

# پیشنهاد (پروپوزال) انجام طرح پژوهشی

## الف) کلیات طرح

۱- عنوان طرح:

به فارسی:

مقایسه دو شیوه تمرینی ترکیبی و سرعتی بر برخی بیومارکرهای جدید غیرتهاجمی اختلالات متابولیکی و کبدی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ ملیتوس

به انگلیسی:

**Effects of Two Combined and Sprint Training Methods on Some Novel Noninvasive Biomarkers of Metabolic and Hepatic Disorders in Women with type ۲ diabetes mellitus**

۲- مجری مسئول طرح:

دانشکده مستقر: ادبیات و علوم انسانی

نام و نام خانوادگی: دکتر ابراهیم بنی طالبی

مرتبه علمی و سمت: استادیار، عضو هیات علمی

۳- اعتبار کل طرح: ۹۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال اعتبار معادل طرح (حق تحقیق، هزینه پرسنلی و مسافرت): نود میلیون ریال

۴- زمان اجرای طرح به ماه: ۹ شروع: ۱۳۹۶/۳/۱ خاتمه: ۱۳۹۶/۱۲/۱

۵- محل اجرای طرح: دانشگاه شهکرد

۶- منابع تأمین کننده بودجه:

۷- مؤسساتی که با طرح همکاری خواهند داشت (نحوه همکاری):

۸- خلاصه طرح (حداکثر ۵ سطر):

در میان بسیاری از سیستم‌های موجود برآورد خطر بیماری‌های قلبی-عروقی امتیاز خطر فرامینگهام به طور گسترده‌ای در سطح جهانی استفاده می‌شود. این امتیاز ابزاری است که به منظور برآورد خطر واقعی و بر اساس یافته‌های کوهورت فرامینگهام طراحی شده و با استفاده از اطلاعات مربوط به سن، جنس، میزان کلسترول تام، کلسترول HDL، فشار خون سیستولی، سابقه مصرف دخانیات و سابقه‌ی ابتلا به دیابت، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی در ۱۰ سال آینده را پیش‌بینی می‌کند [۱، ۲].

همچنین، سندرم متابولیک مجموعه‌ای از عوامل خطر شامل چاقی، فشار خون بالا، دیس لیپدمی و افزایش گلوکز پلازما است. سندرم متابولیک قویا با ایجاد بیماری‌های قلبی-عروقی، مقاوت به انسولین و دیابت ملیتوس ارتباط دارد [۳-۶]. سندرم متابولیک بخشی از خطر کلی را که قابل انتساب به علل زمینه‌ای متابولیک مثل چاقی و توزیع غیرطبیعی بافت چربی می‌باشد را نشان می‌دهد [۷]. به نظر می‌رسد شیوع این سندرم به دلیل افزایش موازی در مورد چاقی رو به افزایش می‌باشد [۸]. اکثر افراد دارای سندرم متابولیک دارای اضافه وزن بوده یا چاق هستند. مطالعات بالینی همبستگی قوی بین چاقی شکمی و عوامل خطر مشخصه سندرم متابولیک را نشان می‌دهند [۹]. در این تحقیق منظور از سندروم متابولیکی، محاسبه نمره Z-Score است که با توجه به مقادیر گلوکز ناشتا (FPG)<sup>۱</sup>، تری گلیسیرید (TG)<sup>۲</sup>، لیپوپروتئین پرچگال (LDL)<sup>۳</sup>، دورکمر (WC)<sup>۴</sup> و میانگین فشارخون (MAP)<sup>۵</sup> محاسبه می‌شود [۱۰].

هر دو شاخص چهارگانه چربی<sup>۶</sup> (LTI) و شاخص شاخص پنج‌گانه چربی (LPI) اخیراً به عنوان شکل جدید و کارآمدی از ارزیابی نیمرخ لیپیدی و خطر بیماری‌های قلبی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. LTI و LPI بر اساس پروفایل چربی معمولی و عوامل خطر درحال ظهور مانند Lp(a)، apoA-I<sup>۷</sup> و apoB با توجه به چندعاملی بودن بیماری‌های قلبی، به عنوان مدل ارزیابی خطر جهانی در نظر گرفته شده‌اند [۱۱]. شاخص آتروژنیک پلازما (AIP)، که یک شاخص لیپوپروتئینی نسبتاً جدید بوده از نسبت TG/HDL-C بدست می‌آید و نشانگر حضور ذرات کوچک و متراکم LDL است، می‌تواند به عنوان یک معیار پیش‌بینی-کننده مناسب برای بیماری‌های کرونری قلب محسوب شود [۱۲].

## ب) مشخصات مجری و همکاران طرح:

### ۱- مجری مسئول طرح:

الف) نام و نام خانوادگی: دکتر ابراهیم بنی طالبی مرتبه علمی: استادیار نوع استخدام: رسمی-آزمایشی تاریخ استخدام: ۱۳۹۱/۹/۱

محل خدمت: دانشگاه شهرکرد تلفن محل کار: ۰۳۸۳۲۳۲۴۰۲

ب) نشانی منزل: دانشگاه شهرکرد- کوی اساتید شقایق ۱، بلوک ۴، طبقه همکف

ج) به طور متوسط، چند ساعت در هفته به این پروژه اختصاص می‌دهید؟ ۲۰

د) سایر طرح‌های در دست اجرا:

۱ - Fasting Plasma Glucose

۲- Triglyceride

۳ - High Density Lipoprotein

۴ - Waist circumference

۵ - MAP= (فشارخون سیستول + ۱/۳ فشارخون سیستول)

۶ . Lipid tetrad index

۷ . Apolipoprotein AI

ه) مدارج تحصیلی و تخصصی (در حد کارشناسی و بالاتر):

سال دریافت	مؤسسه - کشور	رشته تحصیلی / تخصصی	درجه تحصیلی / تخصصی	
۱۳۸۲	دانشگاه اصفهان-ایران	علوم ورزشی	کارشناسی	۱
۱۳۸۴	دانشگاه اصفهان-ایران	علوم ورزشی	کارشناسی ارشد	۲
۱۳۹۱	تربیت مدرس-ایران	فیزیولوژی ورزش	دکتری تخصصی	۳

و - فعالیت‌های تحقیقاتی، پایان یافته، در حال اجرا و تألیفات در ارتباط با موضوع طرح:

۲- سایر مجریان طرح:

نام و نام خانوادگی	درجه تحصیلی	رشته تحصیلی	مرتبۀ علمی	محل کار	میزان مشارکت مالی
اول					
دوم					
سوم					

۲- همکاران:

نام و نام خانوادگی	درجه تحصیلی	رشته تحصیلی	مرتبۀ علمی	محل کار	نوع همکاری	میزان همکاری (ساعت)
دکتر محمد فرامرزی	PhD	فیزیولوژی ورزش	دانشیار	دانشگاه شهرکرد	همکار اصلی	۵۰
سمیرا نصیری	کارشناسی ارشد	فیزیولوژی ورزش	-	-	همکار	۲۰
وحید ربیعی	کارشناسی ارشد	فیزیولوژی ورزش	-	-	همکار	۲۰
مجید مردانیان	کارشناسی ارشد	فیزیولوژی ورزش	-	-	همکار	۲۰

ج) اطلاعات تفصیلی طرح

۱- عنوان و نوع طرح پژوهشی

به فارسی:

مقایسه دو شیوه تمرینی متفاوت بر برخی بیومارکرهای جدید غیرتهاجمی اختلالات متابولیکی و کبدی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ ملیتوس

به انگلیسی:

**Effects of Two Training Methods Training on Some Novel Noninvasive Biomarkers of Metabolic and Hepatic Disorders in Women with type ۲ diabetes mellitus**

نوع طرح: □ بنیادی (گسترش مرزهای دانش) √ کاربردی (در چارچوب اولویت های پژوهشی/حل مسئله)

## ۲- تشریح جزئیات طرح:

### تعریف مسئله:

بیماری دیابت موسوم به بیماری قند، از بیماری‌های شایع در کشورهای توسعه یافته و توسعه نیافته است و تخمین زده شده تعداد افراد دیابتی در جهان از ۱۷۱ میلیون در سال ۲۰۰۰ به ۳۶۶ میلیون در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید [۱۳]. دیابت نوع ۲ یک اختلال متابولیک و درون ریز پیچیده است که اختلالات محیطی و ژنتیکی باعث بروز درجات متغیری از مقاومت به انسولین و مختل شدن کارکرد سلول‌های بتای پانکراس شده و در نهایت باعث دیابت می‌شود [۱۴].

دیابت نوع ۲ بوسیله تجمع نامناسب چربی در بافت‌های مختلف (همچون کبد، عضلات اسکلتی، قلب و پانکراس) و همچنین توزیع نامناسب بافت چربی مشخص می‌شود [۱۵]. تجمع نامناسب چربی از طریق تجمع تری‌گلیسریدها درون سلول‌های غیر چربی که در حالت طبیعی دارای مقادیر کمی چربی هستند مشخص می‌شود [۱۶]. در تعدادی از مطالعات نشان داده شد که آزمودنی‌های مبتلا به دیابت نوع ۲ از کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) [۱۷]، بیماری‌های قلبی-عروقی [۱۳] رنج می‌برند. نشان داده شده است که بیش از ۹۰ درصد بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ دارای NAFLD هستند [۱۵]. همچنین، بیشترین مرگ و میر به بیماری‌های قلبی عروقی و نزدیک ۷۰٪ نسبت داده می‌شود و بیماری ایسکمی تقریباً ۵۰٪ از این مرگ‌هاست، که بازتاب مستعد بودن بیمار مبتلا به دیابت نوع ۲ به نارسایی قلبی است [۱۸]. نشان داده شده است که کبد چرب و دیابت نوع ۲ دارای مکانیسم‌های پاتوفیزیولوژیکی مشترکی هستند [۱۹]. همچنین، بیماران مبتلا به سندرم مقاومت به انسولین دارای ریسک ۴-۱۱ برابری در افزایش NAFLD هستند [۲۰]. شواهدی وجود دارد که NAFLD نقش مهمی در پیشرفت مقاومت به انسولین دارد [۲۱].

کبد ارگان مرکزی در متابولیسم چربی و گلوکز در بدن است که هر دو توسط انسولین تنظیم می‌شوند. نشان داده شده است که بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ با محتوای بیشتر تری‌گلیسرید دارای نیمرخ متابولیکی ضعیف‌تری نسبت به افراد با محتوای تری-گلیسرید طبیعی هستند [۲۲]. در افراد دیابتی نوع ۲، شیوع کبد چرب غیرالکلی ممکن است ۲۰ تا ۷۰ درصد باشد [۲۳]. تجمع چربی در کبد، بدون التهاب نیز به طور شایع در افراد مبتلا به چاقی و دیابت و آنهایی که سایر اجزای سندرم متابولیک را دارند، طور روزافزون تشخیص داده می‌شود [۲۴]. پنج آنزیمی که به طور متداول در بیماری‌های کبدی اندازه‌گیری می‌شوند و در تشخیص این بیماری‌ها به کار می‌روند عبارتند از: آنزیم‌های آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، آلکال فسفاتاز (ALP)، گاماگلوتامیل ترانسفراز (GGT) و آنزیم لاکتات دهیدروژناز (LDH). بیماری‌های کبدی، مهم‌ترین عامل افزایش فعالیت ترانس آمیناز در سرم هستند. در اکثر انواع بیماری‌ها، فعالیت ALT بیشتر از AST است [۲۴].

الگوریتم‌های ساده بالینی از جمله شاخص کبد چرب<sup>۱</sup> (FLI) و فرآورده تجمع چربی<sup>۲</sup> (LAP)، به عنوان جانشینی برای شناسایی بیماری کبد چرب غیر الکلی توسعه یافته‌اند و استفاده این سه شاخص برای تشخیص کبد چرب با سونوگرافی رابطه‌ی تنگاتنگی دارد [۲۵-۲۷].

دیابت عامل خطرزای اصلی در توسعه بیماری قلبی عروقی است. خطر سکتة قلبی در مردان دیابتی ۵۰ درصد بیشتر است [۲۸]. پرفشاری خون، عدم کنترل قندخون، کلسترول بالای خون، توده چربی اضافی، استرس اکسیداتیو و اختلال عروقی از فاکتورهای خطر قلبی عروقی بوده و در افراد دیابتی بسیار شایع است. فشار خون بالا یکی از مشکلات است که ۶۰ درصد مبتلایان به دیابت نوع ۲ با آن روبرو هستند [۲۹]. خطر مشکلات قلبی عروقی در افراد دیابتی مبتلا به پرفشار خونی ۶۶ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از افراد دیابتی بدون پرفشاری است [۳۰]. بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ غالباً دارای ظرفیت پایین اکسیداتیو هستند [۳۱]. اختلالات متابولیکی در ظرفیت اکسیداتیو، هموستاز گلوکز و متابولیسم چربی، نه تنها در بروز مقاومت انسولین نقش دارند، بلکه در هموستاز انرژی نیز

<sup>۱</sup> Fatty liver index (FLI)

<sup>۲</sup> Lipid accumulation product (LAP)

اثرگذار می‌باشند. تعادل انرژی در بلندمدت از طریق عمل ترکیبی انسولین و لپتین در مغز حادث می‌شود [۳۲]. غلظت بالای انسولین و لپتین در ایجاد فشار خون بالا همراه با چاقی از طریق فعال‌سازی سیستم عصبی سمپاتیک و رهایی کاتکولامین‌ها نقش دارد [۳۳].

در میان بسیاری از سیستم‌های موجود برآورد خطر بیماری‌های قلبی-عروقی امتیاز خطر فرامینگهام به طور گسترده‌ای در سطح جهانی استفاده می‌شود. این امتیاز ابزاری است که به منظور برآورد خطر واقعی و بر اساس یافته‌های کوهورت فرامینگهام طراحی شده و با استفاده از اطلاعات مربوط به سن، جنس، میزان کلسترول تام، کلسترول HDL، فشار خون سیستولی، سابقه مصرف دخانیات و سابقه‌ی ابتلا به دیابت، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی در ۱۰ سال آینده را پیش‌بینی می‌کند [۱، ۲].

