

Review Paper

A Review of the Interactive Effects of Exercise and Medicinal Plants on Glycemic Indices and Lipid Profile in Diabetes Mellitus



Seyed Ali Hosseini^{1*}

1. Department of Sport Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran.



Citation Hosseini SA. A Review of the Interactive Effects of Exercise and Medicinal Plants on Glycemic Indices and Lipid Profile in Diabetes Mellitus. Journal of Guilan University of Medical Sciences. 2021; 30(3):178-193. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.30.3.940.2>

doi <https://doi.org/10.32598/JGUMS.30.3.940.2>



Received: 01 Apr 2021

Accepted: 13 Sep 2021

Available Online: 01 Oct 2021

ABSTRACT

Background Diabetes is a common and non-communicable disease that is on the rise around the world due to the lifestyle and eating habits of people. Long-term complications of diabetes include retinopathy, neuropathy, nephropathy, cardiac symptoms, genitourinary symptoms, sexual symptoms, and cerebrovascular events. Based on the numerous studies to reduce the complications of diabetes, exercise and medicinal plants (due to not having the side effects of synthetic drugs) are the most important strategies to control blood glucose and hyperlipidemia; however, the simultaneous impact of these two interventions has recently been considered by researchers. Therefore, it seems necessary to review these studies in the field of sports nutrition and use these two interventions at the same time.

Objective This study aimed to review the effects of consuming 10 medicinal plants simultaneously with exercise.

Methods We searched all databases, especially Web of Science, PubMed, SID, Magiran, with relevant keywords, such as "medicinal plant", "anti-diabetic component", "exercise", "training", "glycemic index", and "lipid profile", without time limit. The articles were then categorized based on exercise and herbs on carbohydrates and lipids metabolism.

Results According to the studies conducted in the databases, 564 articles related to exercise and medicinal plants were observed. However, according to the inclusion criteria (dealing with physical activity, medicinal plants, and also diabetes), 34 articles related to the effects of exercises and medicinal plants in diabetes status were selected. Among the obtained studies, 10 medicinal plants, most of which were studied simultaneously with exercises, were examined. The results showed that medicinal plants, with their antioxidant activity and mechanisms related to stimulating insulin secretion, control hyperlipidemia. They act along with exercise activities depending on the type, intensity, and duration and increase the body's antioxidant activity and glucose consumption in muscle via non-insulin-dependent pathways in diabetic conditions.

Conclusion It seems that due to the challenging nature of the exercise intervention, using plant antioxidants along with physical activity will lead to improved metabolic parameters in diabetic patients. However, to confirm the safety of consumption, besides examining the therapeutic effects of plants and their active compounds, their toxicity should also be investigated. Also, the small number of samples, failure to follow the long-term effects of simultaneous use of medical plants and exercise, and lack of precise diet control in human samples are limitations of this study. So conducting human studies in this area with caution and deleting the overcoming limitations is necessary for future research.

Keywords:

Training, Medicinal plants, Glycemic indices, Lipid profile, Diabetes

*** Corresponding Author:**

Seyed Ali Hosseini, PhD.

Address: Department of Sport Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran.

Tel: +98 (917) 3027100

E-Mail: alihoseini_57@miau.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Obesity and diabetes are closely related, so that type 2 diabetes often occurs with obesity. Therefore, obesity is considered the leading cause of type 2 diabetes [1]. Many researchers around the world are working to reduce the complications of diabetes using a variety of methods. Exercise is one of the most important strategies to control and treat blood glucose and hyperlipidemia and reduce the incidence of diabetes and cardiovascular complications [2-10]. Also, regular exercise in diabetes eliminates the severe insulin response, as the muscles and liver become accustomed to storing more glycogen. Proper exercise increases muscle mass, decreases fat mass, improves insulin resistance, and disorders caused by diabetes [11-13]. Because of the obstacles and problems associated with existing treatment and control methods, the need for new and effective treatment of diabetes is quite evident. To achieve this goal, the influential role of medicinal plants can be sought [14]. In the present study, the interactive effects of exercise and medicinal plants on lipid profile and glycemic indices were reviewed in diabetic status. The present study investigates the effects of consuming 10 herbals simultaneously with doing exercise.

2. Methods

We searched all databases, especially Web of Science, PubMed, SID, and Magiran, using keywords of "training", "exercise", "glycemic indices", "lipid profile", "medicinal plant", and "anti-diabetic component", without time limit to find the relevant articles for this study. The found articles were then categorized based on exercise and medicinal plants on carbohydrate and lipid metabolism. According to the studies found in the databases, there are 564 articles related to exercise and medicinal plants. According to the inclusion criteria (dealing with physical activity, medicinal plants, and also diabetes), 34 articles related to the effects of exercises and medicinal plants on diabetes status were selected for this study.

Saffron

Saffron is a plant with the scientific name of *Crocus sativus* L [15]. The bitter taste of saffron is due to a substance called picrocrocin. Crocin, crocetin, and safranal are the main active ingredients of saffron [16]. Researchers believe that saffron and its ingredients can induce anti-diabetic effects and metabolic regulation by increasing antioxidants [17]. It seems that one of the possible mechanisms of crocin on the improvement of diabetic disorders can be the antioxidant

properties of crocin and the blood glucose and glycosylated hemoglobin reducing effects [18, 19]. Crocin can protect the unsaturated fatty acids in cell membranes by reducing cyclophosphamide-induced free radicals.

Ginger

Ginger, with the scientific name of *Zingiber officinale* from the Zingiberaceae family, is one of the medicinal plants widely used in traditional medicine [20]. This plant is used to treat diabetes [12], rheumatism, asthma, nausea, vomiting, hypertension, dementia, fever, and infection. It also has sedative and anti-anxiety properties [14]. It seems that the possible effects of ginger on hypoglycemia depend on the inhibition of hepatic glucose 6-phosphatase activity and consequently the reduction of blood glucose [12].

Cinnamon

Cinnamon, with the scientific name of *Cinnamomum verum*, belongs to the Lauraceae family. It lowers blood glucose and lipid and has antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective properties. Regarding the therapeutic effects of cinnamon, it has been reported that cinnamon lowers blood pressure through peroxisome-activating receptors and inhibits the formation of the final product due to glycosylation. Also, there are various phenolic agents, such as catechins, epicatechin, procyanidin B2, and phenol polymers in cinnamon, that have inhibitory effects on the formation of glycosylated end products [21].

Chamomile

Chamomile, scientifically known as *Matricaria chamomilla*, is a medicinal plant that grows in many areas worldwide, including Africa, Asia, North and South America, Europe, and Australia [14]. Chamomile is rich in flavonoids and phenolic compounds that are effective antioxidants in neutralizing oxygen-free radicals. Therefore, the reduction of oxidative stress can be due to the presence of two routine and pathological compounds in this plant, which has neutralizing solid properties of free radicals. They are also potent lipoyxygenase inhibitors, which is free-radical scavenger.

Aloe vera

Aloe vera, scientifically known as *Aloe vera* L., belongs to the Liliaceae family and is one of the most valuable medicinal plants in the world. Aloe vera is full of various antioxidants and therefore eliminates free radicals in the body. It also contains saponin, cinnamic acid, and salicylic acid. Aloe vera, with its high content of phenolic compounds, manganese acetyl, mannose phosphate, plays an important

role in controlling free radicals in the body. Researchers have introduced a critical substance called acemannan in aloe vera gel, which is similar to glucomannan and is effective in lowering blood glucose [22].

Dill

Dill, with the scientific name of *Anethum graveolens*, belongs to the Apiaceae family. Dill fruit has a similar therapeutic effect to fennel, anise, and cumin. Dill has been reported to have antibacterial, antifungal, anticonvulsant, antioxidant, and anti-cancer effects, protecting the gastric mucosa and reducing gastric acid secretion, lowering blood glucose, blood lipids, and cholesterol [23]. The hypoglycemic effects of dill extract have been suggested to be related to the flavonoid composition of quercetin. One of the possible mechanisms of action of this plant in lowering blood glucose is the effect on glucose uptake.

Portulaca oleracea

Portulaca oleracea is a member of the Portulacaceae family. *Portulaca oleracea* is a rich source of antioxidants such as vitamins A, B1, C, E, β -carotene, and other essential amino acids [24]. *Portulaca oleracea* has hypolipidemic and hypoglycemic properties due to its various compounds such as flavonoids, polysaccharides, and unsaturated fatty acids. *Portulaca oleracea* is rich in phenolic, polyphenolic, and antioxidant compounds. The most important antioxidant compounds are α -tocopherol, ascorbic acid, and glutathione.

Coriander

Coriander is scientifically known as *Coriandrum Sativum* L. [25]. Coriander has been reported to release insulin and have insulin-like effects, as well as reducing insulin resistance [26]. In addition, fatty acids of coriander, such as linoleic acid, oleic acid, and ascorbic acid or vitamin C, are very effective in lowering blood cholesterol.

Fenugreek

Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) contains polyphenols, steroids, alkaloids, saponins, and amino acids. Because of its antioxidant properties, lowering blood glucose, blood lipids, and anti-inflammatory effects, it is widely used to treat diabetes and obesity. The exact mechanism of the fenugreek action on cell metabolism is not yet fully understood, but the polyphenols and saponins in fenugreek seem to play a major role in lowering blood lipid levels.

Black seed

Black seed is scientifically known as *Nigella sativa* L. Black seed is used in traditional medicine in medicinal compounds used for hyperlipidemia [27]. Black seed contains fat, vitamins, minerals, proteins, and carbohydrates. The results of previous research have shown that polysaccharides, flavonoids, glycoproteins and polypeptides, steroids, alkaloids, and pectin in medicinal plants can justify the possible hypoglycemic properties of black seed [28].

3. Discussion and Conclusion

The two main bases of management and prevention of diabetes are diet and exercise. Regular exercise programs in people with diabetes can improve insulin function and increase muscle and liver glycogen stores. Proper exercise increases muscle mass by increasing glucose uptake, increasing insulin sensitivity, and optimal glycemic control. It seems that because of the challenging nature of the exercise intervention (depending on the intensity and type of exercise) and the potential risks of strenuous exercise, the proper diets, plant antioxidants, and physical activity can improve the metabolic indices in diabetic patients. Finally, it should be noted that in most studies on the lipid profile and glycemic-indices reducing effects of medicinal plants, their toxic effects have not been evaluated. In other words, the safety margin between therapeutic and toxic effects has not been determined. So it is recommended that besides examining the therapeutic effects of plants and their active compounds, their toxicity be investigated.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This article is a review article with no human or animal experimentation. No data have been manipulated to support the final result of the research, and all available studies in line with the research topic have been mentioned.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Conflicts of interest

The author declared no conflict of interest.

مقاله مروری

مروری بر اثرات تعاملی فعالیت‌های ورزشی و گیاهان دارویی بر شاخص‌های قندی و چربی‌های خون در وضعیت ابتلا به دیابت

*سید علی حسینی^۱

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران.

