

ارزیابی اثرات همزمان فعالیت بدنی و گیاهان دارویی بر کنترل دیابت، چربی خون و استرس اکسیداتیو

Evaluation of the simultaneous effects of physical activity and medicinal plants on the control of diabetes, dyslipidemia, and oxidative stress

حسین علی هاشمی شهرکی^{۱،۲}، شهلا هاشمی شهرکی^{۳*}

^۱گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۲اداره کل آموزش و پرورش استان چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، ایران.

^{۳*}گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران Email:shahlahashemi15@yahoo.com

Evaluation of the simultaneous effects of physical activity and medicinal plants on the control of diabetes, dyslipidemia, and oxidative stress

Abstract

Diabetes is among the most common metabolic disorders, characterized by elevated blood glucose, dysregulation of lipid metabolism, and increased oxidative stress. Although conventional pharmacological therapies are effective in managing this condition, their adverse effects have shifted scientific interest toward natural and low-risk approaches, particularly physical exercise and medicinal plants. The present review aimed to evaluate the combined effects of exercise and medicinal plants on glycemic control, lipid regulation, and the attenuation of oxidative processes in diabetes. To this end, a comprehensive literature search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar using the keywords medicinal plants, antioxidant, anti-inflammatory, exercise, diabetes, blood lipids, and oxidative stress. The reviewed evidence suggests that exercise plays a crucial role in diabetes management by improving insulin sensitivity and enhancing glucose uptake in active tissues. In parallel, medicinal plants, owing to their bioactive secondary metabolites such as flavonoids and polyphenols, have demonstrated significant potential in reducing oxidative stress and ameliorating lipid abnormalities. Collectively, the findings indicate that the integration of regular physical activity with the consumption of medicinal plants may represent a complementary and safe approach to improving metabolic status in diabetic patients and reducing the risk of long-term complications.

Keywords: Medicinal Plants, Exercise Training, Diabetes

Diabetes is considered one of the most significant public health challenges worldwide, characterized by hyperglycemia, insulin resistance, dyslipidemia, and increased oxidative processes. Although pharmacological treatments such as insulin are effective in controlling disease symptoms, the occurrence of adverse side effects and the limited long-term efficacy of these therapies highlight the necessity of considering alternative and complementary approaches. Among these, exercise interventions and medicinal plants have recently attracted growing scientific attention as natural and relatively safe strategies.

The aim of this review was to summarize and analyze the available evidence regarding the combined effects of exercise and medicinal plants on glycemic control, lipid regulation, and oxidative stress modulation. For this purpose, a systematic search was conducted in databases including PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar, using keywords such as medicinal plants, antioxidants, anti-inflammatory, exercise, diabetes, blood lipids, and oxidative stress.

Findings from the reviewed literature demonstrated that endurance and resistance training, through distinct mechanisms—such as enhancing GLUT4 translocation to the cell membrane, activating the PI3K/Akt signaling pathway, and improving mitochondrial capacity play a significant role in improving glycemic control and insulin sensitivity. On the other hand, medicinal plants, containing bioactive compounds such as flavonoids, terpenes, and polyphenols, enhance the antioxidant defense system and attenuate inflammatory processes, thereby improving the metabolic status of patients.

Furthermore, evidence indicates that the combined use of regular exercise and medicinal plants may exert synergistic effects beyond those achieved by either intervention alone, leading to improved blood glucose regulation, modulation of lipid profiles, and reduction of oxidative damage. Nevertheless, further long-term clinical trials are required to determine the appropriate dosages of medicinal plants and to develop targeted exercise programs, in order to facilitate the integration of these strategies into the clinical management of diabetic patients.

Keywords: Medicinal Plants, Exercise Training, Diabetes, Dyslipidemia, Oxidative Stress, Antioxidant, Anti-inflammatory.

چکیده

دیابت یکی از شایع‌ترین بیماری‌های متابولیک است که با افزایش قند خون، تغییرات چربی خون و تشدید استرس اکسیداتیو همراه می‌باشد. هرچند درمان‌های دارویی متداول در کنترل این بیماری مؤثر هستند، عوارض جانبی آن‌ها سبب شده است توجه پژوهشگران به روش‌های طبیعی و کم‌خطر مانند فعالیت‌های ورزشی و مصرف گیاهان دارویی افزایش یابد. هدف این مقاله مروری، بررسی اثرات ورزش و گیاهان دارویی بر کنترل دیابت، تنظیم چربی خون و کاهش فرآیندهای اکسیداتیو بود. بدین منظور، جستجو در پایگاه‌های داده PubMed، Scopus، Web of Science، Google Scholar با استفاده از کلیدواژه‌های «گیاهان دارویی»، «آنتی‌اکسیدان»، «ضدالتهاب»، «ورزش»، «دیابت»، «لیپیدهای خون» و «استرس اکسیداتیو» انجام شد. مرور مطالعات نشان داد که تمرینات ورزشی با بهبود حساسیت به انسولین و افزایش برداشت گلوکز نقش مهمی در کنترل دیابت دارند. همچنین، گیاهان دارویی به‌واسطه ترکیبات ثانویه نظیر فلاونوئیدها و پلی‌فنول‌ها قادرند استرس اکسیداتیو و اختلالات چربی خون را کاهش دهند. بر اساس شواهد، ترکیب فعالیت بدنی منظم و مصرف گیاهان دارویی می‌تواند به‌عنوان روشی مکمل و ایمن در بهبود وضعیت بیماران دیابتی و کاهش عوارض آن مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی، تمرین ورزشی، دیابت

در سال‌های اخیر، سبک زندگی ناسالم، از جمله تغذیه نامناسب، عدم تحرک بدنی و استرس روانی مزمن، منجر به افزایش قابل توجه بیماری‌های غیرواگیر مانند دیابت نوع ۲، اختلالات چربی خون و مشکلات قلبی عروقی شده است (۱-۳). دیابت نوع ۲ یکی از شایع‌ترین بیماری‌ها می‌باشد که به دلیل مقاومت سلول‌ها به انسولین و اختلال در ترشح این هورمون، باعث افزایش سطح گلوکز خون می‌شود (۴-۶). از سوی دیگر، اختلالات چربی خون با شاخص‌هایی مانند افزایش LDL و تری‌گلیسیرید و کاهش HDL، یکی از علل اصلی بیماری‌های قلبی عروقی محسوب می‌شوند (۷). استرس اکسیداتیو که از افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن و کاهش ظرفیت دفاعی آنتی‌اکسیدانی ناشی می‌شود، یکی از عوامل کلیدی در پیشرفت بیماری‌های متابولیک به شمار می‌آید. گرچه درمان‌های دارویی می‌توانند در کنترل این بیماری‌ها موثر باشند، اما به دلیل عوارض جانبی و محدودیت اثرگذاری در برخی افراد، استفاده از غیر دارویی مکمل نیز مورد توجه قرار گرفته است (۸).

در این میان، استفاده از تمرینات ورزشی منظم و مصرف گیاهان دارویی با خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی به عنوان دو روش غیر دارویی مکمل، توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند تحقیقات متعددی اثرات مفید ورزش‌های هوازی و مقاومتی را بر کنترل قند و چربی خون نشان داده‌اند (۹-۱۱). همچنین، ترکیبات ثانویه موجود در برخی گیاهان دارویی مانند پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها و آلکالوئیدها قادرند مسیرهای التهابی و اکسیداتیو را مهار نمایند (۱۲-۱۵). هدف این مقاله، بررسی مطالعات موجود در مورد نقش مکمل‌های گیاهی آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی همراه با ورزش در بهبود شاخص‌های متابولیک و مهار استرس اکسیداتیو در بیماران دیابتی و هیپرلیپیدمیک است. امید است که یافته‌ها، راه را برای توسعه استراتژی‌های درمانی مؤثرتر در محیط‌های بالینی هموار کند.

