پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی **مقاله پژوهشی**
سال بیست و یکم/ شماره چهل و دو/پاییز و زمستان ۱۴۰۴

دریافت: ۱۴۰۴/۸/۱۹ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۶ ص ص: ۴۵-۳۱

بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین عملکردی شدید و مصرف گیاه چرخه بر شاخص‌های گلیسمی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

شادی فتحی[۱]، رقیه افرونده [۲]، آمنه پوررحیم قورقچی[۳]

چکیده

اهداف: افزایش رادیکال‌های آزاد و فشار اکسایشی یکی از عوارض بیماری دیابت نوع دوم می‌باشد. هدف پژوهش حاضر بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین عملکردی شدید و مصرف گیاه چرخه بر شاخص‌های گلیسمی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

روش مطالعه: چهل زن دیابتی به‌صورت تصادفی در ۴ گروه مکمل، تمرین، تمرین- مکمل و کنترل قرار گرفتند. در جلسه پیش‌آزمون نمونه خونی برای اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید، گلوتاتیون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز و شاخص‌های گلیسمی گرفته شد. دو گروه تمرین- مکمل و تمرین به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه، هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه تمرینات عملکردی شدید را انجام دادند. گروه‌های مکمل هم‌زمان با انجام تمرینات، گیاه چرخه را مصرف نمودند.

یافته‌ها: سطوح گلوکز خون ناشتا، هموگلوبین A1c و مالون‌دی‌آلدئید سرمی در هر ۳ گروه تمرین- مکمل، تمرین و مکمل کاهش معنی‌داری داشت ($p = ۰/۰۰۱$). سطح گلوکز خون در گروه تمرین- مکمل در مرحله پس‌آزمون نسبت به سه گروه دیگر بطور معنی‌داری پایین‌تر بود ($p \leq ۰/۰۵$) ولی سطح هموگلوبین A1c تنها نسبت به گروه مکمل و کنترل بطور معنی‌داری پایین‌تر بود ($p \leq ۰/۰۵$). سطوح انسولین، گلوتاتیون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گروه تمرین- مکمل، تمرین و مکمل افزایش معنی‌داری داشت ($p = ۰/۰۰۱$ در هر سه گروه و برای هر ۴ متغیر). سطوح گلوتاتیون پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در گروه تمرین- مکمل در مرحله پس‌آزمون نسبت به سه گروه دیگر بطور معنی‌داری بالاتر بود ($p \leq ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: هم تمرینات عملکردی شدید و هم مصرف چرخه موجب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های گلیسمی زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌گردد. اثر ترکیبی تمرین عملکردی و مصرف گیاه چرخه در بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و شاخص‌های گلیسمی در مقایسه با هر یک از این متغیرها به‌تنهایی بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: فعالیت عملکردی شدید، گیاه چرخه، شاخص‌های گلیسمی، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، دیابت نوع ۲.

[۱] کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
[۲] استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. نویسنده مسئول: afroundeh@gmail.com
[۳] دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

مقدمه

دیابت یکی از بیماری‌های مزمنی است که امروزه جوامع بشری با آن دست به گریبان است. عوارض ناشی از گلوکز خون بالا در بیماری دیابت نوع دوم، می‌تواند شامل بیماری قلبی–عروقی، رتینوپاتی، نارسایی کلیوی و غیره باشد که بیشتر این عوامل، به‌دلیل تغییرات شرایط التهابی و تخریب انتقال سیگنال‌های مولکولی از طریق فاکتورهای التهابی و افزایش فشار اکسایشی بدلیل تولید زیاد رادیکال‌های آزاد ایجاد می‌شود (Caturano et al., 2025). با توجه به عوارض متعدد ناشی از دیابت، این بیماری مدیریت درمان مناسبی را می‌طلبد و انجام تمرینات ورزشی منظم و مصرف داروهای گیاهی از استراتژی‌های درمانی مؤثر برای پیشگیری و درمان این بیماری معرفی شده‌اند. تمرین فانکشنال شدید (HIFT) از انواع فعالیت ورزشی از قبیل فعالیت‌های هوازی (مثل دویدن و قایقرانی)، حرکات تحمل وزن بدن (اسکات و شنا سوئدی) و مشتقات وزنه‌برداری (پرس سرشانه، لیفت مرده و...) بهره می‌برد. این شیوه از تمرینات آمادگی بر پایه تمرینات چند مفصلی انجام می‌گیرد که می‌تواند در هر سطح از میزان آمادگی جسمانی مؤثر واقع شود و همچنین فراخوانی بیشتر تارهای عضلانی را نسبت به تمرینات سنتی داشته باشد (Türk et al., 2017). HIFT سیستم‌های انرژی مسیر فسفاژن، گلیکولیتی و اکسیداتیو را نیز تحت تأثیر قرار داده و در کل موجب افزایش آمادگی جسمانی و بهبود ترکیب بدن می‌شوند (Crawford et al., 2018). فیئیتو و همکاران کاهش معنی داری در درصد چربی بدن (تقریباً ۶۵ درصد) پس از ۱۶ هفته تمرین HIFT در میان افراد سالم را گزارش کردند، هرچند تفاوت معنی داری پس از ۸ هفته بین گروه تمرین ترکیبی هوازی–قدرتی و گروه HIFT در درصد چربی بدن، گلوکز خون ناشتا و تست ۲ ساعت تحمل گلوکز در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن دیده نشد (Feito et al., 2018).

گیاهان دارویی به دلیل توزیع، ایمنی، اثربخشی و هزینه‌های نسبتاً پایین معمولاً در طب سنتی در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند (Van Wyk &Wink, 2018). گیاه چرخه (Launaea acanthodes) از خانواده آستراسه می‌باشد که با اسامی شکر لوله، چرخان و چرخک نیز شناخته می‌شود. این گیاه از نوع بوته ای–بیابانی بوده که ساقه آن بدون کرک و محتوای آن شیرابه سفیدرنگ می‌باشد. محل رویش این گیاه در نواحی جنوبی (کرمان و خراسان) می‌باشد. ساقه گیاه چرخه در نواحی کویری کاربرد دارویی دارد؛ به‌طوری‌که در بیماری‌هایی نظیر صرع، ناراحتی عصبی، دردهای مفصلی و موضعی، امراض روده ای–معده‌ای، دیابت و کاهش گلوکز خون به کار گرفته می‌شود (Marvibaigi et al., 2021). محتوی عصاره گیاه چرخه شامل ترپنوئید، ساپونین، آلکالوئید، تانن، پلی ساکارید و همچنین دارای مونوساکاریدهایی نظیر آرابینوز، مانوز و مشتقات اسیدگلکورونیک نیز می‌باشد (Kasnavi Yazdi et al., 2017). از سوی دیگر، گیاه چرخه دارای ترکیبات فلاونوئیدی بوده که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان می‌توانند سطح رادیکال‌های آزاد سلولی را کاهش بدهند که در ادامه می‌توانند عوارض مخرب دیابت را تقلیل دهند (Sereshta et al., 2016). در پژوهشی گزارش شد که تجویز عصاره آبی گیاه چرخه با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به موش‌های صحرایی دیابتی می‌تواند به‌وسیله افزایش در تعداد و حجم جزایر لانگرهانس، موجب افزایش ترشح انسولین و همچنین کاهش گلوکز خون شود (Fallah et al., 2013). جستجو در مطالعات و تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که تاکنون اثر گیاه چرخه و تمرین HIFT به‌صورت تعاملی و هم‌زمان موردمطالعه قرار نگرفته است. از اینرو هدف تحقیق حاضر بررسی اثر تعاملی مصرف گیاه چرخه و تمرین HIFT بر شاخص‌های گلیسمی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی زنان مبتلابه دیابت نوع ۲ بود.