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۲ فروردین ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۲ شهریور ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۰۹ مهر ۱۴۰۰

زمینه: دیابت نوعی بیماری شایع و غیرواگیر است که با توجه به سبک زندگی و عادات غذایی مردم، در سراسر دنیا رو به افزایش است. عوارض طولانی‌مدت دیابت شامل رتینوپاتی، نوروپاتی، نفرروپاتی، علائم قلبی، علائم ادراری تناسلی، علائم جنسی و حوادث عروق مغز می‌شود. با توجه به انجام مطالعات فراوان در راستای کاهش عوارض بیماری دیابت، انجام فعالیت‌های ورزشی و استفاده از گیاهان دارویی به دلیل وجود عوارض جانبی در داروهای سنتتیک از مهم‌ترین راهکارهای کنترل گلوکز خون و هیپرلیپیدمی هستند. با این حال بررسی اثر هم‌زمان این دو مداخله نیز اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته است. بنابراین مروری بر این مطالعات جهت درک محققین حوزه تغذیه ورزشی نسبت به انجام این دو مداخله به طور هم‌زمان ضروری به نظر می‌رسد.

هدف: هدف از مطالعه حاضر بررسی اثرات مصرف ۱۰ گونه گیاهی هم‌زمان با فعالیت ورزشی است.

روش‌ها: در تمامی بانک‌های اطلاعاتی به‌خصوص پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، پابمد، وب آو ساینس و مگ ایران و با کلیدواژه‌های مختلف از جمله «anti-diabetic» «medical plant» «lipid profile» «glycemic index» «exercise» «training» «component» بدون محدودیت سال جست‌وجو انجام گرفت. سپس مقالات بر اساس فعالیت ورزشی و گیاهان دارویی بر متابولیسم کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها، دسته‌بندی شدند.

یافته‌ها: طبق بررسی‌های صورت گرفته در بانک‌های اطلاعاتی، ۵۶۴ مقاله در رابطه با ورزش و گیاهان دارویی مشاهده شد که با توجه به معیارهای ورود به مطالعه (پرداختن به فعالیت ورزشی، گیاه دارویی و همچنین بیماری دیابت) تعداد ۳۴ مقاله در رابطه با اثرات فعالیت‌های ورزشی و گیاه دارویی در وضعیت بیماری دیابت انتخاب شدند. درحقیقت از بین مطالعات به‌دست آمده ۱۰ گیاه دارویی که بیشترین مطالعه از آن‌ها هم‌زمان با فعالیت‌های ورزشی انجام شده بود، بررسی شدند. که نتایج آن‌ها نشان داد گیاهان دارویی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی خود و مکانیسم‌های مرتبط به تحریک ترشح انسولین، به کنترل چربی خون منجر می‌شوند و فعالیت‌های ورزشی وابسته به نوع، شدت، طول دوره تمرین به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی بدن و همچنین افزایش مصرف گلوکز در عضله از مسیرهای غیروابسته به انسولین در شرایط بیماری دیابت منجر می‌شوند.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد با توجه به چالش برانگیز بودن مداخله تمرینات ورزشی، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی در کنار فعالیت بدنی به بهبود شاخص‌های متابولیکی در بیماران دیابتی منجر شود.

کلیدواژه‌ها:

تمرین، گیاهان دارویی، شاخص‌های قندی، پروفایل چربی، دیابت

مقدمه

عوامل خطر ساز در دیابت نوع ۲ است که متعاقب آن التهاب سیستمیک و مقاومت به انسولین افزایش می‌یابد [۱]. این بیماری شایع و غیرواگیر، با توجه به سبک زندگی و عادات غذایی مردم، در سراسر دنیا رو به افزایش است. عوارض طولانی‌مدت دیابت شامل رتینوپاتی، نوروپاتی، نفرروپاتی، علائم قلبی، علائم ادراری تناسلی، علائم جنسی و حوادث عروق مغز می‌شود. با وجود این

چاقی و بیماری دیابت دارای رابطه بسیار نزدیکی با هم هستند. به نحوی که دیابت نوع ۲ غالباً همراه با چاقی بروز می‌کند. از این رو چاقی به عنوان عامل اصلی ایجاد بیماری دیابت نوع ۲ محسوب می‌شود [۱]. افزایش وزن به طور غیرعادی یکی از مهم‌ترین

* نویسنده مسئول:

سید علی حسینی

نشانی: مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرودشت گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۰۳۰۲۷۱۰۰ (۹۱۷) ۹۸+

رایانامه: alihoseini_57@miau.ac.ir

ارتباط با مکانیسم‌های دخیل در بروز اختلالات بیماری دیابت انجام داده‌اند و تاکنون روش‌های متعددی را با استفاده از داروهای سنتتیک و گیاهی برای درمان این اختلالات پیشنهاد داده‌اند. گیاهان دارویی از دیرباز تا کنون به عنوان یک روش درمانی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با توجه به تمایل انسان‌های مختلف در سراسر جهان به استفاده از گیاهان دارویی و ویژگی‌های آرام‌بخشی برخی از گیاهان و همچنین به دلیل کاهش عوارض داروهای سنتتیک، مصرف داروهای گیاهی رو به افزایش است [۱۹]. از آنجا که استفاده از داروهای سنتتیک که در درمان اختلالات بیماری دیابت مورد استفاده قرار می‌گیرند، عموماً دارای اثرات جانبی هستند در سال‌های اخیر استفاده از داروهای گیاهی در درمان این بیماری مورد توجه محققین و متخصصین علوم پزشکی قرار گرفته است. از سویی با توجه به اطلاعات اندک در ارتباط با نقش فعالیت‌های ورزشی و عوارض جبران‌ناپذیر داروهای سنتتیک، به نظر می‌رسد محققین حیطه علوم ورزشی اخیراً به استفاده از گیاهان دارویی در کنار انجام فعالیت‌های ورزشی علاقه‌مند شده‌اند و در مطالعات زیادی در زمینه اثرات درمانی فعالیت‌های ورزشی به همراه مصرف گیاهان دارویی صورت گرفته است؛ از این رو در مطالعه حاضر تلاش شده است که به گزارش اثرات تعاملی فعالیت‌های ورزشی و گیاهان دارویی بر شاخص‌های قندی و نیمرخ چربی در وضعیت ابتلا به دیابت پرداخته شود؛ بنابراین مطالعه حاضر به بررسی اثرات مصرف ۱۰ گونه گیاهی هم‌زمان با فعالیت ورزشی می‌پردازد.

روش‌ها

در تمامی بانک‌های اطلاعاتی به‌خصوص پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، پابمد، وب آو ساینس و مگ ایران و با کلیدواژه‌های مختلف از جمله training، exercise، glycemc index، lipid profile، medical plant و anti-diabetic component، بدون محدودیت سال جست‌وجو انجام گرفت. سپس مقالات بر اساس فعالیت ورزشی و گیاهان دارویی بر متابولیسم کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها، دسته‌بندی شدند. طبق بررسی‌های صورت‌گرفته در بانک‌های اطلاعاتی، ۵۶۴ مقاله در رابطه با ورزش و گیاهان دارویی مشاهده شد که با توجه به معیارهای ورود به مطالعه (پرداختن به فعالیت ورزشی، گیاه دارویی و همچنین بیماری دیابت) ۳۴ مقاله در رابطه با اثرات فعالیت‌های ورزشی و گیاه دارویی در وضعیت بیماری دیابت انتخاب شدند.

یافته‌ها

زعفران

زعفران گیاهی با نام علمی *Cricus sativum* I از خانواده زنبقیان Iridaceae است [۲۰] که در نواحی شمال شرق ایران

یکی از پیامدهای حاد و تهدیدکننده زندگی در دیابت کنترل‌نشده، می‌تواند کتواسیدوز دیابتی باشد [۲]. دیابت نوع ۱ ناشی از تخریب سلول‌های بتا در پانکراس منجر به تولید نقص انسولین می‌شود و در دیابت نوع ۲، مقاومت پیش‌رونده بدن به انسولین وجود دارد که در نهایت ممکن است به تخریب سلول‌های بتای پانکراس و نقص کامل تولید انسولین منجر شود [۳]. همچنین به عدم تحمل گلوکز با شدت متغیر که اولین بار در طی بارداری شروع و یا تشخیص داده شود، دیابت بارداری گفته می‌شود و یا به شرایطی اطلاق می‌شود که سطح گلوکز خون در طی بارداری افزایش یافته و علائم دیابت در خانم بارداری که قبلاً برایش تشخیص داده نشده، دیده شود. دیابت بارداری از جمله شایع‌ترین عوارض حاملگی است و به طور معمول از اواسط دوره حاملگی شروع شده و تا آخر حاملگی ادامه دارد [۴]. گزارش شده است که دیابت در درازمدت باعث ایجاد مشکلاتی مانند نوروپاتی، رتینوپاتی، نفروپاتی و مشکلات قلبی و عروقی می‌شود که هم فرد مبتلا و هم جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۵]. مطالعات نشان می‌دهند که شیوع بیماری‌های قلبی عروقی در بیماران دیابتی نوع ۲، ۴ برابر سایر افراد جامعه است. از این رو شواهد پژوهشی نشان می‌دهد ارتباط نزدیکی بین درصد چربی، شاخص توده بدن (BMI) و غلظت انسولین وجود دارد [۶]. محققان زیادی در سراسر دنیا در تلاش هستند تا با استفاده از روش‌های گوناگون عوارض بیماری دیابت را کاهش دهند. از این رو انجام فعالیت‌های ورزشی یکی از مهم‌ترین راهکارهای اساسی جهت کنترل و درمان گلوکز خون و هیپرلیپیدمی بوده و باعث کاهش بروز دیابت و عوارض قلبی و عروقی است [۷-۱۵]. همچنین وجود برنامه‌های منظم ورزشی در افراد دیابتی عکس‌العمل شدید انسولین را از بین می‌برند، چون به عضلات و کبد عادت داده می‌شود که گلیکوژن بیشتری ذخیره کند. ورزش مناسب موجب افزایش توده عضلانی، کاهش توده چربی، بهبود مقاومت به انسولین و همچنین اختلالات ناشی از بیماری دیابت می‌شود [۱۶-۱۸]. محققین بر این عقیده‌اند که انجام ورزش مؤثر (شدت، مدت، نوع و تعداد جلسات در هفته) برای بیماران دیابتی می‌تواند عامل مهمی در کاهش عوارض دیابت باشد. در این رابطه طبق گایدلاین انجمن آمریکایی طب ورزش (ACSM)^۲ در تمرینات سه جلسه در هفته، مصرف ۵۰۰ کیلو کالری در هر جلسه و در تمرینات ۴ یا ۵ جلسه در هفته مصرف مقدار ۴۰۰ کیلو کالری در هر جلسه پیشنهاد شده است. با وجود این دستورالعمل برای اثر درمانی ورزش نیاز به بازنگری دارد و برای به حداکثر رساندن فواید ورزش برای گروه‌های مختلف بیماران دیابتی نوع ۲، اطلاعات بیشتری مورد نیاز است [۱]. با توجه به موانع و مشکلات همراه با روش‌های درمانی و کنترلی موجود، نیاز به درمان نوین و مؤثر بیماری دیابت کاملاً محسوس است. برای نیل به این هدف می‌توان از نقش مؤثر گیاهان دارویی بهره برد [۱۹]. محققین تحقیقات زیادی در

1. Body mass index
2. American College of Sports Medicine

تمرین استقامتی به مدت ۸ هفته به طور معنی‌داری سطوح مقاومت به انسولین را در موش‌های صحرایی دیابتی چاق بهبود بخشید با وجود این اثر معنی‌داری بر بهبود انسولین نداشت [۱۵]. به نظر می‌رسد یکی از مکانیسم‌های احتمالی کروسین بر بهبود اختلالات ناشی از دیابت را می‌توان خواص آنتی‌اکسیدانی کروسین و اثرات کاهنده گلوکز خون و هموگلوبین گلیکوزیله دانست [۲۴، ۲۵]. کروسین می‌تواند از طریق کاهش رادیکال‌های آزاد ناشی از سیکلوفسفامید، اسیدهای چرب غیراشباع موجود در غشای سلول را محافظت کند. همچنین گزارش شده است که کروسین از طریق مهار استرس اکسیداتیو و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌تواند مانع افزایش گونه‌های فعال اکسیژن شده و در نتیجه موجب مهار کاسپازها و تعدیل P53 شود و از القای آپوپتوز جلوگیری کند [۲۶، ۲۷].