مواد و روش‌ها

این بررسی با استفاده از جستجو در پایگاه‌های داده PubMed، Scopus، Web of Science، Google Scholar انجام شد. جستجو با استفاده از کلمات کلیدی ترکیبی شامل «گیاهان دارویی»، «آنتی‌اکسیدان»، «ضدالتهاب»، «ورزش»، «دیابت»، «لیپیدهای خون» و «استرس اکسیداتیو» انجام شد. مطالعاتی که اثرات همزمان گیاهان دارویی و ورزش را بر دیابت، ناهنجاری‌های لیپید خون و استرس اکسیداتیو بررسی کرده بودند، در این بررسی گنجانده شدند.

اثرات گیاهان دارویی آنتی‌اکسیدان و ضدالتهاب بر شاخص‌های متابولیک و اکسیداتی

گیاهان دارویی با اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی مانند شنبلیله، زنجبیل، دارچین و چای سبز، به‌عنوان رویکردهای مکمل مؤثر در بهبود شرایط متابولیکی و کاهش استرس اکسیداتیو شناخته شده‌اند (۱۶-۱۸). این گیاهان با تنظیم پاسخ‌های التهابی و مهار رادیکال‌های آزاد، می‌توانند به بهبود پارامترهایی نظیر قند و چربی خون کمک کنند. شنبلیله دارای ترکیباتی است که در کاهش گلوکز خون و ارتقای عملکرد انسولین مؤثر عمل می‌کنند (۱۹). همچنین زنجبیل با خاصیت ضدالتهابی قوی خود، علاوه بر کاهش رادیکال‌های آزاد، در بهبود گردش خون، تقویت سیستم دفاعی بدن و کاهش کوفتگی عضلانی پس از ورزش، کاربرد درمانی یافته است (۲۰، ۲۱). وجود ترکیبات ثانویه در دارچین، این گیاه را به یک عامل مؤثر در کاهش التهاب، کنترل قند خون و کاهش LDL

تبدیل کرده است که می‌تواند در کاهش خطر بروز بیماری‌های قلبی و مشکلات متابولیکی نقش داشته باشد (۲۲). چای سبز نیز به دلیل دارا بودن مقدار بالای آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند EGCG، در تقویت سیستم ایمنی، کاهش فرآیندهای التهابی، حفاظت سلول‌ها در برابر استرس اکسیداتیو و بهبود چربی خون موثر است (۲۳). همچنین مصرف منظم چای سبز با افزایش سوخت‌وساز بدن، احتمال ابتلا به اختلالات متابولیک را کاهش می‌دهد. مجموع شواهد حاکی از آن است که گیاهان دارویی با خاصیت ضدالتهاب و آنتی‌اکسیدان، با بهبود شاخص‌هایی نظیر گلوکز و چربی خون و مهار استرس اکسیداتیو، می‌توانند نقش مهمی در مدیریت بیماری‌های متابولیکی ایفا کنند و در ترکیب با اصلاح سبک زندگی، اثربخشی اقدامات درمانی را افزایش دهند.

اثرات ورزش بر استرس اکسیداتیو و متابولیسم

ورزش به‌ویژه فعالیت‌های هوازی و تمرینات با شدت متوسط تا زیاد، نقش پیچیده و چندبعدی در فرآیندهای متابولیکی و تعادل اکسیداتیو بدن ایفا می‌کند. در طول فعالیت بدنی، به‌واسطه‌ی افزایش نیاز سلول‌ها به انرژی، مصرف اکسیژن در بافت‌های فعال به‌طور چشم‌گیری بالا می‌رود. این افزایش مصرف اکسیژن، اگرچه برای تولید ATP ضروری است، اما به‌طور هم‌زمان با افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) همراه می‌شود که می‌تواند به بروز استرس اکسیداتیو در سلول‌ها، به‌ویژه در عضلات اسکلتی منجر شود (۲۴). با این حال، برخلاف برداشت‌های اولیه که استرس اکسیداتیو را صرفاً پدیده‌ای مضر تلقی می‌کردند، پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که افزایش موقت و کنترل‌شده‌ی رادیکال‌های آزاد در جریان ورزش، می‌تواند اثرات تنظیمی در بدن داشته باشد. این نوع استرس اکسیداتیو ملایم به‌عنوان یک محرک بیولوژیکی عمل کرده و موجب فعال‌سازی مسیرهای سیگنالی مرتبط با دفاع آنتی‌اکسیدانی، ترمیم بافتی، تنظیم متابولیسم و بهبود سازگاری سلولی می‌شود.

درواقع، این سازگاری فیزیولوژیکی، منجر به تقویت سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی (از جمله آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز، گلوکاتایون پراکسیداز و کاتالاز) و بهبود توانایی بدن در مقابله با استرس‌های اکسیداتیو می‌شود (شکل ۱). همچنین، تمرینات ورزشی منظم می‌توانند حساسیت انسولینی را افزایش داده، سوخت‌وساز چربی‌ها را بهبود بخشند و در درازمدت به تعادل هموستاز متابولیکی کمک کنند. به‌طور خلاصه، هرچند ورزش می‌تواند به‌طور گذرا میزان رادیکال‌های آزاد را در بدن افزایش دهد، اما این فرآیند در صورت کنترل‌شده بودن، نه‌تنها مضر نیست، بلکه می‌تواند به‌عنوان محرکی مفید در جهت تقویت سازوکارهای دفاعی و متابولیکی بدن تلقی شود (۲۴). شواهد علمی متعدد حاکی از آن است که انجام منظم فعالیت‌های بدنی با شدت متوسط، می‌تواند باعث ارتقاء کارایی سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن و کاهش اثرات مضر ناشی از استرس اکسیداتیو شود. این نوع تمرینات، با ایجاد تعادلی مناسب میان تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و توانایی بدن در خنثی‌سازی آن‌ها از طریق مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی، نقش مهمی در حفظ سلامت سلولی ایفا می‌کنند. به‌عبارت دیگر، ورزش منظم و کنترل‌شده موجب افزایش سازگاری‌های فیزیولوژیکی سودمندی می‌شود که شامل افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوکاتایون پراکسیداز است (۲۵).

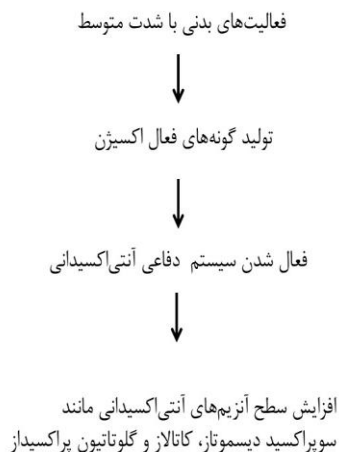
این سازگاری‌ها به بدن کمک می‌کنند تا بهتر با تنش‌های اکسیداتیو مقابله کرده و خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن نظیر دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی-عروقی، سرطان‌ها و حتی اختلالات عصبی ناشی از پیری را کاهش دهد. علاوه بر این، ورزش با شدت متوسط نقش پیشگیرانه‌ای در برابر پیری زودرس و تخریب عملکرد سلولی داشته و به حفظ هماهنگی متابولیکی، سلامت بافت‌ها و افزایش کیفیت زندگی کمک می‌کند.

