

## تأثیر یک دوره تمرین ورزشی ترکیبی بر شاخص‌های آمادگی جسمانی، عملکرد شناختی و

### کنترل گلاسمیک در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

نفیسه قدرتی<sup>۱</sup>، امیر حسین حقیقی<sup>۲\*</sup>، سید علیرضا حسینی کاخک<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
۳. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

#### چکیده

زمینه و هدف: دیابت نوع ۲، یکی از رایج‌ترین اختلالات غدد درون‌ریز است که از جمله عوارض آن می‌توان به می‌توان به عدم کنترل قند خون، مشکلات متعدد قلبی-عروقی و کاهش عملکرد شناختی اشاره نمود. مطالعه‌ی حاضر باهدف بررسی تأثیر یک دوره تمرین ورزشی ترکیبی بر شاخص‌های آمادگی جسمانی، عملکرد شناختی و کنترل گلاسمیک در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد.

**روش‌ها:** در این پژوهش تعداد ۲۱ شرکت‌کننده‌ی زن مبتلا به دیابت نوع ۲ با میانگین سنی  $57/52 \pm 5/07$  سال و شاخص توده‌ی بدنی  $30/41 \pm 4/5$  کیلوگرم بر مترمربع انتخاب گردید و به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرین (۱۲) و کنترل (۹) تقسیم شدند. برنامه‌ی تمرین ترکیبی شامل تمرینات هوازی، مقاومتی و تعادلی بوده که به مدت ۱۲ هفته (۳ جلسه در هفته) انجام شد. قبل و بعد از دوره‌ی تمرینی، برای اندازه‌گیری شاخص‌های HbA1c و گلوکز سرمی از همه‌ی آزمودنی‌ها در حالت ناشتایی خون‌گیری به عمل آمد. همچنین، شاخص‌های  $VO_{2max}$ ، تعادل ایستا و پویا و قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه اندازه‌گیری شد. عملکرد شناختی نیز با استفاده از آزمون‌های فراخانی ارقام رو به جلو و نماد و ارقام ارزیابی گردید. داده‌ها با استفاده از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معنی‌داری  $P < 0/05$  تحلیل شدند.

**نتایج:** سطوح گلوکز و هموگلوبین گلیکوزیله در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل، کاهش معنی‌داری نشان داد. شاخص‌های آمادگی جسمانی به‌جز تعادل ایستا در گروه تجربی در مقایسه با کنترل، بهبود معنی‌دار یافت. عملکرد شناختی بین دو گروه، تغییر معنی‌داری نشان نداد.

**نتیجه‌گیری:** تمرینات ترکیبی می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های آمادگی جسمانی و کنترل گلاسمیک در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ شود. این تمرینات تأثیری بر عملکرد شناختی ندارد.

#### کلید واژه‌ها:

دیابت، عملکرد شناختی، آمادگی جسمانی، گلاسمیک

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه محفوظ است.

□

## مقدمه

به خصوص با افزایش سن، کاهش پیش‌روندهای در آمادگی قلبی تنفسی، قدرت عضلانی، تعادل، زمان عکس‌العمل و توانایی راه رفتن نشان می‌دهند، تمرینات ورزشی، می‌تواند کاهش عملکرد جسمانی در این بیماران را بهبود بخشد (۹).

با توجه به اینکه کاهش عملکرد شناختی می‌تواند فرد را ناتوان کند و تأثیرات بسیار منفی را بر کیفیت زندگی بیماران و مراقبان آن‌ها دارد، لذا به نظر می‌رسد بررسی و معرفی فاکتورهای مرتبط با کاهش عملکرد شناختی و کنترل این فاکتورها می‌تواند حائز اهمیت باشد (۱۰، ۷) در حال حاضر، درمان شناخته‌شده‌ای برای کاهش عملکرد شناختی وجود ندارد و داروهای دسترس تنها علائم این بیماری را تخفیف می‌دهند و عوارض جانبی زیادی دارند؛ بنابراین به نظر می‌رسد تغییر رویکرد درمانی ضروری است (۱۱).

به علاوه با توجه به محدودیت منابع تأثیر تمرین بر بیماران مبتلا به نقص شناختی، دستورالعمل‌های تمرینی دقیقی برای بهبود عملکرد شناختی وجود ندارد. به طوری که تنها توصیه‌ی پزشکان این است که افراد، تمرینات را به صورت هوازی و مقاومتی انجام دهند تا حداکثر مزایای شناختی را به دست آورند (۱۲). اگرچه ورزش در بهبود عملکرد شناختی نقش دارد، اما بیشتر مطالعات بر روی افراد مسن سالم انجام شده است و این یافته‌ها برای افراد مسنی که به واسطه‌ی ابتلا به دیابت در معرض خطر بیشتر کاهش عملکرد شناختی قرار دارند، کاربرد کمتری دارد. این در حالی است که با توجه به افزایش خطر زوال عقل در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲، بررسی تأثیر تمرین بر عملکرد شناختی این بیماران حائز اهمیت است (۱۳). لذا، هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرین ورزشی ترکیبی بر شاخص‌های آمادگی جسمانی، عملکرد شناختی و کنترل گلاسمیک در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ است.

## روش‌ها

روش مطالعه‌ی حاضر نیمه تجربی و نوع تحقیق کاربردی است. جامعه‌ی آماری شامل کلیه‌ی زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ با

دیابت شیرین یک بیماری رایج است که بیش از ۱۵۰ میلیون نفر در سراسر جهان به آن مبتلا هستند و این تعداد تا سال ۲۰۲۵ به ۳۰۰ میلیون نفر افزایش خواهد یافت (۱). دیابت نوع دو (T2DM) حدود ۹۰٪ از موارد دیابت را در برمی‌گیرد (۲). مطالعات متعددی پیشنهاد می‌کنند که بین دیابت و نقص عملکرد شناختی، ارتباط وجود دارد (۳، ۴).