زنجبیل

زنجبیل با نام علمی officinale Zingiber از خانواده Zingibracea از جمله گیاهان دارویی است که در طب سنتی کاربرد وسیع دارد [۲۸] و از دیرباز به عنوان یک مکمل غذایی، در علم پزشکی نیز کاربرد فراوانی داشته است [۱۹]. همچنین از دهه‌های قبل به دلیل تنوع ترکیبات فعال آن در درمان بیماری‌های مختلف کاربرد داشته است. طیف درمانی این گیاه در درمان دیابت [۱۷] روماتیسم، آسم، تهوع، استفراغ، پرفشاری خون، دمانس، تب و عفونت بوده و دارای خواص آرام‌بخش و ضد اضطراب است [۱۹]. در رابطه با اثرات کاهنده چربی به واسطه فعالیت‌های ورزشی همراه با مصرف زنجبیل، ۲ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت همچنین در رابطه با اثرات فعالیت‌های ورزشی همراه با مصرف زنجبیل بر بهبود چربی‌های خون مطالعه مورد بررسی قرار گرفت که یافته‌های تمامی مطالعات مذکور مبنی بر وجود اثرات تعاملی فعالیت‌های ورزشی و زنجبیل در بهبود شاخص‌های قندی و چربی خون بودند. در رابطه با اثرات هیپوگلیسمیک زنجبیل و فعالیت‌های ورزشی گزارش شد که مصرف روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن همراه با تمرین استقامتی، سطوح گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین را در موش‌های صحرایی دیابتی بهبود بخشید و مصرف زنجبیل هم‌زمان با تمرین استقامتی نسبت به مصرف زنجبیل و تمرین استقامتی به تنهایی اثرات مطلوب‌تری بر شاخص‌های گلیسمیک داشت [۱۹]. در مطالعه‌ای دیگر، اگرچه ۴ هفته مصرف زنجبیل همراه با تمرین شنا منجر به کاهش تری‌گلیسرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین کم‌چگال موش‌های صحرایی شد، ولی مصرف زنجبیل و تمرین شنا به تنهایی دارای اثراتی معادل مصرف زنجبیل همراه با تمرین شنا بود [۲۸]. همچنین عسکری و همکاران گزارش کردند که تمرین مقاومتی با شدت متوسط به همراه مصرف ۸۰۰ میلی‌گرم پودر زنجبیل نسبت به تمرین مقاومتی با شدت متوسط، تمرین مقاومتی با شدت بالا و مصرف زنجبیل به تنهایی در بهبود حساسیت انسولینی اثرگذاری بیشتری را نشان می‌دهد [۲۹].

می‌روید و در عصاره گل آن ترکیبات فلاونوئیدی، آنتوسیانین‌ها و تانن دیده می‌شود. طعم تلخ زعفران ناشی از وجود ماده‌ای به نام پیکروکروسین است. این ماده طی فراوری گیاه تازه بر اثر تجزیه حرارتی یا آنزیمی به آلدیدی معطر به نام سافرانال تبدیل می‌شود. کاروتنوئیدهای دیگری مانند بتاکاروتن، لیکوپن و زاگزانتین و ویتامین‌ها به‌خصوص ریبوفلاوین و تیامین نیز در زعفران یافت می‌شود. کروسین، کروستین و سافرانال مواد مؤثر اصلی زعفران هستند [۲۱]. در رابطه با اثرات کاهنده چربی و شاخص‌های قندی زعفران همراه با فعالیت‌های ورزشی ۷ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. به جز یک مورد (عدم اثر تعاملی تمرین و کروسین بر بهبود انسولین) تمامی مطالعات حاکی از وجود اثرات تعاملی فعالیت‌های ورزشی و زعفران (و همچنین مواد مؤثر آن از قبیل کروسین) در بهبود شاخص‌های قندی و چربی خون بودند. گزارش شده است مصرف ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر زعفران منجر به بهبود گلوکز، انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله در موش‌های صحرایی دیابتی شد همچنین تمرین مقاومتی همراه با زعفران نسبت به تمرین مقاومتی اثر مطلوب‌تری بر بهبود گلوکز ناشتا داشت [۱۰]. در مطالعه‌ای دیگر ۴ هفته مصرف ۲۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن همراه با تمرین شنا منجر به بهبود شاخص‌های گلیسمیک (گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین) در موش‌های صحرایی دیابتی شد و مصرف زعفران همراه با تمرین شنا نسبت به تمرین شنا اثرات بهتری بر بهبود شاخص‌های گلیسمیک داشت [۱۶]. مصرف ۴۰۰ میلی‌گرم پودر سرگل زعفران همراه با فعالیت ورزشی به مدت دو ماه منجر به بهبود سطوح سرمی گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله شد. به طوری که تمرین هم‌زمان با مصرف زعفران نسبت به تمرین و مصرف زعفران به تنهایی اثرات مطلوب‌تری داشت [۲۲].

در رابطه با اثرات زعفران گزارش شده است که زعفران به میزان بالایی جذب گلوکز و فسفوریلاسیون AMPK/ACC و AMPKs^۲ را تقویت می‌کند. با وجود این فسفوریلاسیون PI3-kinase^۵ را تقویت نمی‌کند. اثرات تعاملی انسولین و زعفران حساسیت به انسولین را از طریق مسیرهای سیگنالینگ وابسته به انسولین (AMPK/ACC و MAPKS) و غیروابسته به انسولین (PI3-kinase/Akt و mTOR) بهبود می‌بخشد. AMPK دارای یک نقش عمده در اثرات زعفران بر جذب گلوکز و حساسیت به انسولین در سلول‌های عضلات اسکلتی است [۲۳]. کروسین‌ها که گلیکوزیدهایی متشکل از کاروتنوئیدی به نام کروسین‌ها و قندها هستند، مسئول رنگ زعفران محسوب می‌شوند. محققین معتقدند زعفران و مواد تشکیل‌دهنده‌های آن می‌توانند از مسیر افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها اثرات ضددیابتی و تنظیم متابولیسمی خود را القا کنند [۲۴]. در همین راستا گزارش شد که مصرف ۲۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن کروسین همراه با

3. AMP-activated protein kinase/acetyl-CoA carboxylase
4. Mitogen- activated protein kinases
5. Phosphatidylinositol 3-kinase

دارچین اثرات خود را در کاهش فشار خون از طریق گیرنده‌های فعال‌کننده فزاینده پروکسیزوم^۶ و مهار تشکیل محصول نهایی ناشی از گلیکوزیله شدن می‌گذارد. همچنین عوامل فنولی مختلفی از قبیل کاتچین^۷، اپی‌کاتچین^۸، پروسیانیدین B2^۹ و پلیمرهای فنل^{۱۰} در دارچین وجود دارند که دارای اثرات مهاری بر شکل‌گیری محصولات نهایی ناشی از گلیکوزیله شدن هستند [۳۰]. نشان داده شده است که عصاره دارچین از طریق افزایش فعالیت انسولین تا ۲۰ برابر و افزایش متابولیسم گلوکز تا چندین برابر در سلول‌های چربی باعث کاهش میزان گلوکز خون و بهبود مقاومت انسولینی در موش‌های صحرایی می‌شود. پلیمر متیل هیدروکسی چاکلون موجود در دارچین باعث فعال کردن آنزیم انسولین رسپتور- کیناز و مهار عمل آنزیم انسولین رسپتور فسفاتاز در سلول‌های چربی می‌شود که در نتیجه آن حساسیت این سلول‌ها به انسولین افزایش و مقاومت به انسولین کاهش می‌یابد [۳۲].

بابونه

بابونه با نام علمی *Matricaria chamomilla* یکی از گیاهان دارویی است که در نواحی گسترده‌ای در سراسر جهان از جمله در آفریقا، آسیا، آمریکای شمالی و جنوبی، اروپا و استرالیا می‌روید [۱۹]. بابونه حاوی فلاونوئیدها از جمله لوتئولی، روغن‌های قزاق از جمله کامازولین و بیزابولول، لاکتون‌ها، از جمله موسسیلاژ شامل پلی‌ساکاریدها، و نوئیلیک، امیلیفرون، فورفورول، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب و کولینوکومارین‌هاست. در طب سنتی از این گیاه به عنوان آرام‌بخش، اشته‌آور، ضداسپاسم، تنظیم‌کننده عادت ماهیانه و درمان عفونت‌های لثه، دهان و پوست استفاده می‌کنند [۳۵]. در رابطه با اثرات محافظتی فعالیت‌های ورزشی همراه با مصرف بابونه، ۲ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌های هر دو مطالعه مبنی بر اثرات محافظتی تعاملی بابونه و فعالیت ورزشی بود. ۸ هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف روزانه ۲۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره بابونه نسبت به تمرین و مصرف عصاره بابونه به‌تنهایی اثرات مطلوب‌تری بر کاهش گلوکز ناشتای موش‌های صحرایی دیابتی نوع ۱ داشت [۳۶]. همچنین ۱۲ هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف روزانه ۲۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره گل بابونه منجر به بهبود سطوح سرمی تری‌گلیسرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین کم‌چگال موش‌های صحرایی دیابتی نوع ۱ شد. به طوری که اثرات کاهنده لیپیدی مصرف بابونه هم‌زمان با تمرین استقامتی نسبت به مصرف بابونه به‌تنهایی مطلوب‌تر بود [۳۶]. گزارش شده است که عصاره بابونه و به‌ویژه کاپیتول‌های این گیاه

به نظر می‌رسد اثر احتمالی زنجبیل بر هیپوگلیسمیک به مهار فعالیت آنزیم گلوکز ۶ فسفاتاز کبدی و در نتیجه کاهش گلوکز خون وابسته است [۱۷]. همچنین در رابطه با اثرات کاهنده چربی، زنجبیل می‌تواند متابولیسم چربی را از طریق بازداری بیوسنتز کلسترول سلولی، افزایش بیوسنتز اسید صفرها جهت زدودن کلسترول از بدن، افزایش دفع کلسترول از بدن و افزایش دفع کلسترول از راه مدفوع تعدیل کند. زنجبیل با مهار لیپاز روده و افزایش حرکات دودی روده و کاهش جذب چربی در روده می‌تواند باعث کاهش تری‌گلیسرید شود و با افزایش میزان و فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز عروقی می‌تواند در کاهش چربی‌های سرم مؤثر باشد [۲۸].