با این وجود، تمرینات ورزشی شدید، سنگین و طولانی مدت، اگر بدون برنامه ریزی و ریکاوری مناسب انجام شوند، ممکن است اثرات معکوسی به دنبال داشته باشند. در چنین شرایطی، تولید بیش از حد رادیکال های آزاد می تواند از ظرفیت خنثی سازی سیستم آنتی اکسیدانی فراتر رود و منجر به آسیب های اکسیداتیو به لیپیدهای غشایی، پروتئین ها و DNA سلولی شود. این آسیب ها در نهایت می توانند به بروز خستگی مزمن، التهاب، ضعف سیستم ایمنی، آسیب عضلانی و حتی اختلال در عملکرد سیستم عصبی منجر شوند (۲۶). بنابراین، در برنامه ریزی ورزشی برای افزایش سلامت عمومی یا درمان ناهماهنگی متابولیکی، توجه به شدت، مدت و فرکانس تمرین، نقش مهمی دارد. به کارگیری الگوی تمرینی متناسب، همراه با تغذیه مناسب و استراحت کافی، می تواند بیشترین بهره را از اثرات آنتی اکسیدانی ورزش حاصل کند و از بروز آسیب های ناشی از استرس اکسیداتیو جلوگیری نماید.

ورزش منظم و اصولی به عنوان یکی از مؤثرترین مداخلات غیر دارویی، تأثیرات گسترده ای بر فرآیندهای متابولیکی بدن دارد. انجام تمرینات بدنی، به ویژه از نوع هوازی و با شدت متوسط، موجب بهبود حساسیت سلول ها به انسولین می شود که در نتیجه آن، توانایی بدن در تنظیم و جذب قند از جریان خون افزایش می یابد. این مکانیسم نقش مهمی در پیشگیری و کنترل دیابت نوع ۲ دارد. از سوی دیگر، ورزش می تواند با کاهش چربی، تنظیم پروفایل لیپیدی (کاهش تری گلیسرید و کلسترول LDL و افزایش HDL)، و کاهش مقاومت به انسولین، به کنترل بهتر سطح چربی خون و بهبود شاخص های سندرم متابولیک کمک نماید (۲۷).

علاوه بر این، فعالیت فیزیکی مداوم منجر به کاهش شاخص توده بدنی، بهبود ترکیب بدنی و افزایش سلامت قلبی-عروقی می شود. این تغییرات همگی به طور مستقیم و غیرمستقیم در کاهش خطر بروز بیماری های مزمنی نظیر چاقی، بیماری های قلبی-عروقی، سندرم متابولیک و دیابت نوع ۲ نقش دارند. از منظر فیزیولوژیکی، ورزش همچنین محرک مهمی برای بهبود عملکرد میتوکندری، افزایش ظرفیت هوازی عضلات و تنظیم تعادل انرژی در سطح سلولی به شمار می رود.

نکته قابل توجه آن است که این مزایای متابولیکی تنها زمانی حاصل می شوند که شدت، مدت و نوع تمرینات به درستی انتخاب شوند. تمرینات بسیار شدید، سنگین و طولانی مدت، بدون برنامه ریزی و بازایی مناسب، ممکن است باعث افزایش بیش از حد هورمون های استرس زا، خستگی مزمن، اختلال در تعادل اکسیداتیو و حتی آسیب های عضلانی و متابولیکی شوند. در مقابل، تمرینات منظم و متعادل، با تحریک سیستم دفاع آنتی اکسیدانی و کاهش التهاب سیستمیک، می توانند محیط فیزیولوژیکی بدن را به سمت تعادل و بهبود وضعیت سلامت هدایت کند. در مجموع، ورزش متعادل و منظم نه تنها در بهبود شاخص های متابولیکی مؤثر است، بلکه با ایجاد سازگاری های مثبت در سیستم های هورمونی، عصبی، قلبی-عروقی و ایمنی، نقشی مهمی در پیشگیری از بیماری های غیرواگیر و افزایش کیفیت زندگی ایفا می کند (۲۸). با این حال، رعایت اصول علمی در طراحی برنامه ورزشی برای بهره گیری حداکثری از مزایای آن و جلوگیری از بروز عوارض احتمالی، ضروری است.



شکل ۱- اثر ورزش منظم بر تحریک سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی

الگوهای کنترل فعالیت ورزشی بر اساس شدت و حجم (قدرتی و استقامتی) در دیابت

فعالیت بدنی منظم یکی از عنصر اساسی در تنظیم دیابت است که از طریق بهبود حساسیت به انسولین، کاهش مقاومت انسولینی، بهبود متابولیسم لیپیدها و تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی، نقش مهمی در کنترل قند خون و پیشگیری از عوارض قلبی-عروقی دارد (۲۹-۳۲) دو دسته اصلی تمرینات ورزشی که بیشترین کاربرد را در بیماران دیابتی دارند شامل تمرینات استقامتی و تمرینات قدرتی هستند (۳۳-۳۵).

تمرینات استقامتی عمدتاً شامل فعالیت‌هایی همچون پیاده‌روی تند، دوچرخه‌سواری، شنا یا دویدن سبک هستند که به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه، سه تا پنج جلسه در هفته و با شدت متوسط (۴۰ تا ۶۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه یا حدود ۵۵ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب) انجام می‌شوند (۳۶، ۳۷). مطالعات نشان داده‌اند که چنین تمریناتی باعث کاهش قند خون ناشتا، HbA1c و بهبود تحمل گلوکز می‌شوند. تمرینات استقامتی با فعال‌سازی مسیر AMPK و افزایش بیان ناقل گلوکز GLUT4 در عضله اسکلتی، برداشت گلوکز را افزایش می‌دهند (۳۸، ۳۹). همچنین این تمرینات با کاهش استرس اکسیداتیو و مهار مسیرهای التهابی نظیر NF-κB، در کاهش عوارض عروقی دیابت نیز نقش دارند.

تمرینات قدرتی شامل فعالیت‌هایی نظیر کار با وزنه یا دستگاه‌های مقاومتی هستند که معمولاً با وزنه‌های سبک تا متوسط و شامل ۱۰ تا ۱۵ تکرار در هر حرکت در دو تا سه جلسه در هفته توصیه می‌شوند (۴۰، ۴۱). این تمرینات سبب افزایش توده و قدرت عضلانی شده و از این طریق برداشت گلوکز را بهبود می‌بخشند. اصلی‌ترین مکانیسم اثر آنها، تحریک مسیر PI3K/Akt و در نتیجه افزایش جابجایی ناقل GLUT4 به غشای سلول‌های عضلانی است که برداشت گلوکز را بهبود می‌بخشد.

در بیماران دیابتی نوع ۲، تمرینات مقاومتی توانسته‌اند موجب کاهش معنادار HbA1c، بهبود اختلال در متابولیسم چربی‌ها و افزایش حساسیت به انسولین شوند (۴۲، ۴۳). البته در بیماران مسن یا کسانی که دچار رتینوپاتی یا نفروپاتی هستند، باید از شدت‌های بالا یا مانور والسالوا پرهیز کرد تا خطر عوارض عروقی افزایش نیابد.

ترکیب تمرینات استقامتی و قدرتی بیشترین تأثیر را بر بهبود شاخص‌های متابولیک در دیابت دارد. شواهد نشان می‌دهند که این ترکیب نه تنها موجب کنترل بهتر قند خون و کاهش HbA1c می‌شود، بلکه در بهبود پروفایل لیپیدی، کاهش التهاب سیستمیک و تقویت دفاع آنتی‌اکسیدانی نیز نقش دارد. به‌طور کلی، تنظیم شدت و حجم فعالیت ورزشی در بیماران دیابتی باید متناسب با شرایط فردی آنان انجام شود. تمرینات استقامتی با تأکید بر بهبود ظرفیت هوازی و متابولیسم گلوکز، و تمرینات قدرتی با تأکید بر افزایش توده عضلانی و افزایش برداشت گلوکز، هر دو برای کنترل دیابت مؤثر هستند.