همچنین، سندرم متابولیک مجموعه‌ای از عوامل خطر شامل چاقی، فشار خون بالا، دیس لیپیدی و افزایش گلوکز پلازما است. سندرم متابولیک قویا با ایجاد بیماری‌های قلبی-عروقی، مقاوت به انسولین و دیابت ملیتوس ارتباط دارد [۳-۶]. سندرم متابولیک بخشی از خطر کلی را که قابل انتساب به علل زمینه‌ای متابولیک مثل چاقی و توزیع غیرطبیعی بافت چربی می‌باشد را نشان می‌دهد [۷]. به نظر می‌رسد شیوع این سندرم به دلیل افزایش موازی در مورد چاقی رو به افزایش می‌باشد [۸]. اکثر افراد دارای سندرم متابولیک دارای اضافه وزن بوده یا چاق هستند. مطالعات بالینی همبستگی قوی بین چاقی شکمی و عوامل خطر مشخصه سندرم متابولیک را نشان می‌دهند [۹]. در این تحقیق منظور از سندروم متابولیکی، محاسبه نمره Z-Score است که با توجه به مقادیر گلوکز ناشتا (FPG)<sup>۱</sup>، تری گلیسیرید (TG)<sup>۲</sup>، لیپوپروتئین پرچگال (LDL)<sup>۳</sup>، دور کمر (WC)<sup>۴</sup> و میانگین فشارخون (MAP)<sup>۵</sup> محاسبه می‌شود [۱۰].

هر دو شاخص چهارگانه چربی<sup>۶</sup> (LTI) و شاخص شاخص پنج‌گانه چربی (LPI) اخیراً به عنوان شکل جدید و کارآمدی از ارزیابی نیمرخ لیپیدی و خطر بیماری‌های قلبی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. LTI و LPI بر اساس پروفایل چربی معمولی و عوامل خطر در حال ظهور مانند Lp(a)، apoA-I<sup>۷</sup> و apoB<sup>۸</sup> با توجه به چندعاملی بودن بیماری‌های قلبی، به عنوان مدل ارزیابی خطر جهانی در نظر گرفته شده‌اند [۱۱]. شاخص آتروژنیک پلازما (AIP)، که یک شاخص لیپوپروتئینی نسبتاً جدید بوده از نسبت TG/HDL-C بدست می‌آید و نشانگر حضور ذرات کوچک و متراکم LDL است، می‌تواند به عنوان یک معیار پیش‌بینی-کننده مناسب برای بیماری‌های کرونری قلب محسوب شود [۱۲].

مطالعات نشان می‌دهد که چند متغیر ارزان و موثر با استفاده از تن‌سنجی ساده در مقایسه با مدل‌های پیچیده‌تر وجود دارد. شاخص توده بدن و دور کمر، دو شاخص بالینی برای ارزیابی چربی بدن، معمولاً برای تشخیص پیش دیابت و خطر ابتلا به دیابت استفاده می‌شود. BMI رایج‌ترین عمل اندازه‌گیری بالینی برای توصیف ترکیب بدن در افراد است با این حال مورد انتقاد قرار گرفته است، زیرا چربی بدن را به طور نادرست اندازه‌گیری می‌کند [۳۴]. برگمن<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۱) پارامتری جدید به نام شاخص شاخص چاقی بدن<sup>۹</sup> را معرفی کردند که تنها با اندازه‌گیری دور باسن و قد محاسبه می‌شود [۳۵]. شاخص BAI همبستگی بالایی با چربی اندازه‌گیری شده بدن با روش جذب دوگانه‌ی اشعه ایکس (DXA) دارد که روش استاندارد طلایی برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن در روش‌های بالینی بشمار می‌رود اما این روش گران قیمت و در یک محیط بالینی معمول یا برای مطالعات اپیدمیولوژیک بزرگ عملی نیست [۳۴]. علاوه بر این، مزیت مهم BAI نسبت به BMI ارائه‌ی یک روش برآورد درصد چاقی بدن بدون نیاز به ارزیابی وزن بدن است؛ همچنین BAI درصد بدن چربی را به طور مستقیم تخمین می‌زند [۱۰].

۱ - Fasting Plasma Glucose

۲ - Triglyceride

۳ - High Density Lipoprotein

۴ - Waist circumference

۵ - MAP = (۲/۳ فشارخون سیستول + ۱/۳ فشار خون سیستول)

۶ . Lipid tetrad index

۷ . Apolipoprotein AI

۸ . Bergman

۹ . Body adiposity index

۵

علاوه بر این، شاخص چاقی احشایی<sup>۱</sup> (VAI)، یک مدل ریاضی بر اساس شاخص توده بدنی، دور کمر، تری گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بالا<sup>۲</sup> (HDL)، یک ابزار موثر تر برای پیش دیابت و پیش بینی دیابت است. علاوه بر این، شاخص تری گلیسرید- گلوکز<sup>۳</sup> (TyG) و همچنین گزارش شده است تری گلیسرید- گلوکز مرتبط با شاخص توده بدنی (TyG-BMI) و تری گلیسرید- گلوکز مرتبط با شاخص دور کمر (TyG-WC) نیز نشانگر و جایگزین بسیار خوبی برای تشخیص مقاومت به انسولین است که به عنوان یک مکانیزم پاتولوژیک حیاتی تلقی می شود [۳۶، ۳۷].

شاخص تری گلیسرید- گلوکز یک نشانگر ساده است که با توجه به همبستگی با درجه مقاومت به انسولین توسط هایپرانسولینمی و مطالعات کلامپ اندازه گیری شده است. همچنین، نشان داده شده است که شاخص برگرفته از تری گلیسرید و سطوح گلوکز ناشتا (شاخص TyG) به عنوان یک نشانگر جایگزین برای برآورد شاخص ارزیابی مدل هموستازی<sup>۱</sup> (HOMA-IR) در افراد سالم است [۳۶، ۳۷]. و شاخص تری گلیسرید- گلوکز حساسیت و ویژگی بالاتری در مقایسه با هایپرانسولینمی برای شناخت مقاومت به انسولین دارد [۳۸]. برتری شاخص تری گلیسرید- گلوکز در شناسایی مقاومت به انسولین در بسیاری از مطالعات گزارش شده است [۳۶-۳۸]. با این یافته ها، یک جایگزین بسیار کار آمد برای اندازه گیری ایجاد شده است که به راحتی میتوان در محیط بالینی مورد استفاده قرار گیرد [۳۸]. ردیکاوا و مونیاپا و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) به طور وسیعی HOMA-IR در مطالعات اپیدمیولوژیک، کارآزمایی های بالینی و مطالعات بالینی مورد استفاده قرار گرفته و رایج ترین روش اندازه گیری مقاومت به انسولین می باشد. با این حال، سایر روش ها در شرایط مختلف بر این روش برتری دارند. سیمنتنا مدیلا و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۸) شاخص تری گلیسرید گلوکز (TyG) را با شاخص HOMA-IR برای تشخیص اختلال تحمل گلوکز مقایسه گردید [۳۹]. رمرو و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۰) ویژگی های شاخص TyG، حساسیت و ویژگی بالا ی آن برای تشخیص مقاومت به انسولین را گزارش کردند. در این روش، علاوه بر گلوکز، از اندازه گیری تری گلیسرید ناشتا به عنوان مؤلفه قوی مقاومت به انسولین کبدی و مقاومت به انسولین عضلانی استفاده شده است [۴۰].

تغییر شیوه ی زندگی (از طریق تغییر در رژیم غذایی و فعالیت فیزیکی و اصلاح رفتار (بر اساس برنامه طراحی شده توسط روانپزشک)، دارودرمانی (داروهای شیمیایی و استفاده از داروهای گیاهی)، لیپوساکشن و جراحی روش هایی برای درمان چاقی و اضافه وزن است [۴۱].