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی مورد تائید قرار گرفته است و کد اخلاق با شماره (IR.UMA.REC.1401.035) اخذ گردید. از بین زنان مبتلابه دیابت نوع دو، میان‌سال کم‌تحرک شهر اردبیل، ۴۰ نفر با میانگین سن ۲/۷۱±۵۷/۳ سال، وزن ۴/۷۹±۷۲/۱۹ کیلوگرم، سابقه بیماری بیش از ۵ سال و بدون سابقه مصرف هیچ مکملی به‌عنوان نمونه آماری به روش نمونه گیری داوطلبانه انتخاب شدند. تعداد نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*POWER برای آزمون آماری تحلیل کوواریانس و با اندازه اثر ۰/۹ و در سطح معنی‌داری پنج صدم، ۴۰ نفر انتخاب شد. ابتدا هدف و روش اجرای تحقیق، فواید مصرف گیاه چرخه و تمرین HIFT و همچنین نحوه انجام تمرینات بطور کامل و دقیق به داوطلبان شرح داده شد و آنان فرم رضایتنامه آگاهانه را امضا کردند. سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در ۴ گروه ۱۰ نفره قرار گرفتند. معیارهای خروج از مطالعه شامل مواردی چون مصرف سیگار، سابقه بیماری خاص و شرکت در فعالیت منظم ورزشی در شش ماه گذشته بود. ابتدا شاخص‌های دموگرافیک مانند سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی اندازه‌گیری و ثبت شد (جدول ۱).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور قد)
مکمل	۵۳/۲۰ ± ۲/۲۹	۱۶۱± ۳/۳۶	۷۶/۴۷ ± ۵/۰۸	۲۹/۵۳ ± ۲/۳۸
تمرین	۶۱/۹۰ ± ۲/۶۰	۱۵۵/۸± ۳/۳۵	۷۰/۵۳ ± ۵/۸۴	۲۹/۰۴ ± ۲/۰۵
تمرین- مکمل	۵۷/۹۰ ± ۲/۶۴	۱۵۷/۳۰± ۴	۷۱/۱۴ ± ۴/۵۷	۲۸/۷۸ ± ۲/۰۲
کنترل	۵۶/۲ ± ۳/۲۹	۱۵۴/۷± ۴/۰۵	۷۰/۶۴ ± ۳/۷	۲۹/۵۶ ± ۱/۹۹

شاخص توده بدن از تقسیم وزن بدن برحسب کیلوگرم بر قد به توان دو برحسب متر به دست آمد. سپس نمونه خونی جهت اندازه‌گیری شاخص‌های گلیسمی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از آزمودنی‌ها گرفته شد. ۲۴ ساعت پس از خونگیری دوره ۱۲ هفته‌ای تمرین و مصرف مکمل شروع شد. از تمام آزمودنی‌ها خواسته شد که در طول این دوره از مصرف هر گونه مکمل خودداری کنند. با استفاده از یادآور ۲۴ ساعتهٔ خوراک (دو روز غیر تعطیل و یک روز تعطیل هفته، برای تعیین میانگین مواد مغذی دریافتی) اطلاعات مورد نیاز در خصوص دریافت غذایی آزمودنی‌ها حاصل شد. از آزمودنی‌ها درخواست شد تمام مواد مصرفی را که طی ۲۴ ساعت گذشته مصرف کرده بودند، گزارش کنند. از ظروف و پیمانه‌های خانگی برای کمک به آزمودنیها، برای یادآوری مقادیر مواد غذایی خورده شده، استفاده شد. پرسشنامهٔ موردنظر برای هریک از افراد در ۲۰ نوبت غیرمتوالی (هفته ای ۳ بار در طول دورهٔ مطالعه) کامل شد. با استفاده از راهنمای مقیاس‌های خانگی، مقادیر ذکرشدهٔ غذاها به گرم تبدیل شد. سپس هر غذا مطابق با راهنما و دستورالعمل برنامهٔ نرم افزار کامپیوتری پردازش غذا FP21 کدگذاری شد و به منظور ارزیابی انرژی و مواد مغذی آنها، توسط کارشناس تغذیه تجزیه وتحلیل صورت گرفت. نتایج تحلیل پردازش غذایی مصرفی نشان داد که در طول اجرای پژوهش اختلاف معناداری در هیچکدام از درشت مغذی‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌های مصرفی بین آزمودنی‌های گروه‌های مختلف وجود نداشت. عصاره گیاه چرخه شامل ترپنوئید، ساپونین، آلکالوئید، تانن، پلی ساکارید و همچنین دارای مونوساکاریدهایی نظیر آرابینوز، مانوز و مشتقات اسیدگلوکورونیک نیز می‌باشد و در این مطالعه گروه‌های موردنظر ۳ روز در هفته، روزانه به میزان ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن عصاره گیاه چرخه تهیه شده را در دو نوبت صبح و عصر مصرف کردند (Yahooi et al., 2017). گیاه چرخه پس از طی

مراحل خشک شدن در سایه در دمای ۳±۳۶ درجه سانتی گراد، توسط آسیاب مدل (Moulinex, AT۷۱۱ Turkey) خرد شد. عصاره آبی گیاه چرخه با استفاده از دستگاه سوکسله مدل EME61000/CEB (UK,Electrothermal) تهیه گردید. ابتدا ۵۰ گرم پودر خشک شده گیاه چرخه داخل کاغذ کارتوش ریخته و در دستگاه استخراج سوکسله قرار داده شد. سپس ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر به عنوان حلال در داخل بالن دستگاه استخراج سوکسله ریخته شد. آب مقطر توسط گرمکن دستگاه به جوش آمده و در نهایت موجب جداسازی عصاره گیاه چرخه شد. کندانسور وظیفه سرد کردن بخارهای اضافی را بر عهده دارد و بنابراین، کاهش حجم محلول بسیار آهسته است. پس از حدود ۱۰ ساعت مایع نسبتاً غلیظی در ته بالن جمع شد. سپس با حذف حلال در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره تام استخراج شد. پس از حذف حلال عصاره با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تهیه گردید. پس از ۱۲ هفته تمرین و مصرف مکمل متغیرهای تحقیق مجدد اندازه‌گیری شدند.