اثرات ترکیبی گیاهان دارویی و ورزش

گیاهان دارویی از دیرباز در درمان دیابت مورد استفاده قرار گرفته‌اند و امروزه نیز به دلیل دارا بودن ترکیبات ثانویه، توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده‌اند. شواهد علمی نشان می‌دهد که این گیاهان می‌توانند از طریق مکانیسم‌های گوناگون از جمله افزایش ترشح انسولین توسط سلول‌های بتای پانکراس، بهبود حساسیت گیرنده‌های انسولینی در بافت‌ها، کاهش جذب گلوکز در دستگاه گوارش، مهار آنزیم‌های هضم‌کننده کربوهیدرات‌ها (نظیر آلفا-گلوکوزیداز و آلفا-آمیلاز)، تنظیم متابولیسم لیپیدها و همچنین کاهش استرس اکسیداتیو و پاسخ‌های التهابی، به بهبود کنترل قند خون و پیشگیری از عوارض ناشی از دیابت کمک کنند (شکل ۲). بنابراین، بررسی و معرفی گیاهان دارویی با توانایی ضددیابتی می‌تواند به توسعه راهکارهای درمانی مکمل و ایمن برای بیماران نیز منجر شود. در ادامه به معرفی برخی از مهم‌ترین گیاهان دارویی مؤثر در کنترل دیابت پرداخته می‌شود.



بهبود حساسیت گیرنده‌های
انسولینی در بافت‌ها

افزایش ترشح انسولین توسط سلول‌های
بتای پانکراس

بهبود حساسیت گیرنده‌های انسولینی در بافت‌ها

کاهش جذب گلوکز در دستگاه گوارش

مهار آنزیم‌های هضم‌کننده کربوهیدرات‌ها

شکل ۲- مکانیسم‌های گوناگون اثر گیاهان دارویی بر بهبود دیابت

گشنیز

گشنیز از خانواده *Apiaceae* است و علاوه بر مصرف گسترده به عنوان یک چاشنی غذایی، خواص دارویی و تغذیه‌ای متعددی دارد. مصرف عصاره اتانولی ساقه و برگ گشنیز در موش‌های ویستار دیابتی شده با آلوکسان (دوز ۲۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) موجب بروز اثرات محافظت کبدی، کاهش قند، چربی و همچنین افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی شد (۴۴، ۴۵). همچنین تیمار چند هفته‌ای عصاره آبی بذر گشنیز به موش‌های *Meriones shawi* منجر به نرمال سازی سطح گلوکز خون، بهبود مقاومت به انسولین و کاهش کلسترول و تری گلیسریدها گردید (۴۶). همچنین درمان موش‌های دیابتی تیمار شده با استرپتوزوتوسین با عصاره اتانولی بذر گشنیز (۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم) باعث کاهش قند خون سرمی و افزایش ظرفیت ترشح انسولین توسط سلول‌های بتای جزایر پانکراس شد (۴۷، ۴۸).

زنجبیل

زنجبیل که با نام علمی *Zingiber officinale Roscoe* شناخته می‌شود، متعلق به خانواده *Zingiberaceae* بوده و به عنوان یک ادویه مهم با فواید سلامت بی‌شمار مورد توجه است (۴۹). ریزوم‌های زنجبیل به طور سنتی برای درمان دیابت، آرتрит، پیچ خورده‌گی، دردهای عضلانی، گلودرد، تب، گرفتگی عضلات، التهاب لثه، دندان درد، آسم و بیماری‌های عفونی به کار رفته‌اند. زنجبیل خوراکی دارای پتانسیل هیپوگلیسمیک، ضد دیابتی، آنتی اکسیدانی، کاهنده کلسترول و کاهنده لیپید خون گزارش شده است (۵۰). مصرف پودر زنجبیل (۳ گرم در روز) به مدت سه ماه در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ منجر به بهبود شاخص‌های گلیسمی و وضعیت آنتی اکسیدانی شد (۵۱). در مطالعه‌ای روی بیماران دیابتی نوع ۲، مکمل خوراکی زنجبیل (۲ گرم در روز) موجب کاهش سطح انسولین شد، هرچند تغییر معناداری در قند خون ناشتا و HbA1c مشاهده نشد (۵۲). همچنین نشان داده شده است که عصاره هیدروالکلی زنجبیل می‌تواند ناهنجاری‌های ساختاری قلب در رت‌های دیابتی القا شده با STZ را به طور معنی‌داری کاهش دهد و همزمان بهبود در سطوح سرمی لپتین، آپوپروتئین‌ها، کاتپسین G و هموسیستئین ایجاد کند (۵۳). درمان موش‌های دیابتی با جینجرول، یکی از ترکیبات فعال *Z. officinale*، در دوز ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن، موجب افزایش ترشح انسولین و همچنین تسهیل برداشت گلوکز در عضلات اسکلتی از طریق افزایش ناقل GLUT4 در سطح سلولی و افزایش فعالیت آنزیم گلیکوزن سنتاز ۱ شد (۵۴). استفاده عصاره زنجبیل (۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن) به موش‌های دیابتی نیز موجب بهبود برداشت گلوکز و اصلاح فرآیند گلیکولیتیک در کلیه و کبد از طریق مهار تشکیل گلوکونوژنز گردید.

سیر

سیر با نام علمی *Allium sativum L.* متعلق به جنس *Allium* از خانواده *Alliaceae* است (۵۵). این گیاه به دلیل داشتن غلظت بالای آمینواسیدهای گوگرددار غیر پروتئینی، از خواص دارویی گسترده‌ای برخوردار است.

استفاده عصاره سیر همراه با داروی گلی بنکلامید در موش های دیابتی تیمار شده با استرپتوزوتوسین منجر به افزایش وزن و اثرات هیپوگلیسمیک قوی تر گردید (۵۶). نتایج مشابهی در یک مطالعه بالینی گزارش شد که در آن، درمان بیماران دیابتی با ترکیب داروی متفورمین و سیر، علاوه بر بهبود کنترل گلیسمی، موجب بروز فعالیت ضدهیپرلیپیدمیک نیز شد. همچنین استفاده سیر (۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن) به مدت شش هفته، وضعیت آنتی اکسیدانی خون و بافت قلبی را در رت های دیابتی القا شده با STZ بهبود بخشید. استفاده عصاره سیر باعث کاهش غلظت گلوکز خون گردید که همراه با کاهش بیان گیرنده آنژیوتانسین AT1 در غدد فوق کلیوی و کلیه ها بود (۵۷).

چای سبز و خارمریم

چای سبز غنی از کاتچین ها به ویژه EGCG است که اثرات ضد التهابی و آنتی اکسیدانی قوی دارند. این ترکیبات موجب بهبود حساسیت انسولینی و کاهش سطح قند خون می شوند (۵۸، ۵۹). مصرف منظم چای سبز همچنین در پیشگیری از عوارض قلبی-عروقی دیابت نقش دارد.

همچنین گیاه خارمریم دارای ترکیب فعال سیلیمارین می باشد. سیلیمارین با کاهش پراکسیداسیون لیپیدها و بهبود عملکرد کبد، حساسیت به انسولین را افزایش می دهد (۶۰، ۶۱). مطالعات نشان داده اند که مصرف خارمریم می تواند قند خون ناشتا و HbA1c را در بیماران دیابتی کاهش دهد.