دارچین

گیاه دارچین با نام علمی *Cinnamomum verum* از خانواده Lauraceae است که دارای این خواص است: کاهنده قند خون، چربی خون فشار خون، آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و محافظت‌کننده عصبی است. دارچین یکی از مواد غذایی و چاشنی‌های قدیمی و معروف است که به دلیل طعم و عطر مطبوعش، در غذاها بسیار استفاده می‌شود. این ماده غذایی خواص زیادی دارد و به همین دلیل، برای درمان بسیاری از مشکلات و اختلالات جسمی استفاده شده و سرشار از مواد معدنی مورد نیاز بدن از جمله منگنز، آهن و همچنین فیبر است [۳۰]. از ترکیبات شیمیایی تشکیل‌دهنده پوست دارچین می‌توان به سینامون آلدهید، سافورول، سینامیک اسید، کادینن، کارپوفیلن، تان‌ها، فنل‌ها، دیترین‌ها، ترکیب‌های کربوهیدراتی و موسیلاژی متفاوت و مقدار کمی کومارین نیز اشاره کرد. قسمت‌های مختلف این گیاه از جمله پوست آن خواص درمانی زیادی دارند. به طوری که مصرف آن‌ها باعث تقویت قلب، معده و روده، بهبود فعالیت کلیه‌ها و افزایش نیروی جنسی می‌شود [۳۱، ۳۲]. در رابطه با اثرات کاهنده چربی خون و شاخص‌های قندی دارچین به همراه فعالیت‌های ورزشی ۳ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌ها حاکی از اثرات دارچین در بهبود شاخص‌های قندی و چربی خون بودند. اگر چه در یک مطالعه ۳ و ۶ هفته مصرف روزانه ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن دارچین باعث بهبود گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین موش‌های صحرایی دیابتی شد [۳۲] با وجود این، ۸ هفته مصرف روزانه ۲۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن دارچین به همراه تمرین هوازی نسبت به مصرف دارچین و تمرین هوازی اثر مطلوب‌تری بر بهبود سطوح گلوکز موش‌های صحرایی دیابتی داشت [۳۳]. همچنین مصرف روزانه ۶ کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی دارچین، ۳ جلسه در هفته تمرین هوازی به مدت ۳۵ تا ۴۵ دقیقه به مدت هشت هفته و مصرف دارچین هم‌زمان با تمرین هوازی دارای اثرات یکسانی بر بهبود انسولین و مقاومت به انسولین مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود [۳۴]. در رابطه با اثرات درمانی دارچین گزارش شده است که

6. Peroxisome proliferator- activator receptors
7. Catechin
8. Epicatechin
9. Procyanidin B2
10. Phenol polymers

شدید و متوسط همراه با مصرف روزانه ۳۰۰ میلی گرم عصاره آلوئه ورا اثر معنی داری بر بهبود سطوح گلوکز موش های صحرایی دیابتی نداشت [۴۰]. یکی از علل قند خون مداوم، افزایش تولید رادیکال های آزاد اکسیژن به ویژه گونه های فعال اکسیژن (ROS) است؛ آلوئه ورا با داشتن محتویات بالایی از ترکیبات فنلی، مانان استیله، مانوز فسفات در کنترل رادیکال های آزاد نقش مهمی را در بدن ایفا می کند. محققان ماده مهمی به نام آسمانان^{۱۲} را در ژل آلوئه ورا معرفی کرده اند که این ماده همچون گلوکومانان است و در کاهش گلوکز خون مؤثر است [۴۱]. گزارش شده است مواد اولیه دارویی فعال در ژل و پوست برگ این گیاه از قبیل آلوئین، مودین، آلوئه امودین، باربالوئین و پلی و مونساکاریدهایی مانند استرول، اسیدهای آلی و ویتامین های B و C می توانند میزان گلوکز ناشتا را به میزان قابل توجهی کاهش دهند [۳۸]. همچنین اشاره شده است که عصاره آلوئه ورا حاوی ۵ ترکیب فیتواسترول شامل لوفنول، ۲۴ متیل لوفنول، ۲۴ اتیل لوفنول، سیکلوآرتانول و ۲۴ متیلن سیکلوآرتانول است که می تواند منجر به کاهش گلوکز خون افراد دیابتی شود [۳۸].

شوید

شوید با نام علمی *Anethum Graveolens* گیاهی از خانواده چتریان است. در زبان انگلیسی DILL و در زبان فارسی شوید یا شبت خوانده می شود. فراورده دارویی آن به طور عمده به صورت دانه است که ۴۳ تا ۶۳ درصد د کارون دارد و بقیه آن د لیمون است. دانه شوید دارای ۲/۵ تا ۴ درصد اسانس است که مهم ترین مواد تشکیل دهنده آن، د کارون، ۴۰ تا ۶۰ درصد، د لیمون، ۲۰ تا ۲۸ درصد؛ الفافلاندین، ۲ درصد و دی هیدروکارون هستند. میوه شوید دارای اثر درمانی مشابه رازیانه، انیس سبز و زیره سیاه است. برای شوید اثرات ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدانقباضی، خواص آنتی اکسیدان و ضدسرطان، محافظت کننده مخاط معده و کاهنده ترشح اسید معده، کاهنده گلوکز خون، کاهش دهنده چربی و کلسترول خون گزارش شده است [۴۲]. در رابطه با اثرات کاهنده چربی خون فعالیت های ورزشی همراه با مصرف شوید، ۲ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت و یافته های هر دو مطالعه مبنی بر اثرات کاهنده چربی خون تعاملی شوید و فعالیت ورزشی بود. در مطالعه ای مصرف ۳۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره شوید به مدت ۱۰ روز (به طور یک در میان) سطوح گلوکز، کلسترول تام، تری گلیسرید، لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین پر چگال را به طور معنی داری بهبود بخشید [۴۳]. ۶ هفته تمرین شنا همراه با مصرف روزانه ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره شوید باعث کاهش سطوح لیپوپروتئین کم چگال، لیپوپروتئین خیلی کم چگال، تری گلیسرید و کلسترول تام و همچنین افزایش لیپوپروتئین پر چگال موش های صحرایی مبتلا به دیابت شد. همچنین ۶ هفته تمرین شنا همراه

دارای اسانس و ماده ای به نام آزلون و سزکوئی ترین های b و g و همچنین ماتریکارین^{۱۱} است. این ترکیبات می توانند در موش های صحرایی باعث افزایش میزان گیرنده های تروگلیتازون شوند و از این طریق نقش خود را در کنترل مقاومت به انسولین و چربی ایفا کنند [۳۶]. گیاه بابونه غنی از فلاونوئیدها و ترکیبات فنولیک است که آنتی اکسیدان های مؤثری در خنثی کردن رادیکال های آزاد اکسیژن دارد. بنابراین کاهش فشار اکسایشی می تواند به دلیل وجود دو ترکیب روتین و پاتولیتیک در این گیاه باشد که خواص خنثی کنندگی قوی رادیکال های آزاد را دارا هستند. همچنین این دو ترکیب مهار کننده قوی لیپوآکسیژناز هستند که از مسیرهای تولید رادیکال آزاد است. از طرف دیگر ممکن است به دنبال عمل حفاظت کننده عصاره بابونه در شروع مرحله اکسیداسیون اسیدهای چرب، از تولید مالون دی آلدئید و با آزاد شدن آنزیم های لاکتات دهیدروژناز و آسپارات آمینوترانسفراز، این عصاره باعث مهار پراکسیداسیون لیپیدی شود [۳۵].

آلوئه ورا

گیاه صبر زرد با نام علمی *Aloe vera L.* متعلق به خانواده Liliaceae با ظاهری بوته ای و همیشه سبز از جمله گیاهان دارویی بارزش در دنیاست. آلوئه ورا مملو از آنتی اکسیدان های مختلف است و به همین دلیل رادیکال های آزاد را در بدن از بین می برد، همچنین این گیاه حاوی ساپوتین، سینامیک اسید و سالیسیلیک اسید است که این مواد برای درمان جراحات و زخم ها به کار می روند. ترکیبات آمینواسیدهای تریپتوفان و فنیل آلانین آن دارای اثرات ضدالتهابی و کاهش دهنده گلوکز خون است [۳۷، ۳۸]. در رابطه با اثرات کاهنده چربی و شاخص های قندی آلوئه ورا همراه با فعالیت های ورزشی، ۴ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. به جز یک مورد (عدم اثر تعاملی تمرین و آلوئه ورا بر بهبود سطوح گلوکز) تمامی مطالعات حاکی از وجود اثرات تعاملی فعالیت های ورزشی و آلوئه ورا در بهبود شاخص های قندی و چربی خون بودند. اگرچه در یک مطالعه نشان داده شد که مصرف آلوئه ورا همراه با فعالیت های ورزشی طولانی مدت تر (۶ هفته در مقاله ۴ هفته) اثرات مطلوب تری نسبت به دوره های کوتاه تر دارد. در مطالعه ای نشان داده شد تمرین شنا همراه با مصرف روزانه ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن منجر به کاهش تری گلیسرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین کم چگال موش های صحرایی دیابتی می شود [۳۹]. گزارش شده است که اگرچه تمرین شنا و مصرف آلوئه ورا دارای اثرات تعاملی هیپوگلیسمیک در موش های صحرایی دیابتی هستند با وجود این ۶ هفته تمرین شنا نسبت به چهار هفته تمرین شنا و همچنین ۶ هفته مصرف آلوئه ورا نسبت به ۴ هفته مصرف آلوئه ورا اثرات مطلوب تری بر بهبود گلوکز و مقاومت به انسولین دارد [۳۸]. در تعارض با یافته های این مطالعه بیان شد ۸ هفته تمرین تناوبی

12. Acemannan

11. Matricarine

شده است که خرفه با داشتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی مالون دی‌آلدئید که محصول پراکسیداسیون لیپیدی و شاخص حضور استرس اکسیداتیو است را به طور مؤثری کاهش می‌دهد [۴۷].