پروتکل تمرینی: دو گروه تمرین- مکمل و تمرین تحت نظارت مربیان به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه تمرینات را انجام دادند. پروتکل تمرینی مطالعه حاضر متشکل از هشت آیتم تمرینی (آیتم‌های مقاومتی شامل پرس سینه با دستگاه، کشش با دستگاه، جلو بازو، پروانه، لانج با قدم زدن) و (آیتم‌های توانی شامل کلین با مدیسن بال، پرش روی جعبه، پرتاپ توپ مدیسن بال به دیوار) بود. برای تعیین شدت فعالیت در آیتم‌های توانی، ضربان قلب هدف آزمودنی‌ها با استفاده از روش کارونن محاسبه گردید. شدت تمرین در هفته اول مطالعه ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه/ضربان قلب ذخیره تعیین شد که این شدت در هفته آخر مطالعه به ۷۰ درصد رسید. جزئیات تمرین در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. پروتکل تمرینی استفاده‌شده در تحقیق

هفته	شدت تمرین*	زمان استراحت بین آیتم‌ها (ثانیه)	تکرار	تعداد ست تمرین مقاومتی	زمان تمرین در هر جلسه (دقیقه)	زمان استراحت بین ست‌ها (ثانیه)
اول	۵۰	۹۰	۱۲-۱۰	۳	۶۰	۳۰ الی ۴۰
دوم	۵۰	۹۰	۱۲-۱۰	۳	۶۰	۳۰ الی ۴۰
سوم	۵۵	۹۰	۱۲-۱۰	۳	۶۰	۳۰ الی ۴۰
چهارم	۵۵	۹۰	۱۲-۱۰	۳	۶۰	۳۰ الی ۵۰
پنجم	۶۰	۱۰۰	۱۰-۸	۳	۶۰	۳۰ الی ۵۰
ششم	۶۰	۱۰۰	۱۰-۸	۳	۶۰	۳۰ الی ۵۰
هفتم	۶۵	۱۰۰	۱۰-۸	۳	۶۰	۳۰ الی ۵۰
هشتم	۶۵	۱۰۰	۱۰-۸	۳	۶۰	۳۰ الی ۶۰
نهم	۶۵	۱۲۰	۶-۴	۳	۶۰	۳۰ الی ۶۰
دهم	۷۰	۱۲۰	۶-۴	۳	۶۰	۳۰ الی ۶۰
یازدهم	۷۰	۱۲۰	۶-۴	۳	۶۰	۳۰ الی ۶۰
دوازدهم	۷۰	۱۲۰	۶-۴	۳	۶۰	۳۰ الی ۶۰

*یک تکرار بیشینه/ضربان قلب ذخیره

نمونه‌گیری خونی: در پیش آزمون و پس آزمون از آزمودنی‌ها در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی به حالت نشسته روی صندلی به مقدار ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی دست چپ گرفته شد. نمونه‌های خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور در ثانیه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شده و سرم‌های به‌دست‌آمده در میکروتیوب‌های ویژه ریخته شده و در دمای منفی ۸۰- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. ارزیابی HbA1c با استفاده از کیت بیوسیستم ساخت کشور اسپانیا و روش رنگ سنجی آنزیمی انجام شد. غلظت گلوکز سرمی با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران و به روش آنزیماتیک اندازه‌گیری شد. انسولین با روش Radioimmunoassay و با استفاده از کیت تجاری ایمونونوکلئو ساخت شرکت (Stillwater, MN) کشور آمریکا اندازه‌گیری گردید. سطوح مالون‌دی‌آلدئید، سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز با استفاده از دستگاه الایزا ریدر و اندازه‌گیری اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۳۲، ۵۰۵ و ۳۴۰ نانومتر تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری: در پژوهش حاضر نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک و همگنی واریانس گروه‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. جهت بررسی تفاوت میانگین متغیرهای پژوهش بین گروهها از روش‌های آماری آنالیز کوواریانس استفاده شد. کلیه محاسبات آماری از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۴ و در سطح معنی‌داری $p \leq ۰/۰۵$ انجام شد.

نتایج

با توجه به نتایج آزمون t همبسته (جدول ۳)، گلوکز خون ناشتا، هموگلوبین A1c و سطوح مالون‌دی‌آلدئید در گروه‌های تمرین- مکمل، تمرین و مکمل در پس آزمون نسبت به پیش آزمون کاهش معنی‌داری داشته است ($p<۰/۰۵$). همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود میزان کاهش گلوکز خون ناشتا در گروه تمرین- مکمل (۲۴/۹۸ میلی‌گرم در دسی لیتر) بیشتر از میزان کاهش آن در گروه تمرین و مکمل (به ترتیب میزان کاهش ۲۰/۱۸ و ۱۹/۳۹ میلی‌گرم در دسی لیتر) بود. همچنین مقدار کاهش سطح هموگلوبین A1c نیز در گروه تمرین- مکمل (۱/۹۹ میلی‌گرم در دسی لیتر) در مقایسه با گروه تمرین و مکمل (به ترتیب ۱/۲۵ و ۰/۷۷ میلی‌گرم در دسی لیتر) بیشتر بود. سطوح انسولین زنان دیابتی در تحقیق حاضر در گروه تمرین- مکمل، تمرین و مکمل افزایش معنی داری داشت ($p<۰/۰۵$). در گروه تمرین- مکمل میزان افزایش ۱/۸۶ میلی واحد در لیتر و در گروه تمرین و مکمل نیز به ترتیب میزان افزایش ۱/۶۷ و ۱/۲۶ میلی واحد در لیتر بود.

سطوح مالون دی آلدئید زنان نیز بعد از ۱۲ هفته در هر سه گروه تمرین- مکمل، تمرین و مکمل کاهش معنی داری را نشان داد ($p<۰/۰۵$) و این کاهش در گروه تمرین- مکمل (۰/۷۸ نانو مول بر لیتر) نسبت به گروه تمرین (۰/۴۸ نانو مول بر لیتر) و مکمل (۰/۴۵ نانو مول بر لیتر) بیشتر بود.

در گروه تمرین- مکمل، تمرین و مکمل، متغیرهای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گلوتاتیون پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در مرحله پس‌آزمون افزایش معنی داری در مقایسه با مرحله پیش‌آزمون داشت ($P=۰/۰۰۱$ برای هر ۳ متغیر در هر ۳ گروه). گلوتاتیون پراکسیداز در گروه تمرین- مکمل به میزان ۱۰/۷۰، در گروه تمرین ۵/۳۳ و در گروه مکمل ۵/۲۵ واحد در میلی لیتر افزایش داشت. سوپر اکسید دیسموتاز نیز در گروه تمرین- مکمل به میزان ۸/۴۳، در گروه تمرین ۴/۶۶ و در گروه مکمل ۳/۴۵ واحد در میلی لیتر افزایش داشت.