شنبلیله و آلوئه ورا

دانه های شنبلیله حاوی فیبر محلول، آلکالوئیدها و ساپونین ها هستند که می توانند ترشح انسولین را تحریک کرده و مقاومت به انسولین را کاهش دهند. مطالعات انسانی نیز کاهش قند خون ناشتا و HbA1c را در مصرف کنندگان شنبلیله گزارش کرده اند (۶۲، ۶۳). همچنین آلوئه ورا حاوی ترکیباتی مانند آنتراکینون ها و پلی ساکاریدها است که ترشح انسولین را افزایش داده و عملکرد پانکراس را تقویت می کنند (۶۴). علاوه بر کنترل قند خون، مصرف آلوئه ورا باعث بهبود چربی خون و کاهش سطح تری گلیسریدها در بیماران دیابتی می شود. خواص آنتی اکسیدانی آن نیز به کاهش استرس اکسیداتیو کمک می کند.

ریحان

ریحان (*Ocimum tenuiflorum L.*) از خانواده *Lamiaceae* بوده و به عنوان گیاهی دارویی اهمیت زیادی دارد. استفاده عصاره اتانولی برگ ریحان به مدت ۱۵ روز منجر به کاهش سطح گلوکز خون، هموگلوبین گلیکوزیله، اسیدهای چرب آزاد، پراکسیدهای لیپیدی و LDL شده و اثرات سودمندی بر افزایش سنتز HDL داشت (۶۵). مکانیسم اثر کاهنده لیپید این گیاه به توانایی آن در فعال سازی آنزیم های لسیتین کلاسترول آسیل ترانسفراز، لیپوپروتئین لیپاز کبدی و آنزیم های لیپولیتیک وابسته به هپارین نسبت داده شده است.

پیار

پیاز (*Allium cepa* L.) گیاهی علفی چندساله است که محصولات مختلف حاصل از پیاز آن شامل عصاره، روغن اسانسی، پودر خشک شده منجمد و آب میوه، فعالیت های ضد دیابتی قابل توجهی نشان داده اند (۶۶). در مطالعه ای پتانسیل هیپوگلیسمیک پیاز در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ و نوع ۲ بررسی گردید؛ به بیماران روزانه ۱۰۰ گرم برش تازه خام پیاز تجویز شد. نتایج نشان داد که چهار ساعت پس از مصرف، کاهش معناداری در سطح گلوکز خون ناشتا مشاهده شد.

زردچوبه

ماده اصلی زردچوبه یعنی کورکومین دارای خاصیت ضد التهابی و آنتی اکسیدانی قوی است. این ترکیب با مهار مسیر NF- κ B، کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو را در بافت های حساس به انسولین ایجاد می کند (۶۷). همچنین کورکومین باعث افزایش ترشح انسولین و بهبود مقاومت به انسولین در دیابت نوع ۲ می شود.

اثرات ترکیبی گیاهان دارویی و ورزش

طی سال های اخیر، تحقیقات فراوانی به بررسی اثرات هم زمان عواملی مانند مصرف گیاهان دارویی و فعالیت بدنی بر استرس اکسیداتیو و افزایش وضعیت سلامت عمومی پرداخته اند (۲۸). نتایج این مطالعات بیانگر آن است که ترکیب این دو عامل می تواند اثرات هم افزای چشمگیری ایجاد کند؛ به گونه ای که تأثیرات درمانی حاصل از استفاده هم زمان ورزش و ترکیبات گیاهی آنتی اکسیدان و ضد التهاب، بیشتر از تأثیرات حاصل از هر یک به تنهایی است.

این بهبود به ویژه در زمینه هایی مانند کنترل قند خون، تنظیم پروفایل لیپیدی، بهبود ترکیب بدن، کاهش التهابات سیستمیک و افزایش توانایی بدن در مقابله با استرس های اکسیداتیو، گزارش شده است. مکانیسم چنین اثراتی شامل تحریک مسیرهای تنظیم متابولیک، تقویت پاسخ های آنتی اکسیدانی و بهبود عملکرد میتوکندریایی در بافت های مختلف بدن می باشد. در یکی از مطالعات، اثرات ترکیب هشت هفته تمرینات ورزشی از نوع پیلاتس همراه با مصرف زعفران در زنان بزرگسال بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که هر یک از این عوامل به تنهایی نیز موجب بهبود معنادار در ترکیب بدنی شرکت کنندگان گردید؛ از جمله کاهش توده چربی و افزایش توده خالص بدن. با این حال، گروهی که به طور هم زمان تمرینات پیلاتس انجام داده و زعفران مصرف کرده بودند، بیشترین بهبود را در شاخص هایی مانند کاهش درصد چربی بدن، افزایش آب کل بدن و بهبود ترکیب بدنی نشان دادند (۶۸، ۶۹).

چنین مطالعاتی نشان می دهند که عواملی مانند ورزش منظم و مصرف گیاهان دارویی، با داشتن عوارض جانبی کمتر نسبت به داروهای شیمیایی، می توانند به عنوان گزینه هایی کم خطر و مؤثر در مدیریت بیماری های مزمن نظیر دیابت مطرح شوند (شکل ۳). نتایج برخی مطالعات تجربی نشان می دهد که ترکیب مصرف گیاهان دارویی با فعالیت ورزشی می تواند اثرات متابولیکی مثبت و قابل توجهی در کوتاه مدت نیز به همراه داشته باشد. برای نمونه، در یک پژوهش مشخص شد که مصرف کوتاه مدت دارچین، در کنار یک جلسه ورزش هوازی، توانست به طور معناداری پروفایل لیپیدی را بهبود بخشد (۷۰). این یافته، نشان دهنده آن است که برخی گیاهان دارویی می توانند حتی در بازه های زمانی کوتاه، پاسخ های فیزیولوژیکی مطلوبی در ترکیب با ورزش ایجاد کنند. همچنین مطالعاتی نشان داده که مجموعه ای از گیاهان دارویی از جمله زنجبیل، زردچوبه، انار، چای سبز، قهوه، زیره، آویشن، چای ترش، رزماری و زعفران، به واسطه دارا بودن ترکیبات ثانویه مانند پلی فنول ها، فلاونوئیدها، کاتچین ها و اسانس های گیاهی، قادرند مسیرهای مختلفی از عملکرد فیزیولوژیکی بدن را تحت تأثیر قرار دهند. این گیاهان با تقویت ظرفیت آنتی اکسیدانی سلولی، بهبود عملکرد میتوکندری و افزایش تولید ATP، موجب بهینه سازی متابولیسم انرژی در عضلات می شوند.

همچنین، شواهد نشان می‌دهد که مصرف منظم این گیاهان در کنار تمرینات ورزشی می‌تواند به افزایش ذخایر گلیکوژن عضلانی، کاهش نشانگرهای التهابی نظیر $TNF-\alpha$ و $IL-6$ ، و نیز کاهش آسیب اکسیداتیو ناشی از ورزش کمک کند (۷۱). این مکانیسم‌ها نقش مهمی در بهبود روند ریکاوری پس از تمرین دارند و می‌توانند خستگی عضلانی را کاهش داده و ظرفیت استقامتی و تحمل فعالیت‌های ورزشی طولانی‌مدت را افزایش دهند.

بر این اساس، به‌کارگیری هم‌زمان این گیاهان با تمرینات ورزشی نه تنها موجب تقویت پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی بدن می‌شود، بلکه می‌تواند به‌عنوان روشی مکمل و طبیعی برای افزایش عملکرد ورزشی، تسریع بازتوانی و بهبود وضعیت سلامت متابولیکی افراد مورد توجه قرار گیرد. یافته‌های یادشده زمینه مناسبی را برای طراحی مطالعات بالینی آینده با هدف بهره‌گیری ترکیبی از تمرین و گیاهان دارویی فراهم می‌سازند. این اثرات به ویژه در ورزش‌های شدید و طولانی‌مدت اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در مجموع، شواهد علمی نشان می‌دهد که ترکیب مصرف گیاهان دارویی آنتی‌اکسیدان و ضدالتهاب با فعالیت‌های ورزشی، نسبت به هر یک به تنهایی، می‌تواند نتایج بهتری در بهبود شاخص‌های متابولیک، کاهش استرس اکسیداتیو و ارتقای سلامت عمومی به همراه داشته باشد (۲۸).