گشنیز

گیاه دارویی گشنیز به دلیل داشتن ماده مؤثره (اسانس) و ترکیب اصلی لینالول، دارای اهمیت بسزایی در صنایع داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی است. این گیاه با نام علمی Cori- andrum Sativum L معروف است [۴۸]. گزارش شده است گشنیز باعث آزاد شدن انسولین شده و اثرات شبه‌انسولینی دارد، همچنین سبب کاهش مقاومت به انسولین می‌شود [۴۹]. علاوه بر موارد مذکور اسیدهای چرب گشنیز مانند اسید لینولئیک، اسید اولئیک و اسید اسکوربیک یا ویتامین C در کاهش مقدار کلسترول خون بسیار تأثیرگذارند. گشنیز کزبره نیز نامیده می‌شود و دارای طبیعت سرد و خشک است و از برگ و بزر آن در برخی از ترکیبات ضد‌دیابت طب سنتی استفاده می‌شود [۴۹]. در رابطه با اثرات تعاملی کاهنده چربی و شاخص‌های قندی فعالیت‌های ورزشی همراه با مصرف گشنیز، ۴ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت که یافته‌های آن‌ها حاکی از اثرگذاری مصرف گشنیز و فعالیت‌های ورزشی استقامتی و شنا بر بهبود چربی خون و شاخص‌های قندی بودند. ۴ هفته مصرف عصاره گشنیز همراه با تمرین استقامتی باعث کاهش معنی‌دار گلوکز ناشتا، مقاومت به انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله موش‌های صحرایی دیابتی شد. مصرف عصاره گشنیز همراه با تمرین استقامتی نسبت به مصرف عصاره گشنیز و تمرین استقامتی اثر بیشتری بر کاهش گلوکز ناشتای موش‌های صحرایی دیابتی داشت [۵۰]. همچنین تمرین هوازی همراه با مصرف عصاره دانه گشنیز منجر به بهبود تری‌گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین کم‌چگال و لیپوپروتئین پرچگال در موش‌های صحرایی دیابتی شد با وجود این، اثر معنی‌داری بر انسولین و مقاومت به انسولین نداشت [۵۱]. در مطالعه‌ای دیگر اگرچه مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن گشنیز همراه با تمرین شنا به مدت ۴ هفته منجر به بهبود گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله موش‌های صحرایی دیابتی شد، تمرین شنا همراه با مصرف گشنیز نسبت به تمرین شنا و مصرف گشنیز اثرات مطلوب‌تری بر بهبود شاخص‌های قندی نداشت [۴۹]. گزارش شده است که گیاه گشنیز حاوی ترکیبات فنولیکی، فلاونوئیدی، استروئیدی و تانن‌ها است. اثر هیپوگلیسمیک فلاونوئیدها می‌تواند نتیجه افزایش فعالیت هگزوکیناز و گلوکوکیناز کبدی، محافظت و حتی افزایش تراکم سلول‌های بتای جزایر لانگرهانس به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها، افزایش بیان ناقلان گلوکز در سلول‌های عضلانی، تعدیل فعالیت افزایش‌یافته آنزیم‌های کبدی گلوکز ۶ فسفاتاز و یا افزایش جذب گلوکز به وسیله سلول‌های کبد، چربی و عضله باشد. درحقیقت عصاره گشنیز با افزایش فعالیت آنزیم

با مصرف عصاره شوید نسبت به ۶ هفته مصرف عصاره شوید اثر بیشتری بر کاهش لیپوپروتئین کم‌چگال و کلسترول تام و همچنین افزایش لیپوپروتئین پرچگال داشت [۴۲]. بیان شده است که اثرات هیپوگلیسمی عصاره شوید به ترکیب فلاونوئیدی کوئرستین موجود در آن مربوط است. از مکانیسم عمل احتمالی این گیاه در کاهش قند خون، اثر بر جذب گلوکز است. ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان گیاهی جذب گلوکز را در روده کاهش می‌دهند. این اثر با مهار آنزیم‌های گوارشی نظیر آلفا آمیلاز و آلفا گلوکوزیداز که در هیدرولیز کربوهیدرات شرکت دارند، مهار انتقال گلوکز از غشای چین‌خورده روده کوچک و به تأخیر انداختن تخلیه محتویات معده به روده کوچک صورت می‌گیرد. از طرفی آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی اثر شبه‌انسولینی نیز دارند و جذب گلوکز را در بافت‌های محیطی افزایش می‌دهند [۴۳].

خرفه

خرفه با نام علمی *Portulaca olerace* متعلق به خانواده *Portulacaceae*، گیاهی است یک‌ساله با ساقه‌های گوشتی و برگ‌های متقابل و گل‌های کوچک زردرنگ. این گیاه در ایران فراوان می‌روید و هم به عنوان خوراکی و هم داروی سنتی استفاده می‌شود. این گیاه به عنوان آنتی‌سپتیک، ضداسپاسموتیک، دیورتیک، آنتی‌اکسیدان و تصفیه‌کننده خون استفاده می‌شود و در جلوگیری از حمله قلبی و تقویت سیستم ایمنی و ضدالتهاب و ضد درد کاربرد درمانی دارد. خرفه منبع غنی از آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند ویتامین A, B1, C, E، بتاکاروتن و سایر اسیدهای آمینه ضروری است [۴۴]. در رابطه با اثرات تعاملی فعالیت‌های ورزشی همراه با مصرف خرفه بر بهبود چربی خون و شاخص‌های قندی، ۴ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. اگرچه یافته‌های یک مطالعه حاکی از عدم اثرگذاری مصرف خرفه بر چربی‌های خون بود، یافته‌های ۳ مطالعه حاکی از اثرات بهبوددهنده شاخص‌های قندی مصرف خرفه همراه با فعالیت ورزشی بود. یک ماه مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره روغنی تخم خرفه منجر به بهبود گلوکز و انسولین موش‌های صحرایی دیابتی شد. با وجود این، اثر معنی‌داری بر بهبود پروفایل لیپیدی موش‌های صحرایی دیابتی نداشت [۴۵]. همچنین در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲، مصرف خرفه (۲/۵ گرم در وعده نهار و ۵ گرم در وعده شامل) به مدت ۱۶ هفته همراه با تمرین هوازی منجر به بهبود گلوکز، کلسترول، لیپوپروتئین کم‌چگال و تری‌گلیسرید شد [۴۶]. خرفه به دلیل دارا بودن ترکیبات مختلف از جمله فلاونوئیدها، پلی‌ساکاریدها و اسیدهای چرب غیراشباع دارای خاصیت هیپولیپیدمیک و هیپوگلیسمیک است. خرفه سرشار از ترکیبات فنلی، پلی‌فنلی و مواد آنتی‌اکسیدان است که مهم‌ترین ترکیبات آنتی‌اکسیدان آن شامل آلفا توکوفرول، اسید اسکوربیک و گلوکاتینون است. این گیاه یکی از غنی‌ترین گیاهان سبز حاوی ویتامین C، آلفا توکوفرول و گلوکاتینون است. همچنین گزارش

سیاهدانه

سیاهدانه با نام علمی *Nigella sativa* L معروف است. دانه گیاه سیاهدانه در طب سنتی در ترکیبات دارویی مورد استفاده برای افراد هیپر لیپیدمی تجویز می‌شود [۵۶]. دانه گیاه سیاهدانه حاوی چربی، ویتامین‌ها، مواد معدنی، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌هاست. دانه گیاه منبع غنی اسیدهای چرب ضروری و غیراشباع است. اصلی‌ترین اسید چرب غیراشباع، اسیدلینولئیک و سپس اسیداولئیک است. ترکیبات دیگری نیز مانند فسفولیپیدها، کاروتن، کلسیم، آهن و پتاسیم نیز در دانه‌ها وجود دارد. درمان موش‌های آزمایشگاهی با روغن سیاهدانه یا ماده مؤثره آن تیموهیدروکینون، سطوح کلسترول، تری‌گلیسرید و پراکسیداسیون چربی را کاهش و فعالیت عوامل ضداکسایشی را افزایش داده است [۵۷]. در رابطه با اثرات کاهنده شاخص‌های قندی سیاهدانه و فعالیت ورزشی، ۳ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن‌ها حاکی از اثرات بهبوددهنده شاخص‌های قندی مصرف سیاهدانه بود. اگرچه نتایج ۲ مطالعه نشان داد که فعالیت ورزشی هم‌زمان با مصرف سیاهدانه نسبت به هر کدام به تنهایی اثرات مطلوب‌تری در بهبود شاخص‌های قندی دارد. گزارش شده است که مصرف سیاهدانه تأثیر بسزایی در بیماران دیابتی دارد. به گونه‌ای که سیاهدانه روی سلول‌های بتا اثر گذاشته و موجب افزایش سطح *Insulinotro* پی‌ا‌سی انسولین سرم و کاهش قند خون می‌شود [۵۸]. به طوری که ۸ هفته تمرین هوازی روی نوارگردان همراه با مصرف سیاهدانه، گلوکز ناشتا را در موش‌های صحرایی دیابتی بهبود بخشید [۵۸]. همچنین در مطالعه دیگر اگرچه مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره سیاهدانه همراه با تمرین استقامتی منجر به بهبود شاخص‌های گلیسمیک موش‌های صحرایی دیابتی شد، این اثرات مشابه با تمرین استقامتی و مصرف سیاهدانه به تنهایی بود [۵۶]. نتایج تحقیق‌های قبلی نشان داده است که پلی‌ساکاریدها، فلاونوئیدها، گلیکوپروتئین‌ها و پلی‌پپتیدها، استروئیدها، آلکونوئیدها و پکتین موجود در گیاهان دارویی می‌تواند خاصیت هیپوگلیسمی احتمالی برخی از گیاهان مورد استفاده در درمان دیابت شامل سیاهدانه را از نظر جلوگیری از تغییر بیوشیمی خون به خوبی توجیه کند [۵۸].

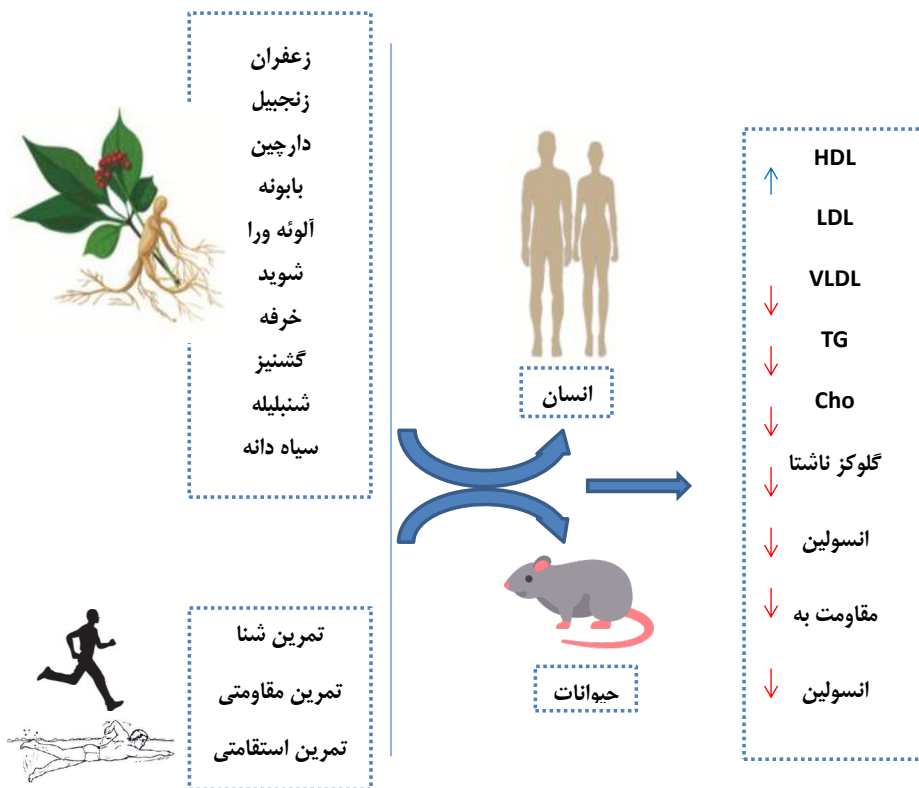
بحث و نتیجه‌گیری

دیابت ملیتوس نوعی اختلال متابولیکی است که با افزایش قند خون در نتیجه اختلال در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها به وجود می‌آید و به کاهش ترشح انسولین، افزایش مقاومت به انسولین و یا هر دو منجر می‌شود. کاهش میزان فعالیت بدنی و عادات غذایی نامناسب می‌تواند منجر به افزایش تعداد بیماران مبتلا به دیابت شود. افزایش توده چربی و ROS به طور اختصاصی به اختلال در عملکرد سلول‌های بتای پانکراس و اختلال در ترشح انسولین و نقص در متابولیسم سوبستراهای

گلیکوژن سنتز و افزایش غلظت گلیکوژن کبدی و تحریک مسیر گلیکولیز و پنتوز فسفات از طریق افزایش آنزیم‌های گلیکولیتیک و گلوکز ۶ فسفات دهیدروژناز و مهار آنزیم‌های گلوکونئوزنیک و گلیکوژن فسفوریلاز و در نتیجه مهار روندهای گلیکونئوزن و گلیکوژنولیز روی متابولیسم کربوهیدرات‌ها مؤثر است و سطح گلوکز خون را کاهش می‌دهد [۵۷].