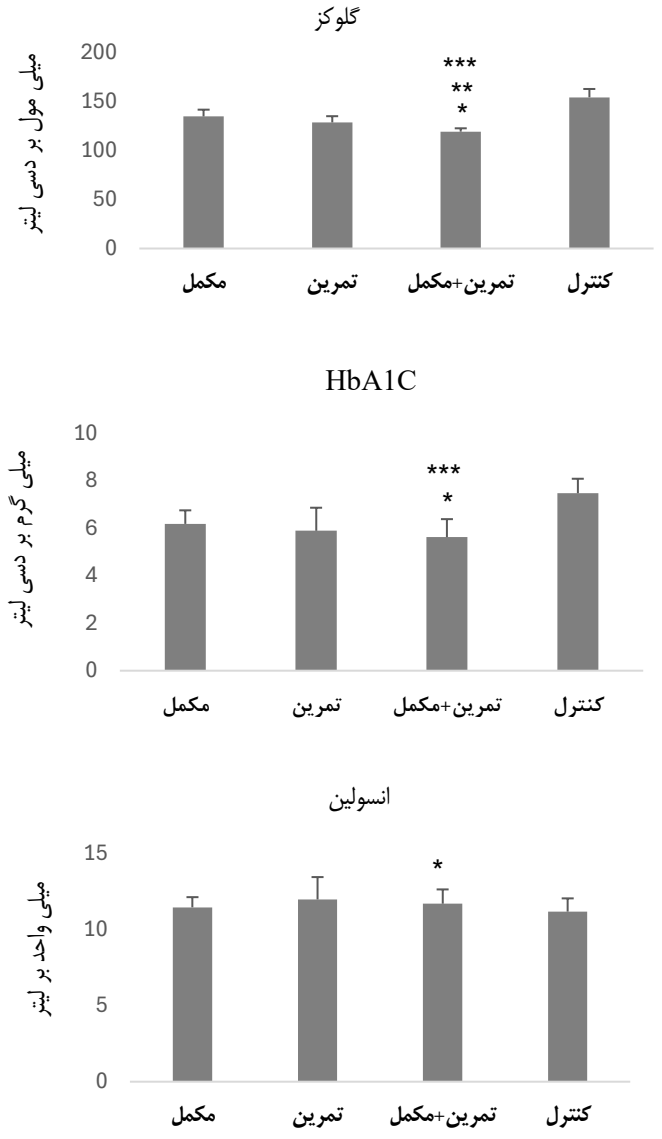
جدول ۳. مقایسه سطح میانگین متغیرها بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ۴ گروه تحقیق

متغیر	مرحله	گروه			
		مکمل	تمرین	تمرین- مکمل	کنترل
گلوکز (میلی‌گرم در دسی لیتر)	پیش‌آزمون	۱۵۳/۹۳ ± ۹/۳۴	۱۴۸/۶۱±۵/۶۵	۱۴۴/۰۲±۵/۷۷	۱۵۴/۶۲±۸/۵
	پس‌آزمون	۱۳۴/۵۳ ± ۶/۹	۱۲۸/۴۲±۶/۳۵	۱۱۹/۰۴±۳/۳۸	۱۵۳/۹۸±۸/۵۲
تفاوت میانگین‌ها		۱۹/۳۹	۲۰/۱۸	۲۴/۹۸	۰/۶۴
p		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲
هموگلوبین A1c (میلی‌گرم در دسی لیتر)	پیش‌آزمون	۶/۹۶ ± ۰/۳۷	۷/۱۴±۰/۷۹	۷/۶۲±۰/۴۵	۷/۴۹±۰/۶۲
	پس‌آزمون	۶/۱۸ ± ۰/۵۷	۵/۸۹±۰/۹۷	۵/۶۲±۰/۷۶	۷/۴۷±۰/۶۱
تفاوت میانگین‌ها		۰/۷۷	۱/۲۵	۱/۹۹	۰/۰۱
p		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶
انسولین (میلی واحد در لیتر)	پیش‌آزمون	۱۰/۲۰ ± ۰/۷۲	۱۰/۳۲±۱/۰۴	۹/۸۵±۱/۱۷	۱۱/۲۷±۰/۸۷
	پس‌آزمون	۱۱/۴۷ ± ۰/۶۷	۱۱/۹۹±۱/۴۷	۱۱/۷۱±۰/۹۴	۱۱/۱۹±۰/۸۷
تفاوت میانگین‌ها		۱/۲۷	۱/۲۶	۱/۶۷	۱/۸۶
p		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (میلی مول بر لیتر)	پیش‌آزمون	۱/۳۴ ± ۰/۰۲	۱/۶۸±۰/۰۵	۱/۴۸±۰/۰۴	۱/۳۷±۰/۴۷
	پس‌آزمون	۲/۲۰ ± ۰/۲۹	۲/۵۳±۰/۴۰	۲/۸۱±۰/۴۱	۱/۳۶±۰/۵۱
تفاوت میانگین‌ها		۰/۸۵	۰/۸۵	۱/۳۲	۰/۰۱
p		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹
گلوتاتیون پراکسیداز (واحد بر میلی لیتر)	پیش‌آزمون	۳۹/۶۱ ± ۷/۹۰	۳۷/۷۳±۴/۷۳	۳۵/۵۱±۶/۴۳	۳۴/۵۱±۸/۳۷
	پس‌آزمون	۴۴/۸۷ ± ۶/۷۲	۴۳/۰۶±۵/۳۵	۴۶/۲۲±۵/۵۶	۳۴/۵۵±۸/۴۰
تفاوت میانگین‌ها		۵/۲۵	۵/۳۳	۱۰/۷۰	۰/۰۳۵
p		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۸
سوپر اکسید دیسموتاز (واحد بر میلی لیتر)	پیش‌آزمون	۳۵/۲۰ ± ۶/۷۵	۳۷/۳۲±۹/۷	۳۷/۶۰±۹/۳۸	۳۲/۴۴±۸/۶۳
	پس‌آزمون	۳۸/۶۵ ± ۶/۰۲	۴۱/۹۸±۹/۹۹	۴۶/۰۴±۸/۶۷	۳۲/۴۲±۸/۵۹
تفاوت میانگین‌ها		۳/۴۵	۴/۶۶	۸/۴۳	۰/۰۱۴
p		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶
مالون‌دی‌آلدئید (نانو مول بر میلی لیتر)	پیش‌آزمون	۲/۹۴ ± ۰/۰۶	۲/۴۵±۰/۱۲	۲/۶۸±۰/۰۶	۲/۱۷±۰/۱۴
	پس‌آزمون	۲/۴۸ ± ۰/۲۳	۱/۹۶±۰/۱۵	۱/۹۰±۰/۴۰	۲/۱۶±۰/۱۴
تفاوت میانگین‌ها		۰/۴۵	۰/۴۸	۰/۷۸	۰/۰۱
p		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳

$p \leq$۰/۰۵ بعنوان سطح معنادار در نظر گرفته شده است.