شکل ۳- اثر ورزش منظم و مصرف گیاهان دارویی بر کنترل دیابت

بحث

در این مقاله به بررسی اثرات هم‌زمان فعالیت بدنی و مصرف گیاهان دارویی آنتی‌اکسیدان و ضدالتهاب بر روی کنترل دیابت نوع ۲، اختلالات چربی خون و استرس اکسیداتیو پرداخته شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که ترکیب فعالیت ورزشی و مصرف گیاهان دارویی می‌تواند اثرات قابل توجهی در بهبود شاخص‌های متابولیکی، پروفایل لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیماران دیابتی داشته باشد. این موضوع در مطالعات پیشین نیز مورد توجه قرار گرفته و پژوهش‌های مختلف به‌طور جداگانه اثرات مثبت ورزش یا گیاهان دارویی را گزارش کرده‌اند. برای نمونه، تمرینات استقامتی و قدرتی، بهبود حساسیت به انسولین، کنترل قند خون و کاهش

استرس اکسیداتیو را نشان داده‌اند. در مقابل، مصرف گیاهان دارویی مانند دارچین، زنجبیل و سیر در مطالعات مختلف به کاهش قند خون ناشتا، بهبود پروفایل لیپیدی و تقویت دفاع آنتی‌اکسیدانی منجر شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ترکیب این دو روش می‌تواند تأثیرات هم‌جهت و تقویت‌کننده داشته باشد، به گونه‌ای که هم به اصلاح شاخص‌های گلیسمی و لیپیدی کمک کند و هم به تعدیل فرآیندهای التهابی و اکسیداتیو بپردازد.

این نتایج از نظر بالینی اهمیت ویژه‌ای دارند، چرا که نشان می‌دهند روش‌های طبیعی و کم‌خطر نظیر ورزش منظم و گیاهان دارویی، می‌توانند مکملی ارزشمند برای درمان‌های دارویی متداول باشند و از شدت عوارض جانبی داروها بکاهند. همچنین، چنین ترکیبی نه تنها به کنترل قند خون و کاهش عوامل خطر قلبی-عروقی کمک می‌کند، بلکه با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، نقش پیشگیرانه‌ای در بروز عوارض مزمن دیابت دارد. بر اساس یافته‌های این مطالعه، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده اثربخشی ترکیب ورزش و گیاهان دارویی را در سایر بیماری‌های متابولیک و مزمن همچون کبد چرب، سندرم متابولیک و بیماری‌های قلبی-عروقی مورد بررسی قرار دهند. همچنین، با توجه به تفاوت‌های جنسیتی و سنی در پاسخ به عوامل ورزشی و گیاهی، مطالعات آینده باید به صورت هدفمند در گروه‌های جمعیتی متنوع طراحی شوند تا امکان ارائه روش‌های درمانی اختصاصی در مراقبت‌های بالینی فراهم شود. از سوی دیگر، بررسی اثرات این ترکیب مداخله‌ای بر سلامت روان، کیفیت زندگی و شاخص‌های التهابی می‌تواند چشم‌اندازهای تازه‌ای در حوزه طب تلفیقی و پیشگیری از بیماری‌های مزمن ایجاد کند.

نتیجه‌گیری

در مجموع، شواهد علمی نشان می‌دهد که استفاده همزمان از گیاهان دارویی آنتی‌اکسیدان و ضدالتهاب همراه با تمرینات ورزشی منظم، رویکردی مؤثر و کم‌عارضه برای پیشگیری و مدیریت دیابت نوع ۲، چربی خون و استرس اکسیداتیو محسوب می‌شود. این ترکیب می‌تواند با بهبود همزمان شاخص‌های متابولیک و کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو، کیفیت زندگی بیماران را افزایش دهد و خطر عوارض قلبی-عروقی را کاهش دهد. با این وجود، به دلیل تفاوت در نوع گیاه، دوز مصرف، شدت و نوع تمرینات ورزشی و شرایط فردی بیماران، انجام مطالعات بالینی بیشتر با طراحی دقیق برای تعیین پروتکل‌های بهینه و ایمن ضروری است. همچنین آموزش بیماران در زمینه انتخاب صحیح گیاهان دارویی و نحوه انجام ورزش مناسب، می‌تواند به افزایش اثربخشی این رویکردها کمک کند. در نهایت، بهره‌گیری هدفمند و علمی از این راهکارهای مکمل، می‌تواند به عنوان بخشی از برنامه جامع مدیریت بیماری‌های متابولیک در کنار درمان‌های دارویی و اصلاح سبک زندگی مورد توجه قرار گیرد.

منابع

۱. Toi PL, Anothaisintawee T, Briones JR, Reutrakul S, Thakkinstian A. Preventive role of diet interventions and dietary factors in type 2 diabetes mellitus: an umbrella review. *Nutrients*. 2020;12(9):2722.

- .۲ Garcia-Molina L, Lewis-Mikhael A-M, Riquelme-Gallego B, Cano-Ibanez N, Oliveras-Lopez M-J, Bueno-Cavanillas A. Improving type 2 diabetes mellitus glycaemic control through lifestyle modification implementing diet intervention: a systematic review and meta-analysis. *European journal of nutrition*. 2020;۲۸-۱۳۱۳:(۴)۵۹;
- .۳ Guo Y, Huang Z, Sang D, Gao Q, Li Q. The role of nutrition in the prevention and intervention of type 2 diabetes. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 2020;8:575442.
- .۴ Młynarska E, Czarnik W, Dzieża N, Jędraszak W, Majchrowicz G, Prusinowski F, et al. Type 2 diabetes mellitus: new pathogenetic mechanisms, treatment and the most important complications. *International journal of molecular sciences*. 2025;26(3):1094.
- .۵ Singh A, Shadangi S, Gupta PK, Rana S. Type 2 diabetes mellitus: A comprehensive review of pathophysiology, comorbidities, and emerging therapies. *Comprehensive Physiology*. 2025;15(1):e70003.
- .۶ Erhunmwunse RU, Ogbodo EC, Muoneke GI. Complications Associated with Type 2 Diabetes Mellitus, Pathophysiology, Diagnosis and Management: A Concise Review of Current Literature. *Saudi J Biomed Res*. 2025;10(7):201-44.
- .۷ Habib SH, Saha S. Burden of non-communicable disease: Global overview. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2010;4(1):41-7.
- .۸ Birben E, Sahiner UM, Sackesen C, Erzurum S, Kalayci O. Oxidative Stress and Antioxidant Defense. *World Allergy Organization Journal*. 2012;5(1):9-19.
- .۹ Magkos F, Hjorth MF, Astrup A. Diet and exercise in the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus. *Nature Reviews Endocrinology*. 2020;16(10):545-55.
- .۱۰ Bizimana RT. The impact of lifestyle modifications on type 2 diabetes prevention and management. *IDOSR JOURNAL OF BIOCHEMISTRY, BIOTECHNOLOGY AND ALLIED FIELDS*, 9 (3), 18-24. 2024.
- .۱۱ Parry SA, Hodson L. Managing NAFLD in type 2 diabetes: the effect of lifestyle interventions, a narrative review. *Advances in Therapy*. 2020;37(4):1381-406.
- .۱۲ Ribeiro D, Freitas M, Lima JLFC, Fernandes E. Proinflammatory Pathways: The Modulation by Flavonoids. *Medicinal Research Reviews*. 2015;35(5):877-936.
- .۱۳ Shahraki SH, Ahmadi T, Jamali B, Rahimi M. The biochemical and growth-associated traits of basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by silver nanoparticles and silver. *BMC Plant Biology*. 2024;24(1):92.
- .۱۴ Babaei M, Shabani L, Hashemi-Shahraki S. Improving the effects of salt stress by β -carotene and gallic acid using increasing antioxidant activity and regulating ion uptake in *Lepidium sativum* L. *Botanical Studies*. 2022;63(1):22.
- .۱۵ Shahraki SH, Javar FM, Jamali B, sargazi F. Beneficial role of Coronatine on the morphological and physiological responses of Cress Plants (*Lepidium sativum*) exposed to Silver Nanoparticle. *Botanical Studies*. 2024;65(1):17.
- .۱۶ Gauttam VK, Munjal K, Chopra H, Ahmad A, Rana MK, Kamal MA. A Mechanistic Review on Therapeutic Potential of Medicinal Plants and their Pharmacologically Active Molecules for Targeting Metabolic Syndrome. *Current Pharmaceutical Design*. 2024;30(1):10-30.
- .۱۷ Yattoo MI, Gopalakrishnan A, Saxena A, Parray OR, Tufani NA, Chakraborty S, et al. Anti-Inflammatory Drugs and Herbs with Special Emphasis on Herbal Medicines for Countering Inflammatory Diseases and Disorders - A Review. *Recent Patents on Inflammation & Allergy Drug Discovery*. 2018;12(1):39-58.
- .۱۸ Rubió L, Maria-José M, and Romero M-P. Recent Advances in Biologically Active Compounds in Herbs and Spices: A Review of the Most Effective Antioxidant and Anti-Inflammatory Active Principles. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013;53(9):943-53.
- .۱۹ Singletary KW. Fenugreek: Overview of Potential Health Benefits. *Nutrition Today*. 2017;52(2):93-111.