تا به امروز، کاهش وزن، تنها درمان قطعی برای کبد چرب غیرالکلی است و مداخلات شیوه زندگی، تنها بخشی از مدیریت آن است. رسیدن به کاهش وزن و نگهداری آن مشکل است؛ لذا تمرین و فعالیت بدنی، به طور بالقوه می تواند در کاهش چربی کبد مؤثر باشد. فعالیت جسمانی منظم در افزایش حساسیت انسولین، افزایش متابولیسم گلوکز مؤثر است. روش های مختلفی از فعالیت بدنی به همراه رعایت رژیم غذایی به طور گسترده برای جلوگیری از دیابت پیشنهاد شده اند. انجمن دیابت آمریکا برای افراد مبتلا به دیابت نوع دو پیشنهاد می کند که تمرینات هوازی را حداقل ۱۵۰ دقیقه با شدت متوسط یا حداقل ۹۰ دقیقه از تمرینات سخت هوازی را در هفته انجام دهند. البته این تمرینات برای بالغین مبتلا به دیابت که احتمالاً به چاقی، بیماری قلبی-عروقی و آرتروز مبتلا هستند؛ مناسب نیست [۴۲].

هرچند در ارتباط با نوع ورزش مورد نیاز برای فراهم کردن اسباب سلامتی هنوز اتفاق نظر وجود ندارد، اما دانستن مکانیزم هایی که ورزش توسط آن ها می تواند خطر این بیماری ها را دستخوش تغییر کند از اهمیت بالائی برخوردار است [۴۳]. به نظر می رسد این اثرات مفید ورزش در بهبود بیشتر حساسیت انسولینی با شدت های تمرینی بالاتر به وجود آید [۴۴].

واژه تمرینات تناوبی خیلی شدید<sup>۴</sup> (HIIT) و تمرینات سرعتی تناوبی<sup>۵</sup> (SIT) به عنوان تمرینات تناوبی خیلی شدید در بین افراد از عمومیت برخوردار نیست؛ اما متخصصین علوم ورزشی و همچنین متخصصین علوم بالینی به این نکته توجه دارند که استفاده از تمرینات سرعتی تناوبی (انفجاری) در مقایسه با تمرینات طولانی مدت با شدت متوسط می تواند از اثرات مفیدتری برای بهبود

۱ Visceral adiposity index; (VAI)

۲ High-density lipoprotein (HDL)

۳ Triglycerides glucose (TyG)

۴- High Intensity Interval Training

۵- Sprint Interval Training

عملکرد ورزشکاران، بالا بردن آمادگی جسمانی افراد سالم و همچنین درمان و بازتوانی برخی از بیماری‌ها برخوردار باشد [۴۵]. از طرف دیگر، علاوه بر کمبود وقت که مبتلایان به دیابت نوع دو بهانه‌ای برای عدم انجام فعالیت بدنی منظم داشتند، تحقیقات کاهش قند خون حتی تا ۴۸ ساعت بعد از یک وهله ورزش تداومی را در افراد مبتلا به دیابت نوع دو مشاهده کردند که این دو علت اصلی برای عدم انجام فعالیت‌های ورزشی رایج در بین مبتلایان بشمار می‌آید [۴۴]. از سوی دیگر نشان داده شده است که هزینه انرژی در تمرینات با شدت بالا (HIIT) بیشتر است [۴۶] و همچنین نقش این تمرینات در بهبود آمادگی هوازی نیز نشان داده شده است [۴۷]. بر اساس یافته‌های موجود نشان داده شد که تمرینات HIIT برای بیماران دیابتی مفید بوده و آن‌ها می‌توانند با صرفه‌جویی در زمان و هزینه از فواید این نوع تمرینات بهره‌مند گردند [۴۳]. لذا هدف این تحقیق بررسی مقایسه دو شیوه تمرینی متفاوت بر برخی بیومارکرهای جدید غیرتهاجمی اختلالات متابولیکی و کبدی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ ملیتوس است.

#### فرضیات:

- ۱- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر FLI زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۲- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر LAP زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۳- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر نمره سندرم متابولیکی زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۴- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر LIT دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۵- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر LPI زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۶- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر AIP زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۷- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر TyG-Index زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۸- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر TyG-WC Index زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۹- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر  $\beta$ -cell HOMA زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۱۰- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر VAI زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۱۱- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر BAI زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۱۲- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر شاخص استئاتوز کبدی فرامینگهام زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.
- ۱۳- بین تاثیر تمرینات سرعتی شدید (SIT) و ترکیبی (هوازی- قدرتی) بر نمره شاخص چربی کبد (Fatty Liver Index Score) زنان دیابتی نوع ۲ تفاوت وجود دارد.

#### اهداف اصلی:

مقایسه دو شیوه تمرینی متفاوت بر برخی بیومارکرهای جدید غیرتهاجمی اختلالات متابولیکی و کبدی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ ملیتوس

#### روش و تکنیک‌های اجرایی:

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی- کارآزمایی بالینی است. این مطالعه به روش تصادفی روی ۶۰ آزمودنی (زنان دیابتی نوع ۲) صورت می‌گیرد که دارای سابقه ابتلا بیش از ۱۰ سال هستند.

برای انجام این پژوهش آزمودنی‌ها از بین افراد مراجعه کننده به مطب پزشک متخصص غدد با دامنه سنی ۴۰ تا ۶۰ سال که داوطلب به شرکت در این تحقیق هستند انتخاب می‌شوند. ابتدا موضوع بررسی، هدف، فواید و خطرات احتمالی آن و روش اجرای کار گفته می‌شود. در مجموع ۶۰ نفر واجد شرایط که بر اساس معیارهای انجمن دیابت امریکا دارای یکی از معیارهای پیش رو

باشند: (۱) گلوکز پلاسما استراحتی بالای ۱-۱۲۶ mg.dl (۲) علائم دیابت مانند ادرار زیاد، تشنگی زیاد، از دست دادن غیر منتظره وزن بعلاوه گلوکز پلاسما معمول ۱-۲۰۰ mg.dl و یا بیشتر و (۳) در تست تحمل گلوکز خوراکی با استفاده از ۷۵ گرم گلوکز، گلوکز پلاسما در ۲ ساعت بالای ۱-۲۰۰ mg.dl و (۴) مقدار هموگلوبین گلیکوزیله (Glycosylated hemoglobin) (A1c) باشد [۴۸]، به صورت هدفمند انتخاب و برای شرکت در پژوهش حاضر، رضایتنامه کتبی گرفته خواهد شد. سپس افراد واجد شرایط به صورت تصادفی در ۳ گروه زیر قرار می گیرند.

۱- گروه تمرین SIT

۲- گروه تمرین ترکیبی

۳- گروه کنترل

در هر گروه، ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرینی طی مرحله پیش آزمون تمام متغیرهای وابسته تحقیق (بیوشیمیایی و آنتروپومتری) و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه پروتکل تمرین تمام اندازه گیری ها در قالب یک پس آزمون تکرار می شود.