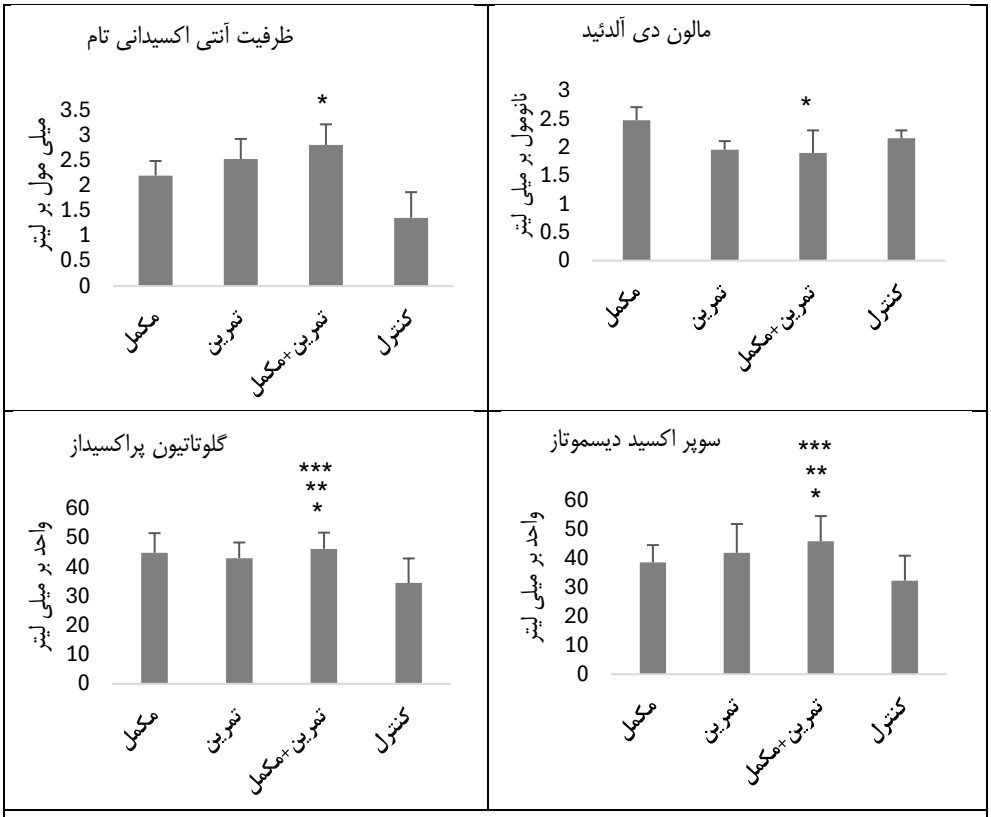
بررسی مقایسه پس‌آزمون گروهها توسط آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که سطح گلوکز خون ناشتا درگروه تمرین- مکمل بطور معنی‌داری پایین‌تر از گروه مکمل (P=۰/۰۰۱)، تمرین (P=۰/۰۰۴) و کنترل (P=۰/۰۰۱) است. سطوح هموگلوبین A1c گروه تمرین- مکمل نیز بطور معنی‌داری پایین‌تر از گروه

مکمل (P=۰/۰۱۸) و کنترل (P=۰/۰۰۱) بود ولی تفاوت آن با گروه تمرین معنی‌دار نبود. سطوح انسولین گروه تمرین- مکمل نیز با گروه کنترل (P=۰/۰۰۱) تفاوت معنی‌دار و با گروه مکمل (P=۰/۰۵۱) و تمرین تفاوت غیر معنی‌داری را نشان داد و سطوح این شاخص در گروه تمرین- مکمل در مرحله پس‌آزمون نسبت به سه گروه دیگر بالاتر بود. این مشخصات در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. مقایسه مقادیر گلوکز، HbA1c و انسولین خون بین گروه‌های تحقیق. علامت * نشانگر تفاوت معنی دار با گروه کنترل، علامت ** نشانگر تفاوت معنی دار با گروه تمرین و علامت *** نشانگر تفاوت معنی دار با گروه مکمل می باشد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گروه تمرین- مکمل نیز بطور معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل (P=۰/۰۰۱) بود ولی تفاوت آن با گروه تمرین و گروه مکمل غیر معنی‌دار بود. سطح گلوتاتیون پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در گروه تمرین- مکمل بطور معنی‌داری بالاتر از گروه مکمل (P=۰/۰۲۶ ، P=۰/۰۰۱ به ترتیب)، گروه تمرین (P=۰/۰۱۴ ، P=۰/۰۱۹ به ترتیب) و گروه کنترل (P=۰/۰۰۱ برای هر دو متغیر) بود. تفاوت سطح مالون‌دی‌آلدئید درگروه تمرین- مکمل با گروه مکمل و گروه تمرین غیر معنی‌دار ولی با گروه کنترل (P=۰/۰۲۷) معنی‌دار و پایین‌تر بود (شکل ۲).



شکل۲. مقایسه مقادیر ظرفیت آنتی اکسیدانی تام، گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز و مالون‌دی‌آلدئید خون بین گروه‌های تحقیق. علامت * نشانگر تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل، علامت ** نشانگر تفاوت معنی‌دار با گروه تمرین و علامت *** نشانگر تفاوت معنی‌دار با گروه مکمل می‌باشد.

بحث و بررسی

اصلی‌ترین مکانیسم‌های دفاعی بدن مقابل رادیکال‌های آزاد آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی هستند که موجب ایجاد تعادل در واکنش‌های اکسیداسیون بدن می‌شوند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گلوتاتیون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید شاخص‌هایی هستند که از طریق آن‌ها می‌شود به میزان و کیفیت خط دفاعی بدن در برابر گونه‌های