- .፶፬ Wilson PB. Ginger (*Zingiber officinale*) as an Analgesic and Ergogenic Aid in Sport: A Systemic Review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(10):2980-95.
- .፶፭ Wilson PB. A Randomized Double-Blind Trial of Ginger Root for Reducing Muscle Soreness and Improving Physical Performance Recovery Among Experienced Recreational Distance Runners. *Journal of Dietary Supplements*. 2020;17.፳፻-፶፶፭:(፶)
- .፶፮ Anderson RA, Zhan Z, Luo R, Guo X, Guo Q, Zhou J, et al. Cinnamon extract lowers glucose, insulin and cholesterol in people with elevated serum glucose. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2016;6(4):332-6.
- .፶፯ Tipoe GL, Leung T-M, Hung M-W, Fung M-L. Green Tea Polyphenols as an Anti-Oxidant and Anti-Inflammatory Agent for Cardiovascular Protection. *Cardiovascular & Haematological Disorders - Drug Targets*. 2007;7(2):135-44.
- .፶፰ Marin DP, Bolin AP, Campoio TR, Guerra BA, Otton R. Oxidative stress and antioxidant status response of handball athletes: Implications for sport training monitoring. *International Immunopharmacology*. 2013;17(2):462-70.
- .፶፱ Sielski Ł, Sutkowy P, Pawlak-Osińska K, Woźniak A, Skopowska A, Woźniak B, et al. The Impact of Modern Therapeutic Methods on the Oxidant-Antioxidant Equilibrium and Activities of Selected Lysosomal Enzymes and Serine Protease Inhibitor in Amateur Athletes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2020;2020(1):9792836.
- .፷፬ Tryfidou DV, McClean C, Nikolaidis MG, Davison GW. DNA Damage Following Acute Aerobic Exercise: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*. 2020;50(1):103-27.
- .፷፭ Sellami M, Almuraikhy S, Naja K, Anwardeen N, Al-Amri HS, Prince MS, et al. Eight weeks of aerobic exercise, but not four, improves insulin sensitivity and cardiovascular performance in young women. *Scientific Reports*. 2025;15(1):1991.
- .፷፮ Ashcroft SP, Stocks B, Egan B, Zierath JR. Exercise induces tissue-specific adaptations to enhance cardiometabolic health. *Cell Metabolism*. 2024;36(2):278-300.
- .፷፯ Wu M, Zhao A, Yan X, Gao H, Zhang C, Liu X, et al. Hepatic AMPK signaling dynamic activation in response to REDOX balance are sentinel biomarkers of exercise and antioxidant intervention to improve blood glucose control. *Elife*. 2022;11:e79939.
- .፸፬ Zhang Z, Zhang X, Yang L, Nie Q, Song G. 4'-Methoxyresveratrol Improves Hepatic Insulin Resistance Induced by a High-Fat-Diet via Anti-Oxidative-Stress Activity. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*. 2025:2739-52.
- .፸፭ Ispas S, Nelson Twakor A, Mindrescu NM, Ispas V, Tofolean DE, Mercore Hutanu E, et al. From Sedentary to Success: How Physical Activity Transforms Diabetes Management: A Systematic Review. *Journal of Mind and Medical Sciences*. 2025;1.፱.፬:(፱)
- .፸፮ Dubaj M, Bigosiński K, Caliński M, Raniewicz M, Porada D. Small Steps, Big Changes: The Impact of Daily Step Counts on Diabetes Prevention and Management—A Systematic Review. *Clinical Diabetology*. 2025.
- .፸፯ Gilbert D, Mounsey A. Does resistance training improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes? *Evidence-Based Practice*. 2021;24(1):26-7.
- .፸፰ Cheikh IB, Marzouki H, Selmi O, Cherni B, Bouray S, Bouhlel E, et al. Effect of water-based aerobic training on anthropometric, biochemical, cardiovascular, and explosive strength parameters in young overweight and obese women: a randomized controlled trial. *PeerJ*. 2025;13:e19020.
- .፸፱ Von Ruff ZD, Miller MJ, Moro T, Reidy PT, Ebert SM, Volpi E, et al. Resistance exercise training in older men reduces ATF4-activated and senescence-associated mRNAs in skeletal muscle. *GeroScience*. 2025;47(3):4601-22.
- .፹፬ Ahmed MU. EFFECT OF SELECTED AEROBIC EXERCISE ON CARDIOVASCULAR ENDURANCE OF MALE STUDENTS OF BURKA META SECONDARY SCHOOL GORO MUTI WOREDA, EAST HARARGHE ZONE, OROMIA REGIONAL STATE, ETHIOPIA. 2023.