### ۱- برنامه تمرینی SIT:

گروه تمرین SIT به مدت ۶ هفته و سه جلسه در هفته در روزهای زوج (دوشنبه، چهارشنبه و جمعه) تمرین خواهند کرد. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن (شامل: گرم کردن مفاصل و اجرای حرکات کششی و سپس رکاب زدن بدون بار بر روی دوچرخه کارسنج بود)، تمرین اصلی شامل ۴-۱۰ تکرار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای بر روی ارگومتر با تلاش حداکثر (All out) بود. تعداد اجراهای تست وینگیت در طی هر هفته تمرینی افزایش پیدا خواهد کرد [۴۹]. زمان ریکاوری بین هر تکرار، ۴ دقیقه در نظر گرفته خواهد شد. زمان کل فعالیت برای این شیوه تمرینی ۲۰ تا ۴۰ دقیقه در نظر گرفته خواهد شد. افراد در این گروه یک فعالیت رکاب زنی در آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای با مقاومت معادل ۷/۵ درصد وزن بدن خود را اعمال خواهند کرد. در این روش تمرینی شدید از آزمودنی‌ها خواسته خواهد شد تا با حداکثر تلاش رکاب بزنند. در پایان هر جلسه تمرین، از افراد خواسته خواهد شد تا بمدت ۵ دقیقه با انجام حرکات کششی و راه رفتن بدن خود را سرد کنند [۵۰]. جهت فردی کردن پروتکل تحقیق، افرادی که سه اینتروال را در اولین جلسه تمرین SIT کامل انجام دادند به اندازه ۱۰ درصد بر اساس عملکرد درک فشار میزان وات اضافه می‌شود، درحالی‌که افرادی که قادر به حفظ ۱۲۰ rpm را برای هر اینتروال نداشت، مقدار وات به اندازه ۱۰ درصد بر اساس ملاک های مشابه کاهش خواهد یافت. در طول ۶ هفته تمرین SIT چنانچه یک فرد سه اینتروال در طول ۲ جلسه پیاپی در شدت بالای ۱۲۰ rpm حفظ کرد، وات تا ۱۰ درصد افزایش یافت تا شدت حداکثر در طول هر جلسه تمرین شود [۵۱].

### ۲- گروه تمرینی ترکیبی

در گروه تمرین ترکیبی، به مدت ۶ هفته به تمرینات ترکیبی می پردازند (طبق جدول ۱). گروه تمرینی ترکیبی برای سه جلسه در هفته تمرین استقامتی و دو جلسه در هفته تمرین قدرتی انجام خواهند داد [۵۲]. لازم به ذکر است گروه کنترل در این دوره در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نخواهد کرد.

کلیه‌ی شرکت کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص پژوهش را دریافت خواهند نمود و پس از مطالعه، از آنها درخواست می‌شود رضایتنامه‌ی کتبی را امضا نمایند. همچنین، پژوهش حاضر زیر نظر پزشک متخصص و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام می‌شود و کلیه‌ی آزمودنی‌ها با تکمیل پرسشنامه‌ی PARQ و پرسشنامه پیشینه پزشکی هیچ گونه پیشینه‌ی بیماری‌های قلبی و عروقی، فشار خون بالا، دیابت، بیماری‌های کلیوی و کبدی اثرگذار بر سطح دستگاه هورمونی نخواهند داشت. آزمودنی‌ها در یک جلسه با نحوه‌ی انجام فعالیت ورزشی و نحوه‌ی خون گیری آشنا می‌شوند. به منظور کاهش برخی عوامل مداخله گر و مخدوش کننده‌ی مؤثر در نتایج پژوهش و به منظور کاهش آثار نوع غذا بر شاخصهای هورمونی، از آزمودنی‌ها درخواست خواهد شد به مدت حداقل ۲۴ ساعت قبل از انجام برنامه‌ی ورزشی و خونگیری از خوردن غذاهای آماده و همچنین آشامیدنی‌های کافئین دار خودداری کنند.



شاخص های ورود به تحقیق شامل داشتن سطح سلامت عمومی جسمانی و روانی خواهد بود. ملاک خروج از مطالعه ابتلا به بیماری قلبی عروقی، دیابت، اختلالات هورمونی، بیماری های کلیوی و کبدی، جراحی، سیگاری بودن و هر گونه مداخله ی درمانی مؤثر بر نتایج آزمایشگاهی خواهد بود.

جدول ۱: برنامه تمرین برای گروه ترکیبی طبق جدول زیر خواهد بود.

Week	Aerobic training			Resistance training			
	Duration (min/day)	Intensity, (%maxHR)*	Frequency, (days/week)	Sets (n)	Repetitions (n)	Weight (max reps†)	Frequency (session/week)
Run-in phase							
1-2	15	60	3	1	15	15	2
3-4	20	60	3	2	15	15	2
Intervention phase							
5-6	25	70	3	3	12	12	3
7-8	30	70	3	3	12	12	3
9-10	35	70	3	3	12	12	3
11-12	40	70	3	3	10	10	3

اطلاعات مربوط به تحقیق به صورت میدانی و آزمایشگاهی گردآوری می شود. اطلاعات مربوط به قد، وزن، محیط دور کمر و دور باسن آزمودنی ها با استفاده از متر نواری و ترازوی دیجیتال اندازه گیری می شود. فشار خون با دستگاه فشار سنج و درصد چربی با استفاده از دستگاه کالیپر اندازه گیری می شود. وضعیت سلامتی و فعالیت بدنی آزمودنی ها با استفاده از پرسشنامه به دست آورده می شود. اندازه گیری شاخص های بیوشیمیایی: پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه آزمودنی ها رأس ساعت ۹ صبح در محل آزمایشگاه تخصصی حضور خواهند یافت و نمونه خون اولیه به میزان ۱۰ سی سی از ورید قدامی بازویی توسط متخصصین خون گیری آزمایشگاه از آنها گرفته خواهد شد. سپس نمونه خون سانتریفیوژ شده و نمونه سرمی آن جدا شد، اندازه گیری سطوح HbA1C در همان روز نمونه گیری انجام خواهد شد. پس از جمع آوری داده های اولیه، برنامه تمرین از روز بعد به مدت ۸ هفته در محل سالن ورزشی آغاز شد. بعد از اتمام دوره تمرین، پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه ی تمرین مجدداً اندازه گیری های آنتروپومتریک و آزمایشگاهی در شرایط و زمان آزمون های اولیه و با همان ابزار توسط محقق و متخصص آزمایشگاه انجام خواهد پذیرفت. برای ارزیابی فاکتورهای سرمی فوق از روش الایزا استفاده خواهد شد. برای برآورد حداکثر قدرت: ابتدا آزمودنی با انتخاب وزنه های بسیار سبک خود را گرم کرده و سپس طبق برآورد خود آزمودنی وزنه ای انتخاب خواهد شد که آزمودنی بتواند حداقل یکبار و حداکثر ۱۰ بار آن را به صورت کامل و صحیح بلند کند. با جایگذاری مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول زیر، قدرت بیشینه آزمودنی در هر حرکت به دست خواهد آمد [۵۳].

$$\text{تعداد تکرارها} \times (0.0278) - (0.0278) / 1 = \text{مقدار وزنه} \times 1 \text{RM}$$

برای برآورد VO<sub>2</sub>max: آزمودنی ها از آزمون ۱۲ دقیقه راه رفتن و دویدن استفاده می کنند، به این صورت که آزمودنی ها به مدت ۱۲ دقیقه دور زمین بسکتبال می دوند و مسافت طی شده توسط هر آزمودنی محاسبه می گردد و سپس با استفاده از فرمول زیر VO<sub>2</sub>max آنها محاسبه خواهد شد [۵۳].

$$\text{VO}_2 \text{ max} = [0.0268 \times (D)] - 11.3$$

که در این فرمول D مسافت طی شده به متر می باشد.