فعال اکسیژن پی برد. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موجب سم‌زدایی رادیکال‌های آزاد می‌شوند و با تخریب پراکسید هیدروژن، سلول‌ها را از اثرات زیان‌بار گونه‌های فعال اکسیژن محافظت می‌کنند. شیوه‌های مختلفی را می‌شود مبارزه با رادیکال‌های آزاد برشمرد و یکی از بهترین و مؤثرترین آن‌ها فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی منظم می‌باشد (Ighodaro & Akinloye, 2018). در این زمینه Margaritelis و همکاران گزارش کردند که فعالیت ورزشی منظم و برنامه‌ریزی‌شده می‌تواند موجب بهبود فشار اکسیداتیو شده و عملکرد و ظرفیت سیستم آنتی‌اکسیدانی را برای مقابله با رادیکال‌های آزاد بهبود بخشد (Margaritelis et al., 2018). در مطالعات دیگری نیز افزایش سطوح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به دنبال فعالیت‌های ورزشی گزارش‌شده هست (Atashak, 2015). باوجوداینکه تحقیقات بیانگر تأثیرات مثبت فعالیت بدنی بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن هست ولی از طرفی محققان نشان دادند که فعالیت بدنی شدید موجب افزایش ۱۰ تا ۲۰ برابری اکسیژن مصرفی شده و این امر نیز تولید رادیکال‌های آزاد را افزایش می‌دهد (Lu et al., 2015). ازاین‌رو برای انتخاب یک فعالیت ورزشی که هدف از انجام آن کاهش تولید رادیکال‌های آزاد و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد نوع فعالیت ورزشی باید مدنظر قرار گیرد. تمرین عملکردی با شدت بالا که شامل مفاهیم آموزشی و تمرینات کراسفیت هستند، برگرفته از الگوهای تمرینات تناوبی با شدت بالا و تمرینات قدرتی می‌باشند که اثرات ترکیبی آن‌ها به‌خوبی مطالعه شده‌اند. تمرینات HIFT شامل انواع حرکات عملکردی است که با شدت بالا انجام می‌شود و برای بهبود پارامترهای آمادگی جسمانی عمومی و عملکرد طراحی‌شده‌اند. این تمرینات را می‌توان با سطوح مختلف آمادگی جسمانی تطبیق داد (Sereshta et al., 2016). تمرینات HIFT هم‌زمان که شاخص‌های ترکیب بدنی مانند توده بدون چربی و چربی، درصد چربی بدن را تنظیم می‌کند می‌تواند شاخص‌های گلوکز خون را نیز بهبود بخشد (Calverley et al., 2020).

در پژوهش حاضر نیز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موردبررسی شامل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گلوتاتیون پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز افزایش و سطوح مالون دی آلدئید کاهش معنی‌داری داشت. در همین زمینه در پژوهشی همسو، نشان داده شد که تمرین کراس فیت موجب افزایش قابل‌توجه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی خون و کاهش متوسط پر اکسیداسیون لیپیدی ناشی از تمرین شد (Sadowska-Krępa et al., 2019).

در مطالعاتی نتایج غیرهمسو با یافته‌های ما نیز گزارش شده هست (Songstad et al., 2015; Ugras, 2013). در پژوهشی بر روی ورزشکاران افزایش معنی‌داری در سطح مالون دی آلدئید پس از ۱۰ روز پروتکل تمرینی تناوبی شدید را گزارش کردند ولی تفاوت معنی‌داری در میزان آنتی‌اکسیدان‌ها (ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گلوتاتیون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز) مشاهده نکردند (Ugras, 2013). در پژوهشی دیگر نشان داده شد ۶ هفته تمرینات اینتروال شدید تفاوت معنی‌داری در میزان ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و مالون دی آلدئید ایجاد نکرده است (Songstad et al., 2015). این نتایج غیرهمسو را احتمالاً می‌شود به دلیل تفاوت در شدت و مدت پروتکل تمرینی، نوع پروتکل، تفاوت در سن، جنس و ساختار فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها، تغذیه و سایر عوامل محیطی نسبت داد.

تمرینات ورزشی منظم و مستمر، با افزایش دفاع ضد اکسایشی، موجب کاهش پر اکسیداسیون لیپیدی و پروتئینی می‌شود. به نظر می‌رسد تولید مکرر رادیکال‌های آزاد ناشی از ایسکمی و انتشار مجدد خون در سطح عضلانی که در اثر این نوع فعالیت‌های ورزشی روی می‌دهد در بهبود نیم‌رخ آنتی‌اکسیدانی نقش داشته باشد (Lamarão-Vieira et al., 2019). در پژوهش حاضر به دنبال مصرف مکمل چرخه نیز تغییرات معنی‌داری در سطوح

شاخص‌های فشار اکسایشی (ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گلوتاتیون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز- مالون‌دی‌آلدئید) مشاهده شد. به دنبال مصرف مکمل به‌تنهایی و همچنین مصرف مکمل همراه با انجام تمرینات ورزشی سطوح مالون‌دی‌آلدئید کاهش و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گلوتاتیون پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز نیز افزایش معنی‌دار داشته است. گیاه چرخه، چرخک، چرخان یا شکر لوله به دلیل داشتن ترکیبات فلاونوییدی دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. این خاصیت فلاونوئیدها به‌عنوان آنتی‌اکسیدان می‌تواند موجب کاهش سطح رادیکال‌های آزاد سلولی شود (Rabarian & Shegofteh, 2025).

برخلاف تمرینات تناوبی با شدت بالا که تمایل به تمرکز بر روی روش‌های تمرینی منفرد (مثلاً دویدن) دارد، تمرین عملکردی با شدت بالا بر حرکات عملکردی و چند مفصلی تأکید دارد که از طریق حرکات مربوط به فعالیت‌های هوازی و مقاومتی موجب بهبود وضعیت عضلانی شده و ممکن است برجذب گلوکز تأثیر بگذارد (Feito et al., 2019). در پژوهش حاضر نیز به دنبال تمرین HIFT و مصرف گیاه چرخه شاخص‌های گلایسمی بهبود یافتند. سطوح گلوکز خون ناشتا و هموگلوبین A1c در گروه تمرین- مکمل، تمرین و مکمل کاهش معنی‌داری داشت و سطح انسولین در هر ۳ گروه افزایش یافته بود. همسو با یافته‌های ما، فیلی و همکاران در پژوهشی بهبود قابل‌توجهی در حساسیت به انسولین را گزارش کردند، در این تحقیق نشان داده شد که تمرینات عملکردی با شدت بالا می‌تواند در تنظیم گلوکز خون نقش مهمی داشته باشد (Fealy et al., 2018). علمداری نیز در پژوهشی کاهش گلوکز خون ناشتا را به دنبال ۸ هفته تمرین عملکردی با شدت بالا را گزارش کرد (Azali Alamdari, 2018).

در برخی مطالعات، نتایج ناهم‌سویی نیز با یافته‌های ما گزارش‌شده است. در پژوهشی غیرهمسو با یافته‌های ما نشان داده شدکه هشت هفته تمرین عملکردی با شدت بالا بر گلوکز و ترکیب بدن در بزرگ‌سالان دارای اضافه‌وزن و چاق تأثیر معنی‌داری ندارد (Feito et al., 2019). همچنین پس از یک دوره ۶ هفته‌ای تمرینات عملکردی با شدت بالا تغییر قابل‌توجهی برای هیچ نشانگر مربوط به متابولسیم گلوکز گزارش نکردند (Nieuwoudt et al., 2017). بهرمند و همکاران در پژوهشی نشان دادند که تمرینات کراس فیت تأثیر معنی‌داری بر شاخص مقاومت بر انسولین و انسولین نداشت (Bahremand et al., 2023). این نتایج متناقض را می‌شود به تفاوت در پروتکل تمرینی، تفاوت درشدت و مدت دوره تمرینی، سن و جنس آزمودنی‌ها، تغذیه و سایر عوامل محیطی نسبت داد.