شنبليله

شنبليله یا fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) حاوی پلی فنول‌ها، استروئیدها، آلکالوئیدها، ساپونین‌ها و اسیدهای آمینه، به خاطر خواص آنتی‌اکسیدانی، کاهنده قند خون و چربی خون و اثرات ضدالتهابی به طور گسترده در درمان بیماری دیابت و چاقی استفاده می‌شوند. این گیاه دارویی احتمالاً از مسیر سیگنالی فعال‌سازی پروتئین آدنوزین مونوفسفات (AMP) اعمال بیولوژیکی فراوانی را در سلول انجام می‌دهد [۵۷]. در رابطه با اثرات تعاملی فعالیت‌های ورزشی و مصرف شنبليله، ۳ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت که در این ۳ مطالعه تمرینات هوازی و شنا همراه با مصرف شنبليله منجر به بهبود شاخص‌های قندی و چربی خون شده‌اند. به طوری که مصرف شنبليله هم‌زمان با تمرینات ورزشی نسبت به هر یک به تنهایی اثرات بهتری داشت. گزارش شده است که ۸ هفته تمرین هوازی همراه با مصرف شنبليله سطوح گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله مردان دیابتی نوع ۲ را بهبود بخشید و تعامل آن‌ها بهتر از هر کدام به تنهایی بود [۵۴]. مصرف روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره شنبليله همراه با تمرین شنا منجر به بهبود شاخص‌های گلیسمیک (گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین) و نیمرخ چربی (تری‌گلیسرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین کم‌چگال و لیپوپروتئین پرچگال) موش‌های صحرایی مبتلا به دیابت شد. همچنین مصرف شنبليله همراه با تمرین شنا نسبت به تمرین شنا و مصرف شنبليله اثرات مطلوب‌تری بر بهبود شاخص‌های گلیسمیک و نیمرخ چربی داشت [۵۷]. همچنین ۶ هفته تمرین شنا همراه با عصاره بذر شنبليله سطوح گلوکز سرمی موش‌های صحرایی دیابتی را بهبود بخشید [۵۵]. مکانیسم دقیق اثر شنبليله بر متابولیسم سلول هنوز به طور کامل شناخته نشده است. اما به نظر می‌رسد پلی‌فنول‌ها و ساپونین‌های موجود در شنبليله، نقش اصلی در کاهش سطوح چربی خون دارند. همچنین مصرف شنبليله با افزایش اسید آمینه 4-hydroxysoleuine به افزایش ترشح انسولین، بهبود انتقال گلوکز به درون سلول، بهبود متابولیسم چربی‌ها و کاهش سطوح استرس اکسیداتیو کمک می‌کند و اثر محافظتی بر سلول دارد؛ عصاره شنبليله موجب فسفوریلاسیون برخی از پروتئین‌ها مانند گیرنده انسولین، سوبسترای گیرنده انسولین 1 و p85 و زیراحد فسفاتیدیل اینوزیتول تری کیناز 3-K در سلول‌های بافت چربی و کبد می‌شود. این امر به رونویسی از مسیرهای سلولی برای سنتز آنزیم‌های متابولیکی منجر می‌شود [۵۷].



مجله دانشکده علوم پزشکی کیان

تصویر ۱. خلاصه‌ای از اثرات کاهنده چربی و شاخص‌های قندی به دنبال مصرف گیاهان دارویی و فعالیت‌های ورزشی

شکست تغییرات رژیم غذایی در کنترل سطوح قند خون شروع می‌شود. تخمین زده می‌شود ۷۰ تا ۸۰ درصد موارد با تغییرات سبک زندگی به تنهایی قابل کنترل هستند. نسبت توصیه‌شده انرژی دریافتی روزانه از درشت‌مغذی‌ها به صورت ۳۳ تا ۴۰ درصد کربوهیدرات مرکب، ۳۵ تا ۴۰ درصد چربی و ۲۰ درصد پروتئین است. در همین رابطه گزارش شده است که محدودیت کالری دریافتی، عملکرد انسولین و وضعیت سوخت‌وساز را در افراد چاق دیابتی بهبود می‌بخشد [۶۰]. با وجود داروهای فراوانی که جهت کنترل دیابت موجود است هنوز کنترل قند خون یکی از اصلی‌ترین چالش این بیماری محسوب می‌شود، زیرا استفاده از داروهای سنتتیک عوارض جبران‌ناپذیری در بیماران به همراه دارند. از این رو اصلاح شیوه زندگی، تغذیه، فعالیت بدنی و تشخیص زودهنگام این بیماری جان بسیاری را نجات می‌دهد. فعالیت‌های ورزشی به عنوان یک راهکار غیردارویی بسیاری از عوارض ناشی از اختلالات متابولیکی بیماران دیابتی را کاهش می‌دهد [۵۸]. وجود برنامه‌های منظم ورزشی در افراد دیابتی به بهبود عملکرد انسولین و سازگاری افزایش ذخایر گلیکوژن عضلانی و کبدی منجر می‌شود. ورزش مناسب با افزایش توده عضلانی به افزایش جذب گلوکز، افزایش حساسیت انسولین و کنترل مطلوب قند خون منجر می‌شود؛ بنابراین با انجام تمرین‌های ورزشی منظم، مصرف قرص‌های خوراکی در برخی افراد دیابتی غیروابسته به انسولین کم می‌شود [۶۱]. انجمن

انرژی منجر می‌شود [۵۹]. در درمان بیماری دیابت هدف اصلی رسیدن به و حفظ وضعیت مطلوب فشار خون و چربی گلوکز جهت جلوگیری و یا به تأخیر انداختن اختلالات مزمن مرتبط با دیابت است که این موارد می‌توانند کیفیت زندگی بیماران دیابتی را بهبود بخشند. با برنامه‌ریزی مناسب غذایی، فعالیت ورزشی منظم، رفتارهای خودمراقبتی، کاهش وزن و همچنین دریافت دارو بیماران می‌توانند گلوکز خون خود را کنترل کنند. دو محور اصلی مدیریت و پیشگیری از بروز بیماری دیابت، رژیم غذایی و فعالیت ورزشی است. هنگامی که از مداخلات دارویی در بیماری دیابت استفاده می‌شود، می‌بایست آن‌ها به تقویت تعدیل‌های روش زندگی (فعالیت ورزشی و رژیم غذایی) کمک کنند، نه اینکه جایگزین آن‌ها شوند. گزارش شده است که الگوهای رژیم غذایی با مشخصه دریافت پایین غذاهای فرآوری‌شده با منشأ حیوانی و پرچرب و دریافت بالای مواد غذایی گیاهی (مانند میوه، غلات کامل، مغزها و سبزی) و ماهی در پیشگیری و درمان بیماری دیابت به میزان بالایی مؤثر است. الگوی غذایی ذکرشده مشخصه رژیم غذایی مدیترانه‌ای است. گزارش شده است که رژیم غذایی مدیترانه‌ای با بروز پایین‌تر دیابت و بهبود تحمل گلوکز مرتبط است [۶۰]. بر اساس پژوهش‌های گزارش‌شده در این زمینه، مداخلات تغذیه‌ای در کنار نظارت دقیق بر سطح گلوکز خون، به عنوان انتخاب درمانی اولیه مطرح هستند و درمان دارویی، در صورت

نوع فعالیت ورزشی و خطرات احتمالی ناشی از فعالیت ورزشی شدید، رژیم‌های غذایی مناسب و آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی در کنار فعالیت بدنی به بهبود شاخص‌های متابولیکی در بیماران دیابتی منجر شود. در پایان می‌بایست این نکته را ذکر کرد که در بیشتر مطالعات صورت گرفته بر روی اثرات کاهنده چربی و پروفایل لیپیدی گیاهان دارویی، اثرات سمی آن‌ها ارزیابی نشده است و حاشیه امنیت بین اثرات درمانی و سمی تعیین نشده است. از این رو پیشنهاد می‌شود جهت تأیید ایمنی مصرف، علاوه بر بررسی اثرات درمانی گیاهان و ترکیبات فعال آن‌ها، اثرات سمیت آن‌ها نیز مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر این بررسی اثر تعاملی این گیاهان دارویی در نمونه‌های انسانی چالش برانگیز بوده است و یکی از محدودیت‌های مطالعه انسانی تعداد کم نمونه‌ها، عدم پیگیری اثرات بلندمدت مصرف هم‌زمان گیاهان دارویی و تمرینات ورزشی و عدم کنترل دقیق رژیم غذایی افراد است. بنابراین انجام مطالعات انسانی در این زمینه با رعایت جوانب احتیاط با رفع محدودیت‌های ذکر شده از ضرورت‌های تحقیق در آینده هستند. در رابطه با اثرات تعاملی کاهنده چربی خون و شاخص‌های قندی گیاهان دارویی به همراه فعالیت ورزشی، در این گزارش ۲۴ مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. به جز ۳ مطالعه، یافته‌های تمامی مطالعات حاکی از اثرات تعاملی کاهنده چربی خون و شاخص‌های قندی فعالیت‌های ورزشی هم‌زمان با مصرف گیاهان دارویی بودند. طبق یافته‌های گزارش شده به نظر می‌رسد مصرف طولانی‌مدت تر گیاهان دارویی نسبت به مصرف کوتاه‌مدت دارای اثرات مطلوب‌تری باشد. در تصویر شماره ۱ خلاصه‌ای از اثرات کاهنده چربی و شاخص‌های قندی به دنبال مصرف گیاهان دارویی و فعالیت‌های ورزشی گزارش شده است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله از نوع مروری است که هیچ‌گونه آزمایشی بر روی انسان یا حیوان نداشته است. هیچ کدام از داده‌ها در حمایت از نتیجه نهایی پژوهش دست کاری نشده‌اند و به تمامی مطالعات در دسترس در راستای موضوع پژوهش اشاره شده است.

