل رویال و هم‌مکمل دهی بره موم می‌توانند اثر تمرینات استقامتی را تقویت نموده و به طور هم‌افزایی منجر به افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها و کاهش عوامل خطر زای قلبی عروقی شوند.

با توجه به افزایش برخی آنتی‌اکسیدان‌ها و کاهش استرس اکسیداتیو متعاقب تمرینات ورزشی؛ پیشنهاد می‌گردد در شرایط یائسگی و ابتلا به بیماری دیابت، برای پیشگیری از خطر سکت قلبی از تمرینات ورزشی مشابه با مطالعه حاضر استفاده شود. با توجه به اثرات تعاملی تمرین استقامتی با ژل رویال بر آنتی‌اکسیدان‌ها، کاهش استرس اکسیداتیو پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی جهت تعدیل اکسیدان-آنتی‌اکسیدانی و همچنین کاهش عوامل خطر زای قلبی-عروقی از ترکیب این آنتی

phase of a mesangioproliferative glomerulonephritis. *Kidney Int.* 2002;61(3):1020-9.

10. Escobar E, Rodríguez-Reyna TS, Arrieta O, Sotelo J. Angiotensin II, cell proliferation and angiogenesis regulator: biologic and therapeutic implications in cancer. *Curr Vasc Pharmacol.* 2004;2(4):385-99.

11. Uemura H, Nakaigawa N, Ishiguro H, Kubota Y. Antiproliferative efficacy of angiotensin II receptor blockers in prostate cancer. *Curr Cancer Drug Targets.* 2005;5(5):307-23.

12. Shah A, Oh YB, Lee SH, Lim JM, Kim SH. Angiotensin-(1-7) attenuates hypertension in exercise-trained renal hypertensive rats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2012;302(11):H2372-80.

13. Wang X, Khaidakov M, Guo Z, Ding Z, He Q, Mehta JL. LOX-1 deletion limits cardiac angiogenesis in mice given angiotensin II. *Cardiovasc Drugs Ther.* 2014;28(5):441-6.

14. Hu C, Dandapat A, Mehta JL. Angiotensin II induces capillary formation from endothelial cells via the LOX-1 dependent redox-sensitive pathway. *Hypertension.* 2007;50(5):952-7.

15. Dandapat A, Hu C, Sun L, Mehta JL. Small concentrations of oxLDL induce capillary tube formation from endothelial cells via LOX-1-dependent redox-sensitive pathway. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2007;27(11):2435-42

16. Nemoto W. Behavioral and Molecular Pharmacological Study of the Role of Angiotensin II in Spinal Pain Transmission. *Yakugaku Zasshi.* 2018;138(10):1235-1240.