فعالیت ورزشی با شدت بالا مانند تمرین عملکردی با شدت بالا نسبت به تمرینات ورزشی با شدت متوسط یا پایین با افزایش در سوخت‌وساز انرژی، مسیرهای پیام‌رسانی تحریک شده به وسیله فعالیت ورزشی در سلول‌های فعال را با قدرت بیشتری تحریک می‌کنند. تمرینات ورزشی با شدت بالا با افزایش فسفوریلاسیون گیرنده انسولین موجب فعال شدن پروتئین کیناز B (Akt) و فسفوریلاسیون سوبسترای Akt می‌شود و درنهایت با افزایش بیان GLUT4، به بهبود تحمل گلوکز و کاهش مقاومت انسولینی منجر می‌شود (Ramírez-Vélez et al., 2019). اهالی بومی معتقدند که مصرف جوشانده گیاه چرخه موجب کاهش گلوکز خون می‌شود. مقایسه نتایج آزمایش‌ها پاراکلینیکی بعضی از بیماران مبتلابه دیابت گلوکزی، در قبل و بعد از مصرف جوشانده گیاه چرخه نیز تا حدودی مؤید همین مطلب است (Sepehri-Moghadam et al., 2015). در پژوهش حاضر نیز مصرف مکمل چرخه موجب بهبود سطوح شاخص‌های گلیسمی شامل (کاهش سطح گلوکز خون و هموگلوبین A1C و افزایش سطح انسولین خون) شد. جستجو در مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که تاکنون بر روی خاصیت هیپوگلیسمیگ (کاهش گلوکز خون) گیاه چرخه مطالعه خاصی صورت نگرفته است و یا اگر مطالعه‌ای نیز وجود داشت بر روی

حیوانات انجام شده بود (Sepehri-Moghadam et al., 2015). نتایج مطالعات حیوانی نشان می‌دهد که تجویز عصاره آبی- الکلی گیاه چرخه دارای اثرات هیپوگلیسمیک قدرتمندی هست و تزریق روزانه داخل صفاقی عصاره گیاه به موش‌های صحرایی هیپرگلیسمیک، گلوکز خون ناشتا را پس از ۳ هفته به میزان قابل‌توجهی پایین آورد که اثرات آن حتی از انسولین تزریقی نیز چشمگیرتر بود. لذا با توجه به مطالب بیان‌شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تمام و یا حداقل بخشی از اثرات هیپوگلیسمیک عصاره گیاه چرخه را می‌تواند ناشی از اثرات انسولینرژیک آن باشد (Sepehri-Moghadam et al., 2015). عصاره گیاه چرخه از طریق تحریک و یا تشدید روند هیپرتروفی و یا هیپرپلازی سلول‌های بتا، موجب افزایش رهاسازی انسولین شده و اثرات هیپوگلیسمیک خود را اعمال می‌کند. بخشی از اثرات هیپوگلیسمیک عصاره گیاه چرخه نیز به اثرات آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فلاونوییدی، آلکالوئیدی، ترپنوییدی و گلیکوزیدی این گیاه مربوط می‌باشد (Türk et al., 2017).

نتیجه‌گیری

از نتایج پژوهش حاضر می توان چنین نتیجه گیری کرد که انجام تمرینات عملکردی با شدت بالا و مصرف گیاه چرخه به تنهایی و یا در ترکیب با هم می تواند به عنوان یک رویکرد درمانی غیر دارویی برای بیماران زن مبتلا به دیابت نوع ۲ در نظر گرفته شود. البته ضروری است که اینکار با تایید پزشک متخصص انجام شود.

تضاد منافع

این پژوهش هیچ‌گونه تضاد و تعارض منافعی ندارد.

منابع

Atashak, S. (2015). A review of the antioxidant effects of medicinal plants in athletes. Journal of Medicinal Plants, 14(54), 1-14.

Azali Alamdari, K. (2018). Effects of 8 weeks of high intensity interval and moderate intensity continuous training on serum ICAM-1, CRP and cardiometabolic risk factors in middle-agedmen. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, *6*(12), 83-101.

Bahremand, M., Hakak Dokht, E., Moazzami, M. (2023). A comparison of CrossFit and concurrent training on myonectin, insulin resistance and physical performance in healthy young women. Archives of Physiology and Biochemistry, 129(3), 603-609.

Calverley, T.A., Ogoh, S., Marley, C.J., Steggall, M., Marchi, N., Brassard, P., Lucas, S.J.E., Cotter, J.D., Roig, M., Ainslie, P.N., Wisløff, U., Bailey, D.M. (2020). HIITing the brain with exercise: mechanisms, consequences and practical recommendations. Journal of Physiology, 598(13), 2513-30.

Caturano, A., Rocco, M., Tagliaferri, G., Piacevole, A., Nilo, D., Di Lorenzo, G., Iadicicco, I., Donnarumma, M., Galiero, R., Acierno, C., Sardu, C., Russo, V., Vetrano, E., Conte, C., Marfella, R., Rinaldi, L., Sasso, F.C. (2025). Oxidative Stress and Cardiovascular Complications in Type 2 Diabetes: From Pathophysiology to Lifestyle Modifications. Antioxidants (Basel), 14(1), 72.

Crawford, D. A., Drake, N. B., Carper, M. J., DeBlauw, J., & Heinrich, K. M. (2018). Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures? Sports, 6(2), 26.

Fallah, H.H., Kianbakht, S., Hoormand, M. (2013). Protective effects of Vaccinium arctostaphylos L., Berberis thunbergii var. atropurpurea Chenault, Elaeagnus angustifolia L. and Launaea acanthodes (Boiss.) O. Kuntze against indomethacin-induced gastric ulcers in rats. Journal of Medicinal Plants, 12(47), 62-69.

Fealy, C.E., Nieuwoudt, S., Foucher, J.A., Scelsi, A.R., Malin, S.K., Pagadala, M., Cruz, L.A., Li, M., Rocco, M., Burguera, B., Kirwan, J.P. (2018). Functional high-intensity exercise training ameliorates insulin resistance and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes. Experimental Physiology, 103(7), 985-94.

Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Poston, W. S. C. (2018). High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. Sports, 6(3), 76.

Feito, Y., Patel, P., Sal Redondo, A., Heinrich, K.M. Effects of eight weeks of high intensity functional training on glucose control and body composition among overweight and obese adults. Sports (Basel), 7(2), 51.

Ighodaro, O.M., & Akinloye, O.A. (2018). First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. Alexandria Journal of Medicine, 54(4), 287–293.