حامی مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

دیابت آمریکا^{۱۳} فعالیت ورزشی به مدت ۱۵۰ دقیقه در هفته با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) را برای سلامت بیماران دیابتی پیشنهاد داده است. فعالیت‌های ورزشی با افزایش نیاز متابولیکی سلول، افزایش حساسیت به انسولین، بهبود متابولیسم چربی‌ها، بهبود انتقال گلوکز و چربی به درون سلول برای اکسیداسیون هوازی و بی‌هوازی، در بهبود شاخص‌های متابولیکی بیماران دیابتی مؤثر است [۵۲]. در رابطه با اثرات هیپوگلیسمیک فعالیت‌های ورزشی گزارش شده است که انقباضات عضلانی از مسیرهای غیروابسته به انسولین، مقدار زیادی گلوکز را به درون سلول می‌فرستد تا صرف تولید انرژی شود که این نفوذپذیری، غشای سلول را به دلیل افزایش تعداد ناقل‌های گلوکز در غشای پلاسمایی (GLUT4) افزایش می‌دهد. همچنین بیان شده است از آنجا که کاهش ظرفیت میتوکندری در عضلات اسکلتی در مقاومت به انسولین و ظرفیت اکسیداتیو عضله به عنوان یک پیش‌بینی‌کننده معنی‌دار حساسیت به انسولین است، افزایش سریع در عملکرد میتوکندریایی عضله اسکلتی به دنبال تمرینات ورزشی ممکن است فاکتور مؤثر در کاهش مقاومت به انسولین و بهبود کنترل قند خون باشد [۶۲]. در مورد چگونگی تغییرات نیم‌رخ چربی در اثر فعالیت بدنی و ورزش می‌توان به این نکته اشاره کرد که HDL یکی از عوامل مهمی است که در مسیر انتقال کلسترول نقش دارد و میزان HDL برحسب شدت و مقدار ورزش افزایش می‌یابد. مشخص شده است که افزایش HDL پلاسما رابطه نزدیکی با کاهش تری‌گلیسیرید پلاسما دارد و این تغییرات باعث بهبود حساسیت انسولینی می‌شود. در همین زمینه افزایش فعالیت آنزیم LPL^{14} در نتیجه فعالیت ورزشی را می‌توان یکی از علل احتمالی افزایش HDL دانست. آنزیم LPL نقش مؤثری در تبدیل $VLDL$ به HDL بر عهده دارد به طوری که افزایش میزان این آنزیم باعث افزایش سطح HDL می‌شود. عامل دیگر $LCAT^{15}$ است که می‌تواند هم بر LDL اثر گذاشته و هم کلسترول را به HDL تبدیل کند به طوری که احتمال می‌رود علت افزایش HDL ناشی از تمرین، افزایش $LCAT$ باشد، چراکه گزارش شده است که بعد از فعالیت ورزشی معمولاً میزان این آنزیم افزایش می‌یابد و همچنین فعالیت ورزشی می‌تواند لیپولیز را افزایش داده و سبب کاهش اسیدهای چرب در عضلات شود. افزایش تولید HDL توسط کبد در پی تغییرات فعالیت آنزیم LPL و کاهش لیپاز کبدی به دنبال فعالیت بدنی می‌تواند علت احتمالی دیگری برای افزایش HDL باشد. البته باید به این نکته توجه داشت که مکانیسم‌هایی از قبیل کاهش حساسیت انسولین که تغییراتی در سطح چربی‌ها و لیپوپروتئین‌های خونی ایجاد می‌کند، می‌تواند دلیل تغییرات نیم‌رخ چربی بعد از ورزش باشند [۲]. به نظر می‌رسد با توجه به چالش برانگیز بودن مداخله تمرینات ورزشی وابسته به شدت و

13. American Diabetes Association

14. Lipoprotein Lipase

15. Lecithin- Cholesterol Acyltransferase

References

- [1] Hosseini SA, Norouzi S, Rafiee N, Farzanegi P, Salehi OR, Farkhaie F. Interactive effects of endurance training and crocin on aerobic capacity, dietary intake and weight of high-fat diet- induced type 2 diabetic rats. *Journal of Nutritional Sciences and Dietetics*. 2018; 4(3):65-74. <https://jnsd.tums.ac.ir/index.php/jnsd/article/view/263>
- [2] Dehghan F, Hajiaghaalipour F, Yusof A, Muniandy S, Hosseini SA, Heydari S, et al. Saffron with resistance exercise improves diabetic parameters through the GLUT4/AMPK pathway in-vitro and in-vivo. *Scientific Reports*. 2016; 6:25139. [DOI:10.1038/srep25139]
- [3] Farsi S, Azarbayjani MA, Hoseini SA, Peeri M. The effects of endurance training with genistein on ICAM-1, VCAM-1, and CRP of diabetic rats. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2016; 8(3):121-8. <http://ijdo.ssu.ac.ir/article-1-307-en.html>
- [4] Davari F, Alimaneh Z, Alimaneh Z, Salehi O, Hosseini SA. Effect of training and crocin supplementation on mitochondrial biogenesis and redox-sensitive transcription factors in liver tissue of type 2 diabetic rats. *Archives of physiology and biochemistry*. 2020; 13:1-6. [PMID]
- [5] Hosseini SA, Nik bakht H, Azarbayjani MA. [The effect of aqua extract of saffron with resistance training on glycemic indexes of streptozotocin induced diabetic rats (Persian)]. *Armaghane Danesh*. 2013; 18(4):284-94. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=196588>
- [6] Ghodsbin S, Farsi S, Hosseini SA. The effect of resistance training with genistein on interleukin-6 and C- reactive protein in induced diabetic rats (Persian)]. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2019; 11(1):56-66. <http://ijdo.ssu.ac.ir/article-1-467-en.html>
- [7] Hosseini SA, Ahmadi M, Sharifi A, Shadmehri S, Zar A. [The effect of resistance training and genistein on leptin and lipid profile of streptozotocin-induced diabetic rats (Persian)]. *Feyz*. 2018; 22(3):248-57. <http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-3502-en.html>
- [8] Hosseini SA, Shadmehri S, Rahimi Bazkhaneh Z, Rahmani M, Kazemi N. The effect of eight weeks of combined exercise on retinol binding protein 4, fatty acid binding protein and lipocalin-2 in type 2 diabetic women (clinical trial). *Thrita*. 2018; 7(2):e84879. [DOI:10.5812/thrita.84879]
- [9] Hosseini SA, Kazemi N, Ahmadi M, Esmail Zadeh F, Azarbayjani MA. The effect of resistance training on sex hormones of women with gestational diabetes. *Health Education and Health Promotion*. 2020; 8(2):95-9. <http://hehp.modares.ac.ir/article-5-42945-en.html>
- [10] Peyravi A, Yazdanpanahi N, Nayeri H, Hosseini SA. The effect of endurance training with crocin consumption on the levels of MFN2 and DRP1 gene expression and glucose and insulin indices in the muscle tissue of diabetic rats. *Journal of Food Biochemistry*. 2020; 44(2):e13125. [DOI:10.1111/jfbc.13125]
- [11] Asishirazi I, Hosseini SA, Keikhosravi F. [Hypoglycemic interactive effects of saffron (*Crocus Sativus*) aqueous extract and swimming training in streptozotocin induced diabetic rats (Persian)]. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2017; 24(4):273-9. http://jsums.medsab.ac.ir/article_983.html?lang=en
- [12] Hosseini S, Nemati J, Ranjbar M, Edalatmanesh M, Zar A. [Hypoglycemic interactive effects of ginger eextract and endurance training in diabetic rats (Persian)]. *The Horizon of Medical Sciences*. 2017; 23(4):325-30. <http://hms.gmu.ac.ir/article-1-2627-en.html>
- [13] Pasavand P, Hosseini SA, Farsi S. The effect of moderate and high intensity endurance trainings with genistein on TNF- α and IFN- γ in streptozotocin induced diabetic rats. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2019; 11(1):46-55. <http://ijdo.ssu.ac.ir/article-1-466-en.html>
- [14] Hosseini SE, Hosseini SA. The therapeutic effects of medicinal plants on depression and anxiety disorders. *Report of Health Care Journal*. 2018; 4(1):67-80. http://jrhc.miau.ac.ir/article_2941.html
- [15] Azarian F, Farsi S, Hosseini SA, Azarbayjani MA. Effect of endurance training with saffron consumption on PGC1- α gene expression in hippocampus tissue of rats with alzheimer's disease. *Annals of Military and Health Sciences Research*. 2020; 18(1):e99131. [DOI:10.5812/amh.99131]
- [16] Azarian F, Farsi S, Hosseini SA, Azarbayjani MA. The effect of endurance training and crocin consumption on anxiety-like behaviors and aerobic power in rats with alzheimer's. *Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences*. 2019; 13(4):e89011. [DOI:10.5812/ijpbs.89011]
- [17] Razavi SH, Hosseini SA, Nikbakht M. [The effect of continued and interval training with crocin consumption on BDNF and NGF gene expression in heart tissue of diabetic rats (Persian)]. *Feyz*. 2019; 23 (1):10-9. <http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-3763-en.html>
- [18] Moradi A, Hosseini SA, Nikbakht M. Effect of swimming training and crocin consumption on intrinsic apoptosis pathway in muscle tissue of high-fat diet-induced obese rats. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies*. 2019; 6(3):e92612. [DOI:10.5812/mejrh.92612]
- [19] Razavi H, Hosseini SA, Nikbakht, M. Neurotrophic effects of swimming and crocin consumption on the rats with obesity induced by a high-fat diet. *Journal of Nutrition Fasting and Health*. 2020; 8(1):48-54. [DOI:10.22038/JNFH.2019.41093.1203]
- [20] Zar A, Hoseini A, Ahmadi F, Rezaei M. [Effects of ginger together with swimming training on blood fat profiles in adult diabetic rats with streptozotocin (Persian)]. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2016; 11(2):65-74. <http://nsft.sbm.ac.ir/article-1-2181-en.html>
- [21] Zar A, Hoseini SA, Javedan F, Edalatmanesh MA. [Effect of 15 days cinnamon supplementation on hematocrit and blood pressure response in one session aerobic exercise (Persian)]. *Complementary Medicine Journal*. 2016; 6(3):1571-82. <http://cmj.arakmu.ac.ir/article-1-355-en.html>
- [22] Hoseini A, Zar A, Mansouri A. [Effect of aloe vera with swimming training on the alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase levels of diabetic rats (Persian)]. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2017; 11(4):29-38. <http://nsft.sbm.ac.ir/article-1-2156-en.html>
- [23] Askari M, Hosseini S. [Effect of hydroalcoholic extracts of anethum graveolens L. with swimming training on lipid profile of