- ፳፻ Ayalew MM. THE EFFECT OF AEROBIC EXERCISE ON THE MAXIMUM OXYGEN CONSUMPTION AND LACTATE THRESHOLD OF THIRD YEAR SPORT SCIENCE STUDENTS AT DIRE DAWA UNIVERSITY; DIRE DAWA CITY ADMINISTRATION, ETHIOPIA. 2023.
- ፳፱ Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiological reviews*. 2013.
- ፳፺ Peifer-Weiß L, Al-Hasani H, Chadt A. AMPK and beyond: the signaling network controlling RabGAPs and contraction-mediated glucose uptake in skeletal muscle. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(3):1910.
- ፻፬ McHenry P, Myers C. *Foundations of Strength Training. Strength and Conditioning for the Human Weapon System*: Springer; 2025. p. 75-89.
- ፻፭ Telegadas K, Myers C, Gilday C. *Advanced Strength Training Techniques. Strength and Conditioning for the Human Weapon System*: Springer; 2025. p. 151-77.
- ፻፮ Rahimi SG. Study of types of exercise training on selected factors in type 2 diabetes. *International Journal of Sports Technology and Science*. 2025;3(1):159-70.
- ፻፯ Al-Mhanna SB, Franklin BA, Jakicic JM, Stamatakis E, Pescatello LS, Riebe D, et al. Impact of resistance training on cardiometabolic health-related indices in patients with type 2 diabetes and overweight/obesity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*. 2025;59(10):733-46.
- ፻፳ Scandar S, Zadra C, Marcotullio MC. Coriander (*Coriandrum sativum*) polyphenols and their nutraceutical value against obesity and metabolic syndrome. *Molecules*. 2023;28(10):4187.
- ፻፳፱ Ismail F, Ismail WU, Muhammad G, Hussain MA, Zulfiqar Z. Phytochemistry, Pharmacological Attributes, and Clinical Evaluations of *Coriandrum sativum*: A Comprehensive Review. *Natural Product Communications*. 2025;20(1):1934578X241312791.
- ፻፴፱ Torres-Vanda M, Gutiérrez-Aguilar R. Mexican Plants Involved in Glucose Homeostasis and Body Weight Control: Systematic Review. *Nutrients*. 2023;15(9):2070.
- ፻፶ Gakhar A. Anti-diabetic pharmacotherapeutic potentials of some Indian medicinal plants: insights into the natural armamentarium. *Plant Archives* (09725210). 2021;21.(፲)
- ፻፷ Faried MA, El-Mehi AE-S. Aqueous anise extract alleviated the pancreatic changes in streptozotocin-induced diabetic rat model via modulation of hyperglycaemia, oxidative stress, apoptosis and autophagy: a biochemical, histological and immunohistochemical study. *Folia morphologica*. 2020;79(3):489-502.
- ፻፹ Kumari M, Kumar M, Solankey SS. *Zingiber officinale* roscoe: ginger. *Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants*: Springer; 2020. p. 605-21.
- ፻፺፱ Fadhlina A, Alias NFA, Sheikh HI, Zakaria NH, Majid FAA, Hairani MAS, et al. Role of herbal tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze, *Zingiber officinale* Roscoe and *Morinda citrifolia* L.) in lowering cholesterol level: A review and bibliometric analysis. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023;13:100649.
- ፻፺፱ Rostamkhani H, Veisi P, Niknafs B, Jafarabadi MA, Ghoreishi Z. The effect of *zingiber officinale* on prooxidant-antioxidant balance and glycemic control in diabetic patients with ESRD undergoing hemodialysis: a double-blind randomized control trial. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2023;23(1):52.
- ፻፺፱ Mahluji S, Attari VE, Mobasseri M, Payahoo L, Ostadrahimi A, Golzari SEJ. Effects of ginger (*Zingiber officinale*) on plasma glucose level, HbA1c and insulin sensitivity in type 2 diabetic patients. *International journal of food sciences and nutrition*. 2013;64(6):682-6.
- ፻፺፱ Agarwal U, Kanupriya, Tonk RK, Verma S. A comprehensive review of supernatural coriander herb (*Coriandrum sativum*): phytochemical insights, pharmacological potential and future perspective. *Phytochemistry Reviews*. 2025:1-47.
- ፻፺፱ Appell CR. The effect of ginger root (*Zingiber officinale*) supplementation on skeletal muscle in type 2 diabetes mellitus rodent model. 2021.

- .۵۵ So TKA, Abdou R, Sani IS, Toudou AK, Bakasso Y. Garlic (*Allium sativum* L.): Overview on its biology and genetic markers available for the analysis of its diversity in West Africa. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*. 2021;7(3):1-10.
- .۵۶ Saikat ASM, Hossain R, Mina FB, Das S, Khan IN, Mubarak MS, et al. Antidiabetic effect of garlic. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2022;32(1):1-11.
- .۵۷ Yaralima J. Effects of aqueous garlic extract treatment on plasma Glucose, cortisol and electrolytes concentration in male *Rattus norvegicus* on daily atazanavir therapy. 2024.
- .۵۸ Olcha P, Winiarska-Mieczan A, Kwiecień M, Nowakowski Ł, Miturski A, Semczuk A, et al. Antioxidative, anti-inflammatory, anti-obesogenic, and antidiabetic properties of tea polyphenols—The positive impact of regular tea consumption as an element of prophylaxis and pharmacotherapy support in endometrial cancer. *International Journal of Molecular Sciences*. 20.۶۷.۳:(۱۲)۲۳;۲۲
- .۵۹ Mokra D, Joskova M, Mokry J. Therapeutic effects of green tea polyphenol (–)-Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG) in relation to molecular pathways controlling inflammation, oxidative stress, and apoptosis. *International journal of molecular sciences*. 2022;24(1):340.
- .۶۰ Khazaei R, Seidavi A, Bouyeh M. A review on the mechanisms of the effect of silymarin in milk thistle (*Silybum marianum*) on some laboratory animals. *Veterinary Medicine and Science*. 2022;8(1):289-301.
- .۶۱ Elhassaneen YA ,Nasef AZ, Arafa RS, Bayomi AI. Bioactive compounds and antioxidant activities of milk thistle (*Silybum marianum*) extract and their potential roles in the prevention of diet-induced obesity complications. *American Journal of Food Science and Technology*. 20.۸۵-۷.:(۳)۱۱;۲۳
- .۶۲ Shabil M, Bushi G, Bodige PK, Maradi PS, Patra BP, Padhi BK, et al. Effect of fenugreek on hyperglycemia: a systematic review and meta-analysis. *Medicina*. 2023;59(2):248.
- .۶۳ Rao AS, Hegde S, Pacioretti LM, DeBenedetto J, Babish JG. *Nigella sativa* and *trigonella foenum-graecum* supplemented chapatis safely improve HbA1c, body weight, waist circumference, blood lipids, and fatty liver in overweight and diabetic subjects: a twelve-week safety and efficacy study. *Journal of Medicinal Food*. ۱۹-۹.۰.۵:(۹)۲۳;۲۰.۲۰ .
- .۶۴ Haghani F, Arabnezhad M-R, Mohammadi S, Ghaffarian-Bahraman A. Aloe vera and streptozotocin-induced diabetes mellitus. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2022;32(2):174-87.
- .۶۵ Vijay A, Nivethitha L, Moovenathan A. Anti-diabetic effect and it's mechanism of action of *Ocimum* species (basil leaves) in type 2 diabetes mellitus: A narrative review. *Advances in Integrative Medicine*. 2025;12(3):100409.
- .۶۶ Zhao X-X, Lin F-J, Li H, Li H-B, Wu D-T, Geng F, et al. Recent advances in bioactive compounds, health functions, and safety concerns of onion (*Allium cepa* L.). *Frontiers in Nutrition*. 2021;8:669805.
- .۶۷ Krawczyk M, Burzynska-Pedziwiatr I, Wozniak LA, Bukowiecka-Matusiak M. Impact of polyphenols on inflammatory and oxidative stress factors in diabetes mellitus: nutritional antioxidants and their application in improving antidiabetic therapy. *Biomolecules*. 2023;13(9):1402.
- .۶۸ Coşkun RB, Dağlıoğlu Ö. THE EFFECTS OF PILATES EXERCISES ON BODY COMPOSITION AND FLEXIBILITY IN SEDENTARY WOMEN. *European Journal of Physical Education and Sport Science*. 2023;9.(۳)
- .۶۹ Sharafi S, Hassanpour G, Noura M. The effect of pilates training along with saffron consumption on body composition of female. *Researches in Sport Sciences and Medical Plants*. 202.۶۶-۵۸:(۱)۱;۰
- .۷۰ Fateh HL, Amin SM. Effects of Cinnamon Supplementation on Lipid Profile: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Clinical nutrition research*. 2024;13(1):74-87.
- .۷۱ Yu Z, Wang W, Yang K, Gou J, Jiang Y, Yu Z .Sports and Chinese herbal medicine. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*. 2023;9:100290.