در میان شکایات ثانویه بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش شناختی یکی از جدیدترین محدودیت‌های شناخته‌شده در زندگی روزمره‌ی این بیماران است. افراد مبتلا به این بیماری، در چند حوزه‌ی شناختی مانند توجه، عملکرد اجرایی، پردازش اطلاعات، حافظه، یادگیری و سیالیت کلامی<sup>۱</sup> (نسبت به افراد سالم هم‌تراز خود، دچار ضعف بیشتری هستند) (۳). کاهش عملکرد شناختی می‌تواند تأثیری منفی بر توانایی خوددرمانی افراد دیابتی داشته باشد و این امر منجر به بروز عوارض اضافی مرتبط با عدم درمان دیابت نوع ۲ و کنترل ضعیف گلاسمیک می‌شود. کنترل ضعیف قند خون، تغییرات التهابی، افزایش مقاومت به انسولین، نقص در میتوکندری و افزایش استرس اکسیداتیو از جمله عواملی هستند که به نظر می‌رسد، در بروز نقص شناختی بیماران دیابتی نقش دارند (۴). در میان مطالعات صورت گرفته نتایج نشان می‌دهند، بین میزان سطح قند خون و زوال عقل در بزرگسالان ارتباط مستقیمی وجود دارد. افزایش هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) نیز همراه با افزایش خطر بروز نقص عملکرد شناختی است (۵). سال‌هاست که تمرین ورزشی همراه با رژیم غذایی و داروهای درمانی به عنوان اساس مدیریت دیابت شناخته می‌شوند و اثرات مثبت آن بر کنترل گلاسمیک به اثبات رسیده است (۶). تمرین ورزشی به واسطه‌ی بهبود فاکتورهای قلبی-عروقی و جسمانی قادر است نقش بهینه‌ای در کاهش آتروفی مغز، بهبود عملکرد اجرایی، عملکرد شناختی و کیفیت زندگی بیماران داشته باشد (۷، ۸).

<sup>1</sup> - Verbal fluency

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، خون‌گیری به صورت ناشتا قبل و بعد از ۱۲ هفته مداخله تمرینی انجام شد. از همه‌ی آزمودنی‌ها خواسته شد که ۴۸ ساعت قبل از خون‌گیری اولیه، هیچ‌گونه فعالیت ورزشی انجام ندهند. خون‌گیری متعاقب ۱۲- ۱۰ ساعت ناشتایی شبانه و از طریق ورید بازویی به مقدار ۵ میلی‌لیتر انجام شد. نمونه‌های خونی بین ساعات ۸ الی ۱۰ صبح جمع‌آوری گردید. سنجش میزان گلوکز خون با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ایران با دستگاه اتوآنالیزور و با حساسیت ۵ میلی‌گرم در دسی لیتر انجام گردید. HbA1c با استفاده از روش رنگ سنجی آنزیمی موردسنجش قرار گرفت.

#### اندازه‌گیری عملکرد شناختی

قبل از مطالعه از آزمودنی‌های دو گروه تست پرسشنامه‌ای مقیاس ارزیابی شناختی مونترال (MOCA) گرفته شد تا از همسانی میانگین عملکرد شناختی در دو گروه اطمینان حاصل شود (جدول شماره ۲). قبل و بعد از مداخله‌ی تمرینی (۱۲ هفته)، در هر دو گروه از آزمون معتبر برای ارزیابی عملکرد شناختی استفاده شد. آزمون نماد و ارقام<sup>۱</sup> یکی از خرده آزمون‌های مقیاس هوش وکسلر است (۱۵) و برای ارزیابی سرعت پردازش اطلاعات، به کار می‌رود. در این آزمون، به ازای هر عدد، یک نشانه مربوط وجود دارد که آزمودنی در بازه‌ی زمانی ۹۰ ثانیه با توجه به کلید بالای صفحه به ترتیب شروع به نوشتن نمادهای مربوط به هر عدد در خانه‌های خالی زیر آن‌ها می‌کند. حداکثر نمره در این آزمون ۹۰ امتیاز است و آزمون فراخانی ارقام روبه‌جلو<sup>۲</sup>، تکلیفی است که برای سنجش ظرفیت حافظه کوتاه‌مدت استفاده می‌شود و از خرده مقیاس‌های آزمون وکسلر است (۱۳). تکلیف شامل ۲۱ سری عدد است که در ۷ بخش ۳ کوششی ارائه شده‌اند. تعداد اعداد در هر بخش به ترتیب عبارت‌اند از ۳-۴-۵-۶-۷-۸ و ۹. بدین معنا که در سه کوشش اول بخش نخست، هر سری شامل سه عدد؛ در سه کوشش دوم، هر سری شامل چهار عدد؛ در کوشش سوم، هر سری شامل پنج عدد و به همین ترتیب تا آخر ادامه

میانگین سنی  $50.7 \pm 5.2/57$  سال بودند که در انجمن دیابت سبزواری پرونده‌ی پزشکی داشتند. نمونه‌گیری براساس فراخوانی از زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ واجد شرایط انجام شد. معیارهای ورود شامل، ابتلا به دیابت نوع ۲ به مدت بیش از پنج سال، دامنه‌ی سنی ۶۵-۵۵ سال، عدم ابتلا به بیماری خاصی که با انجام تمرینات ورزشی منافات داشته باشد، عدم ابتلا به افسردگی شدید با توجه به تأثیر تغییرات خلقی و افسردگی در آزمون‌های حافظه، به همین منظور از آزمودنی‌ها، آزمون افسردگی (بک) گرفته شد و افرادی با نمره‌ی بیشتر از ۱۳، وارد مطالعه نشدند (نمره‌ی بیشتر از ۱۳ نشانه‌ی افسردگی است) (۱۴)، داشتن سواد، سبک زندگی کم‌تحرک و توانایی انجام حرکات ورزشی بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل آسیب‌دیدگی و ناتوانی در انجام برنامه‌های تمرینی بود. از میان این افراد، ۲۴ نفر داوطلب شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه تمرین (۱۳ نفر) و کنترل (۱۱ نفر) قرار گرفتند.