اطلاعات مربوط به متغیرهای این تحقیق به صورت میدانی و آزمایشگاهی گردآوری می شود. اطلاعات مربوط به قد و وزن و محیط دور کمر آزمودنی ها با استفاده از متر نواری و ترازوی دیجیتال و درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر اندازه گیری می شود. اطلاعات مربوط به سن و وضعیت سلامتی و فعالیت بدنی آزمودنی ها با استفاده از پرسشنامه جمع آوری می شود.

۳- ابزار گردآوری اطلاعات:

۱- متر و ترازوی دیجیتالی به منظور اندازه گیری قد و وزن، محیط دور کمر و دور باسن آزمودنی ها

۲- فشار سنج به منظور اندازه گیری فشار خون

۳- جهت ارزیابی درصد چربی بدن از کالیبر استفاده می شود

۴- ضربان سنج ساعتی مدل POLARS- series Tolkit به منظور کنترل و بازخوانی ضربان قلب آزمودنی ها

همچنین در رابطه با کنترل شدت تمرین، این کار با تعیین ضربان قلب آزمودنی ها قبل از شروع تمرینات، حین اجرا و پس از انجام فعالیت در هر جلسه توسط پژوهشگران با استفاده از ضربان سنج پولار انجام خواهد شد [۵۴].

برای برآورد حداکثر قدرت: ابتدا آزمودنی با انتخاب وزنه های بسیار سبک خود را گرم کرده و سپس طبق برآورد خود آزمودنی وزنه ای انتخاب خواهد شد که آزمودنی بتواند حداقل یکبار و حداکثر ۱۰ بار آن را به صورت کامل و صحیح بلند کند. با جایگذاری مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول زیر، قدرت بیشینه آزمودنی در هر حرکت به دست خواهد آمد [۵۵].

$$\text{تعداد تکرارها} \times (0.0278 - 1 / 0.278) = \text{مقدار وزنه} \times 1 \text{RM}$$

برای برآورد  $\text{VO}_2\text{max}$ : از آزمون اصلاح شده بروس استفاده خواهد شد [۵۵].

اندازه گیری شاخص های غیرتهاجمی:

۱- 
$$\text{Fatty Liver Index (FLI)} = (E \cdot 0.953 \cdot \log_e(\text{triglycerides}) + 0.139 \cdot \text{BMI} +$$

$$0.718 \cdot \log_e(\text{ggt}) +$$

$$0.053 \cdot \text{waist circumference} - 15.745) / (1 + e^{0.953 \cdot \log_e(\text{triglycerides})} +$$

$$0.139 \cdot \text{BMI} + 0.718 \cdot \log_e(\text{ggt}) + 0.053 \cdot \text{waist circumference} - 15.745) * 100 \quad [56-58]:$$

۲- 
$$\text{Lipid Accumulation Product (LAP)} = (\text{waist circumference [cm]} - 65) \times$$
  
(triglyceride concentration [mM]) for men, and (waist circumference [cm] - 58) ×  
(triglyceride concentration [mM]) for women [59-61]:

۳- Framingham risk score

۴- 
$$\text{MET syndrome Z-Score} = \text{waist Z score} + \text{BP Z score} + \text{glucose Z}$$
  
score + HDL-C Z score + triglycerides Z score [62, 63]

۵- 
$$\text{Lipid Tetrad Index (LTI)} = [\text{TC} \times \text{TG} \times \text{lipoprotein(a)} / \text{HDL}] \quad [11].$$

۶- 
$$\text{Lipid Pentad Index (LPI)} = \text{Total Cholesterol} \times \text{Triglycerides} \times \text{Lp (a)} \times \text{apoB/apoA-I} \quad [11].$$

۷- 
$$\text{Atherogenic Index of Plasma (AIP)} = [\text{Log}(\text{Triglycerides}/\text{HDL-Cholesterol})] \quad [64-66].$$

۸- 
$$\text{Triglyceride-glucose index (TyG index)} = (\text{fasting TG [mg/dL]} \times \text{fasting glucose [mg/dL]}) / 2$$
  
[37, 67-71]

۹- 
$$\text{Triglyceride glucose-waist circumference (TyG-WC)} = \text{TyG-WC: TyG index} \times \text{WC (cm)} \quad [38]$$

$$\text{Triglyceride glucose-waist circumference (TyG-BMI)} = \text{TyG index} \times \text{BMI} \quad [38]$$

۱۰- 
$$\text{HOMA b-cell} = [20 \cdot 9 \text{ fasting insulin (IIU/MI)}] / [\text{fasting glucose (mmol/l)} - 3.5] \quad [72]$$

$$۱۱- \text{Female Visceral Adipose Index (VAI)} = \left( \frac{WC}{[۳۶.۵۸ + (۱.۸۹ * \text{BMI})]} \right) * \left( \frac{TG}{۰.۸۱} \right) * \left( \frac{۱.۵۲}{\text{HDL}-C} \right) [۷۳, ۷۴]$$

$$۱۲- \text{Body adiposity index (BAI)} = \left[ \frac{\text{hip (cm)}}{\text{height (m)}^{1.8}} \right] - 18 [۷۵]$$

**Table 1.** Equations of the four noninvasive prediction scores.

<p><b>NAFLD liver fat score<sup>12</sup>:</b></p> <p>Score<sup>†</sup> = -2.89 + 1.18 * metabolic syndrome (yes=1/no=0) + 0.45 * type 2 diabetes (yes=2/no=0) + 0.15 * insulin (mU/L) + 0.04 * AST (U/L) - 0.94 * AST/ALT ratio</p>
<p><b>Fatty Liver Index score<sup>13</sup>:</b></p> $P = \frac{e^{0.953 * \log_e \text{triglycerides mg/dl} + 0.139 * \text{BMI} + 0.718 * \log_e \gamma \text{GT u/L} + 0.053 * \text{waist cm} - 15.745}}{1 + e^{0.953 * \log_e \text{triglycerides mg/dl} + 0.139 * \text{BMI} + 0.718 * \log_e \gamma \text{GT u/L} + 0.053 * \text{waist cm} - 15.745}}$
<p><b>Hepatic Steatosis Index<sup>14</sup>:</b></p> $P = \frac{e^{0.315 * \text{BMI} + 2.421 * \text{ALT-to-AST ratio} + 0.630 * \text{Diabetes Mellitus yes=1/no=0} - 9.960}}{1 + e^{0.315 * \text{BMI} + 2.421 * \text{ALT-to-AST ratio} + 0.630 * \text{Diabetes Mellitus yes=1/no=0} - 9.960}}$
<p><b>Paediatric NAFLD score<sup>15</sup>:</b></p> $P = \frac{e^{-10.79 + 0.22 * \text{W-to-H} + 0.08 * \text{ALT} + 0.82 * \text{HOMA} - 0.77 * \text{Adiponectin}}}{1 + e^{-10.79 + 0.22 * \text{W-to-H} + 0.08 * \text{ALT} + 0.82 * \text{HOMA} - 0.77 * \text{Adiponectin}}}$

*Abbreviations:* W-to-H, waist to height ratio; HOMA, homeostasis model assessment of insulin resistance.