Kasnavi Yazdi, H., Fazilati, M., Rahbarian, R., Riazi, G., Nazem, H. (2017). Aqueous extract of Launaea acanthodes induces glutamate uptake and GABA release in astrocyte cell culture via a ROS scavenging mediated process. J Chem Neuroanat, 82, 1-4.

Lamarão-Vieira, K., Pamplona-Santos, D., Nascimento, P.C., Corrêa, M.G., Bittencourt, L.O., Dos Santos, S.M., Cartágenes, S.C., Fernandes, L.M.P., Monteiro, M.C., Maia, C.S.F., Lima, R.R. (2019). Physical Exercise Attenuates Oxidative Stress and Morphofunctional Cerebellar Damages Induced by the Ethanol Binge Drinking Paradigm from Adolescence to Adulthood in Rats. Oxid Med Cell Longev, 6802424.

Lu, K., Wang, L., Wang, C., Yang, Y., Hu, D., Ding, R. (2015). Effects of high-intensity interval versus continuous moderate-intensity aerobic exercise on apoptosis, oxidative stress and metabolism of the infarcted myocardium in a rat model. Molecular Medicine Reports, 12(2), 2374-82.

Margaritelis, N.V., Theodorou, A.A., Paschalis, V., Veskoukis, A.S., Dipla, K., Zafeiridis, A., Panayiotou, G., Vrabas, I.S., Kyparos, A., Nikolaidis, M.G. (2018). Adaptations to endurance training depend on exercise-induced oxidative stress: exploiting redox interindividual variability. Acta physiologica (Oxford, England), 222(2), e12898.

Marvibaigi, M., Hosseini, S.M., Amini, N. (2021). Launaea acanthodes (Boiss) O. Kuntze mediates hepatic glucose metabolism and ameliorates impaired pancreatic function in streptozotocin-induced diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology, 268, 113577.

Nieuwoudt, S., Fealy, C.E., Foucher, J.A., Scelsi, A.R., Malin, S.K., Pagadala, M., Rocco, M., Burguera, B., Kirwan, J.P. (2017). Functional high-intensity training improves pancreatic β-cell function in adults with type 2 diabetes. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 313(3), E314-E20.

Rahbarian, R., shegofte, J. (2025). Antioxidant effects of Launaea acanthodes (Boiss.) Kuntze plant on hormonal changes of testosterone in diabetic rats. Feyz Medical Science Journal, 29 (1), 12-22.

Ramírez-Vélez, R., García-Hermoso, A., Hackney, A.C., Izquierdo, M. (2019). Effects of exercise training on Fetuin-a in obese, type 2 diabetes and cardiovascular disease in adults and elderly: a systematic review and Meta-analysis. Lipids in Health and Disease, 18(1), 23.

Rezaei Seresht, H., Aldaghi, L.S., Cheshomi, H., Gholamib, O. (2016). Phytochemical Profile, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Launaea acanthodes; an Endemic Species of Iran. International Journal of Advanced Biotechnology and Research, 7(4), 185-192.

Sadowska-Krępa, E., Domaszewski, P., Pokora, I., Żebrowska, A., Gdańska, A., Podgórski, T. (2019). Effects of medium-term green tea extract supplementation combined with CrossFit workout on blood antioxidant status and serum brain-derived neurotrophic factor in young men: A pilot study. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 16(1):13.

Sepehri-Moghadam, H., Rahbarian, R., Sadoughi, S.D. (2015). The effect of aqueous extract of Launaea acanthodes (Boiss.) O. Kuntze on the serum levels of insulin and blood glucose and histomorphological changes of pancreas in diabetic rats. Feyz Med Sci J, 19 (1), 30-37.

Songstad, N.T., Kaspersen, K.H., Hafstad, A.D., Basnet, P., Ytrehus, K., Acharya, G. (2015). Effects of high intensity interval training on pregnant rats, and the placenta, heart and liver of their fetuses. PLoS One, 10(11), e0143095.

Türk, Y., Theel, W., Kasteleyn, M.J., Franssen, F.M.E., Hiemstra, P.S., Rudolphus, A., Taube, C., Braunstahl, G.J. (2017). High intensity

training in obesity: a Meta-analysis. Obesity Science & Practice, 3(3), 258–271.

Ugras, A.F. (2013). Effect of high intensity interval training on elite athletes' antioxidant status. Science & Sports, 28(5): 253-259.

Van Wyk, B.E., & Wink M. Medicinal plants of the world: CABI; 2018.

Yahooi, S., Sadoughi, S., Rahbarian, R. (2017). The Effect of Aqueous Extract of Launaea acanthodes on Liver Enzymes and Histopathology in Male Type 1 Diabetic Rats. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences, 15 (9), 861-874 [In Persian]

The Effect of 12 Weeks High Intensity Fictional Training and Consumption of Launaea Acanthodes on Glycemic Indices and Antioxidant Enzymes in Women with Type 2 Diabetes

Shadi Fathi, Roghayyeh Afroundeh, Ameneh Pourrahim

Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

*Corresponding author: afroundeh@gmail.com

Abstract

Objectives: An increase in free radicals and oxidative stress is one of the complications of type 2 diabetes. The aim of the present research was to investigate the effect of 12 weeks of High Intensity Functional training (HIFT) and the consumption of Launaea Acanthodes on glycemic indices and antioxidant enzymes in women with type 2 diabetes.

Methods: Forty type 2 diabetic women were randomly divided into 4 groups: supplement, training, training + supplement and control. Training groups performed HIFT for 12 weeks, 3 sessions per week, and each session 60 minutes. Supplement groups consumed the Launaea acanthodes at the same time as doing the exercises. Serum levels of malondialdehyde, glutathione peroxidase, superoxide dismutase and glycemic indices were measured.

Results: The level of Fasting blood glucose, hemoglobin A1C and malondialdehyde were significantly reduced in the exercise-supplement, exercise and supplement groups ($p=0.001$ in all three groups). The blood glucose level in the exercise-supplement group was significantly lower than the other three groups in the post-test phase ($p<0.05$), but the hemoglobin A1C level was only significantly lower than the supplement and control group ($p<0.05$). The level of insulin, glutathione peroxidase, superoxide dismutase and antioxidant capacity increased significantly in the exercise-supplement, exercise and supplement groups ($p=0.001$ in all three groups and for all 4 variables). The level of glutathione peroxidase and superoxide dismutase were significantly higher in the exercise-supplement group than the other three groups in the post-test phase ($p<0.05$).

Conclusion: Both HIFT exercises and the consumption of Launaea acanthodes improved the antioxidant status and glycemic indices of women with type 2 diabetes. The improvement was greater when the two are combined compared to either of them alone.

Key words: High Intensity Functional Activity, Launaea Acanthodes, Glycemic Indices, Antioxidant Enzymes, Type 2 Diabetes.