در طول تحقیق یک نفر از گروه تمرین و دو نفر از گروه کنترل انصراف دادند. همه آزمودنی‌ها قبل از ورود به مطالعه، فرم رضایت‌نامه کتبی و همکاری در تحقیق را تکمیل کردند. قبل و بعد از دوره تمرینی، از تمام شرکت‌کنندگان آزمون‌های آمادگی جسمانی، تن‌سنجی و عملکرد شناختی گرفته شد. همچنین برای اندازه‌گیری شاخص‌های سرمی هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) و قند خون از آن‌ها در حالت ناشتایی خونگیری به عمل آمد. طرح تحقیق توسط کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه حکیم سبزواری موردبررسی قرار گرفت و کد IR.HSU.REC.1398.007 برای آن ثبت شد.

پس از آشنایی شرکت‌کنندگان با مراحل و اهداف تحقیق، قد افراد با متر نواری، وزن بدن با ترازوی دیجیتالی، درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر و به روش سه‌نقطه (فوق خاصره، سه سر بازو و ران) و شاخص توده‌ی بدن (BMI) با استفاده از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) به دست آمد.

#### اندازه‌گیری شاخص‌های خونی

1 - Digit symbol substitution test

2 - Forward digit span

با پروتکل تمرینی آشنا شدند. برنامه تمرینی در ۱۲ هفته (سه جلسه در هفته) اجرا شد. هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی، برنامه‌ی اصلی تمرین و سرد کردن بود (جدول ۱). برنامه‌ی تمرینی اصلی به ترتیب شامل تمرینات هوازی، مقاومتی و تعادلی بود. تمرین هوازی شامل ۲۰ دقیقه حرکات روبه‌جلو، عقب و طرفین بود. تمرینات مقاومتی نیز شامل حرکات پرس پا، پرس سینه، کشش جانبی به پایین، جلو بازو و پشت ران بود. تمرینات تعادلی از راه رفتن تاندم بر روی یک خط، ایستادن بر روی نوک پا، ایستادن بر روی یک پا و ایستادن یک پای با آبداکشن پا تشکیل شده بود (۱۹).

#### روش‌های آماری

از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف برای تعیین طبیعی بودن توزیع متغیرهای موجود در تحقیق استفاده شد. از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بنفرونی برای بررسی تغییرات بین گروهی شاخص‌های تحقیق استفاده شد. کلیه عملیات آماری به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و نرم‌افزار R انجام گرفت و سطح معناداری آزمون‌ها  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

می‌یابد. روش اجرا بدین ترتیب است که آزمایشگر، اعداد را به صورت یک عدد در هر ثانیه با صدای بلند و واضح می‌خواند و پس از اتمام قرائت هر سری، ده ثانیه به شرکت‌کننده فرصت می‌دهد تا اعداد را دقیقاً به همان ترتیبی که شنیده است یادآوری و تکرار کند. تکلیف، زمانی قطع می‌شود که شرکت‌کننده نتواند هر سه کوشش یک بخش را به درستی یادآوری و تکرار کند.

#### اندازه‌گیری متغیرهای آمادگی جسمانی

توان هوازی با استفاده از آزمون یک مایل پیاده‌روی راکپورت ارزیابی گردید (۱۶). برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی پایین‌تنه از آزمون " ۳۰ ثانیه نشستن و بلند شدن از روی صندلی" استفاده شد. قدرت عضلانی بالاتنه با استفاده از تعداد حرکات جلو بازو در مدت زمان ۳۰ ثانیه با وزنه‌ی ۲/۲۷ کیلوگرمی محاسبه گردید (۱۷). تعادل ایستا با استفاده از آزمون شارپند رومبرگ اندازه‌گیری شد (۱۸). عملکرد تعادل پویا و چابکی با استفاده از آزمون زمان برخاستن و رفتن ارزیابی گردید (۱۷).

#### پروتکل تمرینی

آزمودنی‌هایی که در گروه تمرینی قرار داشتند، در طی ۲ جلسه

جدول ۱: برنامه تمرینی

هفته	تمرین هوازی		تمرین مقاومتی		تمرین تعادلی	
	HR <sub>max</sub>	مدت (دقیقه)	تکرار	ست	مدت (ثانیه)	ست
۱-۲	۶۵-۵۵%	۴	۱۲-۱۰	۳	۱۰	۲
۳-۴	۶۵-۵۵%	۴	۱۲-۱۰	۳	۱۰	۲
۵-۶	۶۵-۵۵%	۴	۱۰-۸	۳	۱۰	۳
۷-۸	۷۵-۶۵%	۴	۱۰-۸	۳	۱۰	۳
۹-۱۰	۷۵-۶۵%	۴	۸-۶	۳	۱۰	۴
۱۱-۱۲	۷۵-۶۵%	۴	۸-۶	۳	۱۰	۴

#### نتایج

بیش از ۳۰ نفر جهت شرکت در این مطالعه داوطلب شدند که از این میان، در نهایت ۲۴ نفر در تحقیق شرکت نمودند و ۲۱ نفر دوره را به اتمام رساندند. این افراد در دو گروه تمرین ( $n=12$ ) و گروه کنترل ( $n=9$ ) قرار داشتند. میانگین سن شرکت‌کنندگان