† The metabolic syndrome was defined according to the 2007 criteria of the International Diabetes Federation. Children under 10 years of age (n=2) were excluded for the 'NAFLD liver fat score' because the metabolic syndrome is not defined in this age group.

$$۱۳- \text{Framingham steatosis index (FSI)} = \text{FSI} = -۷.۹۸۱ + ۰.۰۱۱ * \text{age (years)} - ۰.۱۴۶ * \text{sex (female=۱, male=۰)} + ۰.۱۷۳ * \text{BMI (kg/m}^2) + ۰.۰۰۷ * \text{triglycerides (mg/dl)} + ۰.۵۹۳ * \text{hypertension (yes=۱, no=۰)} + ۰.۷۸۹ * \text{diabetes (yes=۱, no=۰)} + ۱.۱ * \text{ALT/AST ratio} \geq ۱.۳۳ \text{ (yes=۱, no=۰)}. [۷۶].$$

### روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای توصیف داده های تحقیق از شاخص های آماری میانگین، انحراف استاندارد و خطای استاندارد استفاده خواهد شد. برای آزمون فرضیه های تحقیق پس از بررسی نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف جهت تعیین تفاوت های میزان تغییرات میان گروه ها از روش آماری کوواریانس همچنین تغییرات درون گروهی (تفاوت پیش آزمون و پس آزمون) با استفاده از آزمون *t* وابسته مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت، فرضیه های تحقیق در سطح آلفای ۰/۰۵ آزموده خواهد شد. جهت بررسی تعداد افراد پاسخ پذیرها و پاسخ ناپذیر در هر گروه از درصد پاسخ پذیری استفاده میگردد. شاخص پاسخ پذیری و ناپذیری برای فاکتورهای مختلف بر اساس سطوح فیزیولوژیکی و نرم طبیعی ان در افراد سالم متجانس می باشد. چنانچه این ملاک مشخص نباشد درصدی از افراد که دو انحراف معیار بالاتر از میانگین می باشند بعنوان پاسخ-پذیر و افرادی که دارای دو انحراف معیار پایین تر از میانگین خواهند بود، پاسخ ناپذیر خواهند بود.

### ۳- کلمات کلیدی:

بیومارکر جدید، غیرتهاجمی اختلالات متابولیکی، و کبدی، دیابت نوع ۲ ملیتوس

## توضیحات:

- طرح بنیادی، پژوهشی است که عمدتاً در جهت گسترش مرزهای دانش بدون در نظر گرفتن استفاده عملی خاص برای کاربرد آن انجام می‌گیرد. اگرچه ممکن است این کاربرد در آینده تعریف شود.

- طرح کاربردی، پژوهشی است که استفاده عملی خاص برای نتایج حاصل از آن در نظر گرفته می‌شود و غالباً جنبه تجربی دارد.

۴- سایر توضیحات لازم:

۴-۱- دلایل ضرورت و توجیه انجام طرح

۲-۴- نتایج طرح پاسخگوی کدامیک از نیازهای علمی - صنعتی جامعه می‌باشد؟

۳-۴- چه مؤسسه‌ای می‌تواند از نتایج طرح استفاده نمایند؟ (در صورت نیاز توضیح دهید)

کلیه مراکز تغذیه و رژیم درمانی، متخصصان علوم تغذیه و کاهش وزن، متخصصان فیزیولوژی ورزش

۴-۴- سابقه علمی طرح و پژوهشهای انجام شده با ذکر مأخذ به ویژه در ایران؟

رهنودهای دولت امریکا و انگلیس نشان می‌دهد که افراد با بیماری دیابت باید ۱۵۰ دقیقه تمرین مداوم هوازی در هفته بعلاوه دو جلسه تمرین مقاومتی را جهت کسب مزایای سلامتی انجام دهند. هرچند شواهد اخیر نشان می‌دهد که تمرینات با تواتر و حجم کمتر بصورت اینتروال شدید (HIIT) می‌تواند آثار مثبت یا حتی بیشتری جهت پیشگیری از خطر بیماری ایجاد نماید [۵۱].

واژه تمرینات تناوبی خیلی شدید<sup>۱</sup> (HIIT) در بین افراد از عمومیت برخوردار نیست و همچنین به تمرینات سرعتی تناوبی<sup>۲</sup> (SIT) به عنوان تمرینات تناوبی خیلی شدید اشاره می‌شود. از اهمیت زیادی برخوردار است که متخصصین علوم ورزشی و همچنین متخصصین علوم بالینی به این نکته توجه داشته باشند که فواید استفاده از تمرینات سرعتی تناوبی (یا انفجاری) در مقایسه با تمرینات طولانی مدت با شدت متوسط می‌تواند از اثرات مفید تری برای بهبود عملکرد ورزشکاران، بالا بردن آمادگی جسمانی افراد سالم و همچنین درمان و بازتوانی برخی از بیماریها برخوردار باشد. برعکس نتایج تحقیقات، بیشتر افراد هنوز معتقدند که برای بالا بردن سلامتی قلبی-عروقی و برای کاهش وزن بهترین حالت تمرین و ورزش همان تمرینات مداوم با شدت متوسط است که اساساً نیازمند صرف زمان معنی داری هستند. البته کمبود زمان یکی از دلایلی است که افراد به واسطه آن از انجام ورزش و فعالیت بدنی خودداری می‌کنند. قبل از اینکه به فواید مرتبط با بهبود عملکرد ورزشی و سازگاری عصبی عضلانی و همچنین اثرات این نوع تمرینات بر سلامتی عمومی و بهبود برخی از نارسائی های جسمانی تمرینات تناوبی خیلی شدیدی و تمرینات سرعتی تناوبی پرداخته بهتر است تعاریف روشنی از این تمرینات به عمل آید و چندین توصیه در مورد تمرین کردن برای افرادی که قصد شرکت در رقابت های استقامتی را دارند صورت گیرد. تمرینات تناوبی به عنوان فعالیت ورزشی متناوبی که شامل دوره های فعالیت بدنی و به دنبال آن دوره‌های استراحت و بازیافت تعریف می‌شود که سبب می‌شود هر فردی شدت بار کاری فعالیت ورزشی خود را افزایش دهد. مشکلی که در اینجا به وجود می‌آید تعریف واژه خیلی شدید<sup>۳</sup> است، البته بدیهی است که این شدت تمرین برای افراد مختلف نسبی بوده و به سطح آمادگی و تحمل افراد به تمرین وابسته است. دویدن با سرعت ۵ مایل در ساعت ممکن است از توان برخی افراد خارج باشد در حالیکه