- diabetic rats (Persian)]. *The Horizon of Medical Sciences*. 2016; 22(4):345-51. [DOI:10.18869/acadpub.hms.22.4.345]
- [24] Ariyanfar H, Matinhomae H, Hosseini SA, Ghazalian F. The effect of endurance training and purslane (*Portulaca oleracea*) seed consumption on cytochrome- C and malondialdehyde in the heart tissue of rats poisoned with H₂O₂. *Journal of Nutrition, Fasting and Health*. 2020; 8(2):80-6. https://jnfh.mums.ac.ir/article_14623_026a0e3b4f0abe0f5e885df864ce250a.pdf
- [25] Mardani Z, Hosseini SA, Matinhomae H, Rahmati-Ahmadabad S. Effect of endurance training with coriander seed consumption on caspase-3 and cytochrome-C in the heart tissue of H₂O₂-poisoned rats. *Modern Care Journal*. 2020; 17(2):e100003. [DOI:10.5812/modernc.100003]
- [26] Arvin Z, Hosseini SA. [The effect of swimming training with coriandrum sativum extract on glycemic indices in diabetic rats (Persian)]. *Researches in Sport Sciences and Medical Plants*. 2020; 1(1):19-28. [DOI:10.1080/13813455.2020.1826529]
- [27] Hosseini SA, Kazemi N, Hajipour F, Farsi S. Hypoglycemic effects of nigella sativa extract and endurance training in streptozotocin induced diabetic rats. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2017; 9(1 and 2):25-31. <http://ijdo.ssu.ac.ir/article-1-337-en.html>
- [28] Tofighi A, Babaei S. [The effects of separate and combined exercise and nigella supplement on plasmatic levels of apelin and glucose in type 2 diabetes mouse (Persian)]. *Studies in Medical Sciences*. 2016; 27(1):10-18. <http://umj.umsu.ac.ir/article-1-3317-en.html>
- [29] Hosseini SA, Norouzi S, Rafiee N, Farzanegi P, Salehi OR, Farkhaie F. Interactive effects of endurance training and crocin on aerobic capacity, dietary intake and weight of high-fat diet-induced type 2 diabetic rats. *Journal of Nutritional Sciences and Dietetics*. 2018; 4(3):65-74. <https://jnsd.tums.ac.ir/index.php/jnsd/article/view/263>
- [30] Hosseini SA, Zar A, Dehghani Z. Lipid lowering effects of nigella sativa and swimming training in streptozotocin induced diabetic rats. *Annals of Military and Health Sciences*. 2018; 16(3):e84153. [DOI:10.5812/amh.84153]
- [31] Hosseini A, Nezafat Absardi M, Shadmehri S, Salehi OR, Hajsadeghi H. [The interactional effects of endurance training and aloe vera gel on alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase levels in diabetic rats (Persian)]. *Yafte*. 2018; 20(1):99-111. <http://yafte.lums.ac.ir/article-1-2515-en.html>
- [32] Hosseini A, Rezvanipour F, Kazemi N, Salehi O, Kasraeian M. [The effect of six weeks aqua training in second trimester of pregnancy on visfatin and glucose tolerance of gestational diabetic women (Persian)]. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2018; 17(1):23-30. <http://ijld.tums.ac.ir/article-1-5574-en.html>
- [33] Salehi OR, Hoseini A. [The effects of endurance trainings on serum BDNF and insulin levels in streptozotocin-induced diabetic rats (Persian)]. *Shefaye Khatam*. 2017; 5(2):52-61. [DOI:10.18869/acadpub.shefa.5.2.52]
- [34] Farsi S, Azarbayjani MA, Hosseini S, Pirei P. [Response of serum levels of ICAM-1 VCAM-1 and CRP to high and moderate endurance trainings in sprague dawley male diabetic rats (Persian)]. *Armaghane Danesh*. 2016; 21(8):757-71. <http://armaghanj.yums.ac.ir/article-1-1483-en.html>
- [35] Rajabi A, Siahkhouhian M, Akbarnejad A. [Comparison of the effect of a therapeutic exercise program and oral administration of saffron on the levels of IL-6, TNF-a and glycemic control in type 2 diabetic women (Persian)]. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2018; 25(1):20-33. <http://rjms.iuums.ac.ir/article-1-4930-en.html>
- [36] Moradi A, Hosseini S, Nikbakht M. Anti-apoptotic effects of interval and continued training and crocin on the muscle tissue of the rats with type ii diabetes induced by a high-fat diet. *Journal of Nutrition, Fasting and Health*. 2019; 7(3):130-7. [DOI:10.22038/JNFH.2019.39346.1186]
- [37] Alimanesh Z, Alimanesh Z, Davari F, Shadmehri S, Ahmadi M, Hosseini SA, et al. The effect of continued training with crocin on apoptosis markers in liver tissue of high fat diet induced diabetic rats. *Molecular & Cellular Biomechanics*. 2020; 17(4):155-63. [DOI:10.32604/mcb.2020.011532]
- [38] Askari R, Haghighi A, Badri N. [The effect of combined training (endurance- resistance) and ginger supplementation on cardiorespiratory endurance, body composition and insulin resistance among obese females with type 2 diabetes (Persian)]. *Journal of Health*. 2019; 10(4):489-503. [DOI:10.29252/j.health.10.4.489]
- [39] Hassanpour G, Hosseini SA, Keikhosravi F, Noura M. The effect of swimming training with cinnamon extract on hematological factors in diabetic rats. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2017; 9(3):101-6. <http://ijdo.ssu.ac.ir/article-1-350-en.html>
- [40] Hosseini S, Shojaei S, Hosseini S. [The effects of cinnamon on glycemic indexes and insulin resistance in adult male diabetic rats with streptozotocin (Persian)]. *Yafte*. 2015; 16(4):70-8. <http://yafte.lums.ac.ir/article-1-1795-en.html>
- [41] Irandoost T, Abdi A, Abbasi Dalloii A. [Effect of aerobic training with cinnamon extract supplementation on resistin and Glycemic Indexes in rats with insulin- resistant (Persian)]. *Physiology of Exercise and Physical Activity*. 2019; 12(1):43-57. [DOI:10.52547/joepa.12.1.43]
- [42] Arabmomeni A, Haji Hidari M. [Comparing the effects of three methods, cinnamon supplementation, aerobic exercise and concurrent (aerobic exercise - supplement) on serum glucose, insulin and insulin resistance in type 2 diabetic patients (Persian)]. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences*. 2019; 62(2):1430-9. [DOI:10.22038/MJMS.2019.14119]
- [43] Mohammad Hosseini F, Hosseini SA, Ahmadi M. [The effect of a period of swimming training and chamomile extract on anti-oxidant status in adult male rats (Persian)]. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2018; 12(6):10-9 [DOI:10.29252/qums.12.6.10]
- [44] Alouie A, Zehsaz F, Pouzesh Jadidi R. [Effect of endurance exercise with chamomile recutita leaves extract on liver superoxide dismutase activity and malondialdehyde levels in type 1 diabetic rats (Persian)]. *Research in Medicine*. 2017; 40(4):165-71. <http://pejoughesh.sbm.ac.ir/article-1-1614-en.html>
- [45] Mirazi N, Bayat S, Heidarian pour A, Izadi Z. [The effect of chamomile extract (*matricaria chamomilla L.*) and the concomitant use of aerobic exercise on serum lipids profile in type 1

- diabetic male rats (Persian)]. *Studies in Medical Sciences*. 2019; 30(9):672-84. <http://umj.umsu.ac.ir/article-1-4835-en.html>
- [46] Shamshiri M, Hosseini SA. [Hypoglycemic interaction effects of 4 and 6 weeks swimming training and aloe barbadensis hydroalcoholic extract in streptozotocin induced diabetic rats (Persian)]. *Journal of Medicinal Plants*. 2017; 16(64) :83-92. <http://jmp.ir/article-1-1530-en.html>
- [47] Hosseini A, Khoshsovt F, Ahmadi M, Azarbayjani MA, Salehi O, Farkhaie F. effects of aloe vera and swimming training on lipid profile of streptozotocin induced diabetic rats. *nutrition and Food Sciences Research*. 2020; 7(1):9-16. [DOI:10.29252/nfsr.7.1.9]
- [48] Hedayati S, Riyahi Malayeri S, Hoseini M. [The effect of eight weeks of high and moderate intensity interval training along with aloe vera consumption on serum levels of chemerin, glucose and insulin in streptozotocin-induced diabetic rats: An experimental study (Persian)]. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2018; 17(9):801-14. <http://journal.rums.ac.ir/article-1-4209-en.html>
- [49] Ahmadi Mahmoodabadi N. [The effects of hydroalcoholic extracts of dill (*Anethum graveolens* L.) and artichoke (*Cynara scolymus* L.) against type 1 diabetes mellitus (Persian)]. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 2008; 24(3):333-41. https://jmap.areeo.ac.ir/article_117021.html
- [50] Kargary Rezapour A, Vatandoust R. [The effect of oil extract of *Portulaca oleracea* seeds on insulin resistance indices in mice (Persian)]. *Veterinary Clinical Pathology*. 2018; 11(44):313-23. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=602066>
- [51] Dehghan F, Soori R, Gholami K, Abolmaesoomi M, Yusof A, Muniandy S, et al. Purslane (*Portulaca oleracea*) seed consumption and aerobic training improves biomarkers associated with atherosclerosis in women with Type 2 Diabetes (T2D). *Scientific Reports*. 2016; 6:37819. [DOI:10.1038/srep37819]
- [52] Keshtvarz AK, Peeri M, Azarbayjani MA, Hosseini SA. The effect of aerobic training with purslane (*Portulaca Oleracea*) seed on toll like receptors in colon tumor tissue of adult rats with colon cancer. *Jorjani Biomedicine Journal*. 2019; 7(4):49-56. [DOI:10.29252/jorjanibiomedj.7.4.49]
- [53] Hosseini S, Zar A, Ghasemi A, Khoradmehr O, Farkhaie F. [Hypoglycemic interactional effects of coriandrum sativum extract and endurance training in diabetic rats (Persian)]. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2018; 13(2):21-30. <http://nsft.sbm.u.ac.ir/article-1-2506-en.html>
- [54] 79. Abdi A. [The effect of aerobic training with coriander seed extract on lipoprotein A-1, Lipid Profile and Insulin Resistance in streptozotocin-induced diabetic rats (Persian)]. *Complementary Medicine Journal*. 2017; 7(3):1989-2000. <http://cmj.arakmu.ac.ir/article-1-439-en.html>
- [55] Chithra V, Leelamma S. Coriandrum sativum-effect on lipid metabolism in 1,2- dimethyl hydrazine induced colon cancer. *Journal of Ethnopharmacology*. 2000; 71(3):457-63. [DOI:10.1016/S0378-8741(00)00182-3]
- [56] Hosseini SA, Hamzavi K, Safarzadeh H, Salehi O. Interactive effect of swimming training and fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) extract on glycemic indices and lipid profile in diabetic rats. *Archives of Physiology and Biochemistry*. 2020; 5:1-5. [DOI:10.1080/13813455.2020.1826529]
- [57] Jalali Dehkordi Kh, Sharifi Gh, Arshadi S. [Effect of swimming training and Fenugreek seed extract on plasma glucose and antioxidant activity in heart tissue of streptozotocin - induced diabetic rats (Persian)]. *Journal of Gorgan University Medical Sciences*. 2014; 16(2): 29-36. <http://goums.ac.ir/journal/article-1-2045-en.html>
- [58] Hosseini SA, Kazemi N, Hajipour F, Farsi S. Hypoglycemic effects of nigella sativa extract and endurance training in streptozotocin induced diabetic rats. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2017; 9(1 and 2):25-31. <http://ijdo.ssu.ac.ir/article-1-337-en.html>
- [59] Amini M, Fallah Huseini H, Mohtashami R, Sadeqhi Z, Ghamarchehre M. [Hypolipidemic effects of nigella sativa L. seeds oil in healthy volunteers: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial (Persian)]. *Journal of Medicinal Plants*. 2011; 10 (40):133-8. <http://jmp.ir/article-1-190-en.html>
- [60] Salehi O, Hosseini S, Farkhaie F, Farzanegi P, Zar A. The effect of moderate intensity endurance training with genistein on brain-derived neurotrophic factor and tumor necrosis factor- α in diabetic rats. *Journal of Nutrition, Fasting and Health*. 2019; 7(1): 44-51. [DOI:10.22038/JNFH.2019.37231.1163]
- [61] Hajifaraji M, Dolatkah N. [Gestational diabetes mellitus and associated challenges from the perspective of nutrition science: A review article (Persian)]. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2017; 27 (149):202-24. <http://jmums.mazums.ac.ir/article-1-9098-en.html>
- [62] Hashemi HS, Hosseini SA. [The effect of moderate intensity endurance training and lipid lowering genistein in Streptozotocin induced diabetic rats (Persian)]. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*. 2017; 19(1):10-23. <http://78.39.35.44/article-1-3108-en.html>

This Page Intentionally Left Blank