بیش از ۳۰ نفر جهت شرکت در این مطالعه داوطلب شدند که از این میان، در نهایت ۲۴ نفر در تحقیق شرکت نمودند و ۲۱ نفر دوره را به اتمام رساندند. این افراد در دو گروه تمرین ( $n=12$ ) و گروه کنترل ( $n=9$ ) قرار داشتند. میانگین سن شرکت‌کنندگان

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد سن و سابقه‌ی بیماری آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه	انحراف استاندارد ± میانگین
تعداد نمونه‌ها	کنترل	۹
	مداخله	۱۲
سن (سال)	کنترل	۵۵/۷۷ ± ۱/۴۶
	مداخله	۵۸/۸۳ ± ۱/۵۳
سابقه‌ی بیماری (سال)	کنترل	۶/۱ ± ۱/۷
	مداخله	۶/۳ ± ۱/۹
عملکرد شناختی (MOCA)	کنترل	۱۹/۶ ± ۵/۳
	مداخله	۱۸ ± ۳/۹

قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه در گروه تمرین نسبت به کنترل، افزایش معنی‌داری نشان داد (به ترتیب:  $P=0/001$  و  $P=0/001$ ). تعادل پویا در گروه تمرین، بهبود معنی‌داری داشت ( $P=0/006$ )، اما تعادل ایستا بین دو گروه، تفاوت معنی‌داری نشان نداد ( $P=0/06$ ). حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تمرین، افزایش معنی‌داری یافت ( $P=0/001$ ).

**تأثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی، مقاومتی و تعادلی) بر عملکرد شناختی**

همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده است تحلیل نتایج شاخص‌های عملکرد شناختی آزمون ارقام روبه‌جلو، آزمون نماد و ارقام، تغییر معنی‌داری را در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل نشان نداد (به ترتیب:  $P=0/333$ ,  $P=0/07$ ).

**تأثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی بر سطوح گلوکز و هموگلوبین کلیکوزیله**

مطابق با جدول ۳، ۱۲ هفته تمرین ترکیبی موجب کاهش معنی‌دار شاخص‌های گلوکز و HbA1c سرمی گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل شد (به ترتیب:  $P=0/001$  و  $P=0/003$ ).

**تأثیر تمرینات ترکیبی بر متغیرهای تن‌سنجی و آمادگی جسمانی**

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (تعادلی، هوازی و مقاومتی) باعث کاهش معنی‌دار وزن شد ( $P=0/029$ )؛ اما شاخص توده‌ی بدن در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل تغییر معنی‌داری نداشت ( $P=0/142$ ). همچنین،

جدول ۳: تغییرات پارامترهای خونی در گروه‌های تحقیق

متغیرها	گروه	مراحل	انحراف استاندارد ± میانگین	P بین گروهی
HbA1c (%)	کنترل	پیش آزمون	۶/۰۲ ± ۱/۱۲	۰/۰۰۱
		پس آزمون	۶/۶۷ ± ۱/۱	
	مداخله	پیش آزمون	۷/۳۶ ± ۱/۶	
		پس آزمون	۷/۱ ± ۱/۴۸	
گلوکز (mg/dl)	کنترل	پیش آزمون	۱۲۳/۷۷ ± ۴۲/۸۱۸	۰/۰۰۳
		پس آزمون	۱۳۲/۱۱ ± ۴۴/۹۵	
	مداخله	پیش آزمون	۱۶۴ ± ۶۳/۷۶۵	
		پس آزمون	۱۴۲/۶۶ ± ۵۲/۱۹۹	

سطح معنی‌دار با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر سنجیده شد

جدول ۴: تغییرات شاخص‌های آنتروپومتریک در گروه‌های تحقیق

متغیرها	گروه	مراحل	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	P بین گروهی
وزن (Kg)	کنترل	پیش‌آزمون	۷۲/۵۷ $\pm$ ۹/۴۵	۰/۰۲۹
		پس‌آزمون	۷۲/۷۵ $\pm$ ۹/۰۴	
	مداخله	پیش‌آزمون	۷۴/۰۸ $\pm$ ۱۲/۱۱	
		پس‌آزمون	۷۲/۲۵ $\pm$ ۱۲/۳۲	
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	کنترل	پیش‌آزمون	۲۹/۲۴ $\pm$ ۴/۹۱	۰/۱۴۲
		پس‌آزمون	۲۹/۳۵ $\pm$ ۴/۶۹	
	مداخله	پیش‌آزمون	۳۰/۹۹ $\pm$ ۴/۲۵	
		پس‌آزمون	۳۰/۲۴ $\pm$ ۴/۵۴	
تعادل ایستا (ثانیه)	کنترل	پیش‌آزمون	۱۰/۳۴ $\pm$ ۷/۶۸	۰/۰۶۹
		پس‌آزمون	۲۳/۵۳ $\pm$ ۱۵/۳۱	
	مداخله	پیش‌آزمون	۱۴/۱۳ $\pm$ ۱۲/۹	
		پس‌آزمون	۳۰/۷۲ $\pm$ ۱۸/۶۷	
تعادل پویا (ثانیه)	کنترل	پیش‌آزمون	۱۰/۷۷ $\pm$ ۲/۰۴	۰/۰۰۶
		پس‌آزمون	۱۰/۶۳ $\pm$ ۲/۱۱	
	مداخله	پیش‌آزمون	۱۰/۶۸ $\pm$ ۳/۱	
		پس‌آزمون	۸/۴۳ $\pm$ ۲/۶۸	
قدرت بالاتنه (kg)	کنترل	پیش‌آزمون	۱۵/۱۱ $\pm$ ۳/۱۷	۰/۰۰۰۱
		پس‌آزمون	۱۵ $\pm$ ۳/۵	
	مداخله	پیش‌آزمون	۱۵/۹۱ $\pm$ ۲/۳۹	
		پس‌آزمون	۲۰/۵ $\pm$ ۲/۹	
قدرت پایین‌تنه (kg)	کنترل	پیش‌آزمون	۸/۴۴ $\pm$ ۱/۰۵	۰/۰۰۰۱
		پس‌آزمون	۸/۱۱ $\pm$ ۱/۳۶	
	مداخله	پیش‌آزمون	۱۰/۶۶ $\pm$ ۳/۵۷	
		پس‌آزمون	۱۴/۱۶ $\pm$ ۲/۷۲	
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	کنترل	پیش‌آزمون	۲۲/۸۶ $\pm$ ۳۱۰۴	۰/۰۰۰۱
		پس‌آزمون	۲۳/۲۶ $\pm$ ۲/۸۱	
	مداخله	پیش‌آزمون	۲۴/۵۸ $\pm$ ۲/۴۱	
		پس‌آزمون	۲۲/۴۶ $\pm$ ۲/۴	

سطح معنی‌دار با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر سنجیده شد

جدول ۵: تغییرات شاخص‌های عملکرد شناختی در گروه‌های تحقیق

متغیرها	گروه	مراحل	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	P بین گروهی
آزمون نماد و ارقام	کنترل	پیش آزمون	۱۹/۱۱ $\pm$ ۸/۲۳	۰/۳۳
		پس آزمون	۲۳/۲۲ $\pm$ ۱۰/۵	
	مداخله	پیش آزمون	۱۴/۶۶ $\pm$ ۶/۲	
		پس آزمون	۱۶/۹۱ $\pm$ ۶/۲۵	
فراخانی ارقام به جلو	کنترل	پیش آزمون	۳ $\pm$ ۱/۲۲	۰/۰۷
		پس آزمون	۲/۶۶ $\pm$ ۱/۴۱	
	مداخله	پیش آزمون	۲/۱۶ $\pm$ ۱/۲۶	
		پس آزمون	۲/۵۸ $\pm$ ۱/۳۱	

سطح معنی‌دار با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر سنجیده شد

### بحث

درزمینه‌ی شدت، مدت و نوع تمرین ورزشی مؤثر، وجود ندارد (۲۳،۲۲). در همین راستا، خدایی و همکاران به بررسی تأثیر تمرین هوازی بر گلوکز و HbA1c و ارتباط آن با عملکرد شناختی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد ۱۲ هفته تمرین هوازی (۹۰ دقیقه، سه روز در هفته) باعث بهبود فاکتورهای قند خون ناشتا، HbA1c و عملکرد شناختی [با استفاده از آزمون کوتاه وضعیت شناختی (MMSE)] در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌گردد (۲۴). همچنین Molina-Sotomayor و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ۶ ماه تمرین هوازی، ۶ جلسه در هفته (حرکات کششی و پیاده‌روی پیش‌رونده) بر فاکتورهای حداکثر اکسیژن مصرفی (VO<sub>2</sub>max) و HbA1c در بیماران دیابتی پرداختند که در نهایت این تمرینات سبب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش HbA1c و بهبود عملکرد شناختی (آزمون MMSE) در این بیماران گردید. این محققین عنوان کردند با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در گروه کنترل، عدم فعالیت افراد دیابتی همراه با کاهش عملکرد اجرایی و شناختی در این بیماران است. این در حالی است که گروه تمرین در این زمینه بهبود نشان دادند. آن‌ها خاطرنشان کردند که تمرین ورزشی تمام حوزه‌های عملکرد شناختی را بهبود نمی‌دهد و باید به بررسی بیشتر انواع تمرین‌های ورزشی و نقش آن‌ها در حوزه‌های مختلف شناختی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۱۲ هفته تمرین منتخب (هوازی، تعادلی و مقاومتی) میزان گلوکز سرمی و HbA1c را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. همچنین عملکرد جسمانی به‌جز تعادل ایستا در گروه تجربی بهبود یافت. عملکرد شناختی برای بررسی سرعت پردازش اطلاعات و حافظه‌ی کوتاه‌مدت با استفاده از آزمون‌های نماد و ارقام و فراخانی ارقام روبه‌جلو تغییر معنی‌داری نیافت.

براساس نتایج به‌دست‌آمده، در این مطالعه می‌توان این‌طور استنباط کرد که کاهش شاخص‌های گلاسمیک (گلوکز و HbA1c) در بهبود عملکرد شناختی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ نقش ندارد. هنوز مکانیسم‌های دقیق تأثیر تمرین ورزشی بر شناخت، به‌طور کامل شناسایی نشده است (۲۰) و محققین عنوان کرده‌اند که احتمالاً ورزش منظم به‌واسطه‌ی ایجاد تغییر در چندین فاکتور خطرزای مرتبط با عملکرد شناختی، منجر به بهبود سلامت مغزی و عملکرد شناختی در افراد مسن می‌شود (۲۱).

کنترل قند خون ازجمله عواملی است که ورزش به‌واسطه‌ی آن نقش مثبتی را در بهبود عملکرد شناختی بیماران دیابتی ایفا می‌کند (۱۱،۷). مطالعات کمی به بررسی نقش ورزش بر عملکرد شناختی، گلوکز و HbA1c پرداخته‌اند و اطلاعات کافی

مدت کوتاه و شدت پایین تمرینات عواملی مؤثر در عدم تغییر معنی‌دار آزمون‌های فراخنای ارقام روبه‌جلو و نماد و ارقام هستند. هنوز پروتکل تمرینی مشخصی جهت بهبود عملکرد شناختی به‌وسیله‌ی تمرینات ورزشی وجود ندارد. بنابراین به نظر می‌رسد تحقیقات آینده باید بر برنامه‌های تمرینی ویژه با شدت و مدت مناسب جهت بهبود عملکرد شناختی و تأثیرات آن‌ها بر عوامل بیوشیمیایی مرتبط با شناخت، متمرکز شوند.

از طرف دیگر، در تحقیقات مختلف سودمندی ناشی از انجام تمرینات ورزشی بر افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ مورد تأیید قرار گرفته است و مدارک بسیاری وجود دارد که تمرین ورزشی، عواقب زندگی کم‌تحرک را در این افراد کاهش می‌دهد. از سوی دیگر همواره محققین بر آن دسته از تمرینات ورزشی تأکید داشته‌اند که تمام شاخص‌های آمادگی جسمانی را در برگیرد (۲۹). در نتیجه، در این مطالعه سعی بر آن شد که پروتکل تمرینی به صورتی طراحی شود که در حد امکان بتواند علاوه بر عملکرد شناختی ابعاد مختلف عملکرد جسمانی از جمله تعادل را نیز بهبود بخشد. مطالعه‌ی حاضر نشان داد ۱۲ هفته تمرین ترکیبی باعث بهبود معنی‌دار تعادل پویا در افراد دیابتی نوع ۲ شد، اما بر تعادل ایستای این افراد تأثیر معنی‌داری نداشت. کنترل ضعیف گلیسمیک در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌تواند در طولانی‌مدت، به تخریب پیش‌رونده‌ی الیاف عصبی-حسی منجر شود. به نظر می‌رسد، فعالیت بدنی باعث تقویت این سیستم‌ها شده و تعادل را افزایش می‌دهد (۳۰). ابراهیمی و همکاران، در پژوهش خود بر روی ۳۰ زن مبتلا به بیماری دیابت نوع ۲ با دامنه سنی ۴۵-۳۰ سال دریافتند، ۸ هفته تمرین پیلاتس، ۳ روز در هفته، ۳ ست با ۳۰-۶ تکرار باعث بهبود تعادل ایستا در آنان می‌گردد اما تعادل پویا را تغییر نمی‌دهد آن‌ها علت عدم‌تغییر معنی‌دار در تعادل پویا را به کار نبردن تمرینات ویژه جهت بهبود تعادل پویا و تأکید بیشتر بر تمرینات کششی و قدرتی دانستند. همچنین بیان کردند بهبود قدرت عضلانی، عوامل روانی (استرس و اضطراب) و همچنین فراهم آمدن فرصت‌های تمرینی جهت استفاده‌ی مکرر از فرآیندهای

پردازش (۲۵). همچنین به نظر می‌رسد طول دوره‌ی تمرینی و تمرکز بر فعال نگه‌داشتن مغز با طراحی برنامه‌های تمرینی مختلف می‌تواند در نتیجه بخش بودن آن‌ها مؤثر باشد (۲۶). بنابراین در این تحقیق از تمرینات ترکیبی استفاده‌شده تا بتوان تأثیر آن را بر حوزه‌های مختلف مغز بررسی کرد. آزمون فراخنای ارقام روبه‌جلو و نماد و ارقام دو خرده مقیاس آزمون وکسلر هستند که برای سنجش ظرفیت حافظه کوتاه‌مدت و ارزیابی سرعت پردازش اطلاعات استفاده می‌شوند. این مطالعه نشان داد ۱۲ هفته تمرین ترکیبی اثر معنی‌داری بر نتایج آزمون فراخنای ارقام روبه‌جلو، نماد و ارقام در بیماران دیابتی نوع ۲ ندارد. در این راستا Yanagawa و همکاران نیز در مطالعه‌ای بر روی ۶۰ فرد مسن مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان دادند ۱۲ هفته تمرین JOBA (تمرین اسب‌سواری شبیه‌سازی‌شده)، ۴ روز در هفته، به مدت ۴۵ دقیقه در هر جلسه تأثیری بر عملکرد شناختی (تست نماد و ارقام) این افراد ندارد ولی فاکتورهای خونی HbA1c و گلوکز را کاهش می‌دهد (۲۷). در مقابل Baker و همکاران در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرین هوازی بر روی افراد مبتلا به اختلال شناختی خفیف (MCI)، با میانگین سنی ۷۰ سال پرداختند. آن‌ها دریافتند ۲۶ هفته (چهار جلسه در هفته) تمرین هوازی به‌طوری‌که فرد در مدت ۶۰-۴۵ دقیقه به ۸۵-۷۵٪ ضربان قلب نخیره برسد، باعث بهبود معنی‌دار در تست‌های عملکرد شناختی (آزمون نماد و ارقام) در این افراد می‌گردد. در این مطالعه عنوان‌شده است که اثرات بهبود عملکرد شناختی ناشی از ورزش در زنان بیشتر از مردان است و این نتایج مثبت به‌طور خاص مربوط به توجه انتخابی، سرعت پردازش و انعطاف‌پذیری شناختی بوده است (۸). براساس نظریه‌ی بهبود انتخابی که توسط Kramer و همکاران عنوان شد به نظر می‌رسد تمرین هوازی به‌طور انتخابی در حوزه‌های مختلف عملکرد شناختی، مؤثر است و انواع مداخلات ورزشی تأثیرات منحصر به فردی را به همراه دارند (۲۸) که شاید برنامه‌ی تمرینی مطالعه‌ی حاضر، حوزه‌های شناختی این دو آزمون را به‌طور کامل در برنگرفته است. به نظر می‌رسد عواملی مانند



## نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج به دست آمده نشان داد ۱۲ هفته تمرین ترکیبی باعث بهبود عملکرد شناختی در حوزه‌های سرعت پردازش اطلاعات و حافظه کوتاه مدت در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ نمی‌گردد، اما عملکرد جسمانی و شاخص‌های گلیسمیک را به طور معنی‌داری در آن‌ها بهبود می‌بخشد. لذا به بیماران دیابتی توصیه می‌گردد، تمرینات ورزشی ترکیبی را به طور مستمر و در شدت مناسب، در کنار دیگر راه‌های درمانی استفاده نمایند.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان سپاس و قدردانی خود را از تمام شرکت‌کنندگان در این مقاله اعلام می‌دارند. این مقاله حاصل رساله‌ی دکتری مصوب دانشگاه حکیم سبزواری است.

## تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

## مشارکت نویسندگان:

- (۱) مفهوم پردازی و طراحی مطالعه، یا جمع آوری داده‌ها، یا تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها: نفیسه قدرتی
- (۲) تهیه پیش نویس مقاله یا بازبینی آن جهت تدوین محتوای اندیشمندانه: نفیسه قدرتی
- (۳) تایید نهایی دستنوشته پیش از ارسال به مجله: امیرحسین حقیقی و علیرضا حسینی کاخک

ذهنی می‌تواند در افزایش توانایی تعادل در این افراد مؤثر باشد (۳۱). نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر نیز افزایش قدرت در عضلات پایین تنه و بالاتنه‌ی افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ بعد از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی را نشان داد. افراد دیابتی از ظرفیت پایین تری جهت افزایش قدرت برخوردارند این در حالی است که افزایش قدرت عضلانی در بیماران دیابتی به جهت بروز عوارضی مانند نروپاتی و در نتیجه توانایی تعادل کمتر می‌تواند بسیار مورد توجه باشد مطالعات نشان می‌دهد تمرینات قدرتی به واسطه‌ی تأثیر بر سازوکارهای عصبی-عضلانی می‌تواند قدرت عضلانی و به دنبال آن تعادل را در این بیماران بهبود بخشد (۳۲).

همچنین در این تحقیق نشان داده شد که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی، مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی را به طور معنی‌داری بهبود می‌بخشد. با توجه به این که افراد شرکت‌کننده در این مطالعه غیرفعال و مبتلا به دیابت نوع ۲ بودند از سطح حداکثر اکسیژن مصرفی پایین تری برخوردار بوده و افزایش این شاخص می‌تواند نقش مؤثری در سلامت جسمانی این افراد داشته باشد به نظر می‌رسد شدت تمرینی پایین و حجم نمونه‌ی کم از جمله عواملی است که در نتیجه‌ی به دست آمده تأثیرگذار بوده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده، شدت‌های مختلف تمرینات ورزشی و نقش آن‌ها بر عملکرد شناختی را مورد توجه قرار دهند.

## References

1. Mukhtar Y, Galalian A, Yunusa U. A modern overview on diabetes mellitus: A chronic endocrine disorder. *European Journal of Biology*. 2019; 4(1):1-12.
2. Asif M. The prevention and control the type-2 diabetes by changing lifestyle and dietary pattern. *Journal of Education and Health Promotion On Web*. 2014; 21(3):1-12.
3. Moheet A, Mangia S, Seaquist ER. Impact of diabetes on cognitive function and brain structure. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2015; 1353(1):60-71.
4. Podolski N, Brixius K, Predel HG, Brinkmann C. Effects of regular physical activity on the cognitive performance of type 2 diabetic patients: A systematic review. *Metabolic syndrome and related disorder*. 2017; 15(10):481-493.
5. Anstey KJ, Sargent-Cox K, Eramudugolla R, Magliano DJ, Shaw JE. Association of cognitive function with glucose tolerance and trajectories of glucose tolerance over 12 years in the AusDiab study. *Alzheimer's Research & Therapy*. 2015; 7(1):48.
6. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2004; 27(10):2518-39.
7. Zhao RR, O'Sullivan AJ, Fiatarone Singh MA. Exercise or physical activity and cognitive function in adults with type 2 diabetes, insulin resistance or impaired glucose tolerance: a systematic review. *European Review of Aging and Physical Activity*. 2018; 22(15):1.
8. Baker LD, Frank LL, Foster-Schubert K, Green PS, Wilkinson CW, McTiernan A, et al. Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: a controlled trial. *Archives of neurology*. 2010; 67(1):71-9.
9. Morrison S, Colberg SR, Mariano M, Parson HK, Vinik AI. Balance training reduces falls risk in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes care*. 2010; 33(4):748-750.
10. American Diabetes Association. Classification and Diagnosis of Diabetes. *Standards of Medical Care in Diabetes*. 2019; 36(11): 13-28.
11. Lamotte G, Shah RC, Lazarov O, Corcos DM. Exercise training for persons with alzheimer's disease and caregivers: A review of dyadic exercise interventions. *Journal of motor behavior*. (2017); 49(4):365-377.
12. Kour H, Kothivale VA, Goudar, SH. Exercise and neuro-cognitive functions in patients with diabetes mellitus: A Review. *Indian Journal of Health Sciences and Biomedical Research KLEU*. 2015; 8(1):6-10.
13. Koekkoek PS, Rutten GE, Ruis C. Mild depressive symptoms do not influence cognitive functioning in patients with type 2 diabetes. *Psychoneuroendocrinology*. 2013; 38(3):376-386.
14. Wechsler D. *Wechsler adult intelligence scale-Revised Manual*. Harcourt, Brace, Janovich Publishers. 1981; New York.
15. Seneli RM, Ebersole KT, O'Connor KM, Snyder AC. Estimated V(O<sub>2</sub>)max from the rockport walk test on a nonmotorized curved treadmill. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013; 27(12):3495-505.
16. Jones CJ, Rikli R. Measuring functional. *The Journal on active aging*. 2002; 1:24-30.
17. Movahedi AR, Rahnama N, Zare s. The Effect of Balance Exercises on Static and Dynamic Balance of the Mentally Retarded Female Students. *Journal of Exercise Science and Medicine*. 2017; 8(2):143-158.
18. Suzuki T, Kim H, Yoshida H, Ishizaki T. Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. *Journal of bone and mineral metabolism*. 2004; 22(6):602-611.
19. Jensen CS, Hasselbalch SG, Waldemar G, Simonsen AH. Biochemical markers of physical exercise on mild cognitive impairment and dementia: systematic review and

perspectives. *Frontiers in neurology*. 2015; 26(6):187.

20. Kirk-Sanchez NJ, McGough EL. Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clinical Interventions in Aging*. 2014; 9:51-62.

21. Callisaya M, Nosaka K. Effects of exercise on type 2 diabetes mellitus-related cognitive impairment and dementia. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2017; 59(2):503-513.

22. Byrkjeland R, Stensæth KH, Anderssen S, Njerve U, Arnesen H, Seljeflot I, et al. Effects of exercise training on carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes and coronary artery disease influence of carotid plaques. *Cardiovascular diabetology*. 2016; 15(1):13.

23. Bweir S, Al-Jarrah M, Almalaty AM, Maayah M, Smirnova IV, Novikova L, et al. Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. *Diabetology & metabolic syndrome*. 2009; 1(1):27

24. Khodaei F, Nikbakht H, Gholami M, Babaee-Beigi MA, Ebrahim K. Effect of aerobic exercise on HbA1c and cognitive function in prediabetes patients with mild cognitive impairment. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2019; 11(4):218-225.

25. Molina-Sotomayor E, Onetti W, Castillo-Rodríguez A, González-Jurado J. Changes in

cognitive function and in the levels of glycosylated haemoglobin (HbA1c) in older women with type 2 diabetes mellitus subjected to a cardiorespiratory exercise programme. *Sustainability*. 2020; 12(12):5038.

26. Law CK, Lam FM, Chung RC, Pang MY. Physical exercise attenuates cognitive decline and reduces behavioural problems in people with mild cognitive impairment and dementia: a systematic review. *Journal of physiotherapy*. 2020; 66(1):9-18.

27. Yanagawa M, Umegaki H, Uno T, Oyun K, Kawano N, Maeno H, et al. Association between improvements in insulin resistance and changes in

cognitive function in elderly diabetic patients with normal cognitive function. *Geriatrics & gerontology international*. 2011; 11(3):341-7.

28. Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR, et al. Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*. 1999; 400(6743):418-9.

29. Mason RC, Horvat M, Nocera J. The effects of exercise on the physical fitness of high and moderate-low functioning older adult women. *Journal of aging research*. 2016; 2016.

30. Kluding PM, Pasnoor M, Singh R, Jernigan S, Farmer K, Rucker J, et al. The effect of exercise on neuropathic symptoms, nerve function, and cutaneous innervation in people with diabetic peripheral neuropathy. *Journal Diabetes Complications*. 2012; 26(5):424-9.

31. Ebrahimi F, Mahdavinjad M, Jalili HR. The effect of selected Pilates exercises on muscle strength, balance and hemoglobin glycosylation of female patients with type 2 diabetes. *Teb Varzeshi*. 2015; 7(2):251-265.

32. Celes R, Bottaro M, Cadore E, Dullius J, Schwartz F, Luzine F. Low-load high-velocity resistance exercises improve strength and functional capacity in diabetic patients. *European journal of translational myology*. 2017; 27(2):6292.

## the effect of a combined exercise course physical fitness, cognitive function and glycemic control in women with type 2 diabetes

Nafiseh Ghodrati<sup>1</sup>, Amir Hossein Haghghi<sup>\*2</sup>, Seyed Alireza Hosseini kakhak<sup>3,2</sup>

1. PhD student in Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabsevari University, Sabsevar, Iran
2. Associate Professor, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabsevari University, Sabsevar, Iran
3. Associate Professor, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University Mashhad, Mashhad, Iran

**Corresponding author:** Associate Professor, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabsevari University, Sabsevar, Iran  
E-mail: ah.haghghi@hsu.ac.ir

### Abstract

**Background & Aim:** Type 2 diabetes is one of the most common endocrine disorders, which can include Lack of blood sugar control, multiple cardiovascular problems, and decreased cognitive function . The aim of this study was to investigate the effect of a combined exercise course physical fitness, cognitive function and glycemic control in women with type 2 diabetes.

**Methods:** 21 female participants with type 2 diabetes were randomly divided into training (12) and control (9) groups. The combined exercise training program included aerobic, resistance and balance training that were performed for 12 weeks (3 sessions per week). Before and after the training period, fasting blood samples were taken from all subjects to measure serum HbA1c and glucose. Also, VO<sub>2</sub>max, static and dynamic balance and upper and lower body muscle strength were measured. Cognitive function was assessed using Digit symbol substitution and Forward digit span tests. Data were analyzed using repeated measures analysis of variance at the significant level of  $P < 0.05$ .

**Results:** Glycosylated hemoglobin and glucose levels in the intervention group showed a significant decrease compared to the control group. Except for static balance in the experimental group, physical fitness improved significantly compared to the control group. Cognitive function did not show a significant change between the two groups.

**Conclusion:** Combined exercise can improve fitness and glycemic control in women with type 2 diabetes. These training have no effect on cognitive function.

### Keywords:

Diabetes, cognitive function, physical fitness, glycemic

**How to Cite this Article:** Ghodrati N, Haghghi AH, Hosseini kakhak SA. the effect of a combined exercise course physical fitness, cognitive function and glycemic control in women with type 2 diabetes. Journal of Torbat Heydaryeh University of Medical Sciences. 2022;9(4):81 -92.