<sup>۱</sup>. High Intensity Interval Training

<sup>۲</sup>. Sprint Interval Training

<sup>۳</sup>. High-intensity

همین امر در برخی دیگر ممکن است به شکل یکی پیاده روی در یک پارک صورت گیرد. در حالیکه تعیین شدت های نسبی ورزش برای اهداف پژوهشی و تمرینی به وسیله اندازه گیری ظرفیت بیشینه اولیه افراد بساده به نظر می رسد، همچنین باید بدانیم که واژه خیلی شدید در ادبیات پژوهشی برای توصیف شدت های کمتر از ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی<sup>۱</sup> فرد تا بیشتر از ۲۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی مورد استفاده قرار گرفته است [۷۷]. همچنین باید برای افرادی که به صورت نادرستی فرض می کنند که ۱۰۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه توان فرد را نشان می دهد روشن شود که این درست نیست اگر این امر درست بود در تحقیقات شدت های بالای ۱۰۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی مورد تجویز قرار نمی گرفت. این شدت های ورزشی مرتبط با بار کاری بیشینه کسب شده هنگام اندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی در یک آزمون افزایش تدریجی فشار ورزش که برای حداقل ۱۰ دقیقه می تواند تداوم پیدا کند مرتبط هستند. اگر از فردی بخواهید که با سرعت هرچه بیشتر از چیزی که او در ۲۰ ثانیه می تواند بدود به دویدن بپردازد در این حالت بار کاری یا سرعت به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از بار کاری است که برای ۱۰۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در نظر گرفته می شود. برای مثال اگر بار کاری برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی روی نوار گردان با سرعت ۸ مایل در ساعت و با شیب ۵ درصد صورت گیرد و سپس بار کاری مسئول برای  $VO_2 \max$  ۱۵۰ درصد، ۱۲ مایل در ساعت و شیب ۵ درصد می باشد (یعنی یک و نیم برابر بار کاری برای  $VO_2 \max$ ). به علاوه برای بیشتر افراد این بار کاری کوتاه تر از یک برون ده کامل می باشد. هنگامیکه یک فرد در شدتی بالاتر از یعنی یک و نیم برابر بار کاری برای  $VO_2 \max$  خود در حال ورزش باشد به این نوع فعالیت فوق بیشینه<sup>۲</sup> می باشد و اساساً SIT تعریف می شود. به دلیل دامنه گسترده شدت های گزارش شده در تحقیقات برای HIIT، زمان فعالیت تناوبی می تواند در یک دامنه خیلی کمتر از ۶ ثانیه و تا خیلی بالاتر از ۴ دقیقه و حتی بعضی اوقات بالاتر نیز قرار گیرد. به علاوه بازیافت تناوبی استفاده شده در HIIT به طور قابل ملاحظه ای می تواند متغیر باشد. در نتیجه این مباحث هنگام استفاده از واژه HIIT نیازمند شفاف سازی است زیرا هنگام استفاده تنهائی از آن می تواند در فهم دستورالعمل های ورزشی محدودیت ایجاد کند. برعکس، SIT به عنوان یک طیف سنگینی از شدت هایی که اساساً یک زمان محدود یک دقیقه یا کمتر از آن را در بر می گیرد تعریف شود. این به سادگی مشخص است که در هر انسانی شدت یک تلاش بیشینه هنگامیکه مدت زمان فعالیت فراتر از ۶ ثانیه بالا می رود مختصری شروع به کاهش می کند [۷۷].

اینکه آیا تمرینات ترکیبی مقاومتی و هوازی در افراد دیابتی نوع ۲ اثرات کمکی و فزاینده ای بر کنترل قند خون دارند در افراد دیابت نوع ۲ موضوعی است که توسط تعدادی از محققین بررسی شده است. هزینه انرژی در تمرینات تناوبی خیلی شدید<sup>۳</sup> (HIIT) بیشتر است [۴۶] و همچنین نقش این تمرینات در بهبود آمادگی هوازی نیز نشان داده شده است [۴۷]. بارباج<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۹) اثر دو هفته تمرین HIT ۱۵ دقیقه ای برای ۶ جلسه هر جلسه شامل ۴ تا ۶ وهله ۳۰ ثانیه ای در هر وهله رکاب زدن سرعتی به همراه ۴ دقیقه ریکاوری بین هر کدام از وهله ها را بر عملکرد انسولین در آزمودنی های جوان غیر فعال مورد آزمایش قرار دادند، نتایج نشان داد که عملکرد انسولین بعد از دوره تمرین افزایش معنی داری پیدا کرده بود همچنین کنترل گلوکز افزایش یافته بود. در این تحقیق حساسیت انسولینی اندازه گیری نشده بود [۴۳]. بر اساس یافته های موجود نشان داده می شود که تمرینات HIT برای بیماران دیابتی مفید بوده و آنها می توانند با صرفه جوئی در زمان و هزینه از فواید این نوع تمرینات بهره مند گردند [۷۸]. همچنین نتایج مشابهی نیز بعد از تمرینات استقامتی در افراد غیر تمرین کرده مشاهده شده است [۷۹]. Maiorana و همکاران اثر یک برنامه دایره ای ترکیبی هوازی و مقاومتی را با یک دوره بدون تمرین مقایسه کردند و نشان دادند این دوره تمرینی نسبت WHR، درصد چربی بدن کاهش و  $HbA_{1c}$  کاهش داشت [۸۰].

Balducci و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که حتی تمرین مقاومتی کم شدت تا متوسط، همراه با تمرین هوازی متوسط برای سه با در هفته بمدت یک سال نیم رخ متابولیک و چربی و فشار خون را بهبود دادند. نتایج این تحقیق بهبود کلی در  $HbA_{1c}$  نشان داد و اثرات سودمند بالقوه تمرین ترکیبی برای افراد با دیابت نوع دو را نشان داد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که دوره طولانی تر تمرین استقامتی متوسط تر می تواند به اندازه تمرین با شدت بالا کوتاه مدت در حفظ هموستاز گلوکز خون و کاهش فاکتور های خطر قلبی-عروقی مفید باشد [۸۱].

<sup>۱</sup> . Maximal oxygen uptake

<sup>۲</sup> . Supra-maximal

<sup>۳</sup> . High Intensity Interval Training

<sup>۴</sup> . Babraj

Tokmakidis و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که یک برنامه ترکیبی قدرتی و هوازی می تواند منجر به سازگاری های مثبت در کنترل قند، عمل انسولین در بیماران دیابتی نوع ۲ گردد [۸۲]. Cuff و همکاران (۲۰۰۳) یک تمرین ترکیبی را با یک تمرین هوازی تنها مقایسه کردند. در حالی که در هر دو گروه کاهش معنی داری در وزن بدن و چربی شکمی مشاهده شد، اما فقط گروه ترکیبی بهبود در حساسیت انسولین، انسولین و افزایش قابل ملاحظه ای در تراکم عضلانی داشتند [۸۳]. Marcus و همکاران (۲۰۰۸) بهبود هایی را در کنترل قند خون، ترکیب بدن و عملکرد جسمانی در دو گروه ترکیبی و قدرتی بدنبال ۱۶ هفته تمرین مشاهده کردند. آزمودنی های گروه تمرین ترکیبی بهبود بیشتری در بافت بدون چربی ران و BMI تجربه کردند [۸۴]. در این تحقیق به این نتیجه رسیدند که تمرین هوازی نسبت به تمرینات مقاومتی در بهبود سطوح HbA<sub>1c</sub> گلوکز ناشتا مفید تر می باشند. در مقایسه با مقاومت تغییرات در HbA<sub>1c</sub> و گلوکز ناشتا و تری گلیسرول به نفع تمرینات ترکیبی می باشد. تحقیقات نشان داده اند که تمرینات هوازی و ترکیبی در مقایسه با تمرینات قدرتی بهبود بیشتری در HbA<sub>1c</sub> و گلوکز ناشتا فشار خون و محیط کمر، تری گلیسیرید مفید تر هستند [۸۵].

التهاب سیستم مزمن در توسعه اترواسکلروز و بیماری های قلبی عروقی نقش دارد و در افراد با دیابت نوع دو در حال افزایش است. انجمن دیابت آمریکا و کالج طب ورزشی آمریکا (ACSM) یک تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی را توصیه کرده اند. نشان داده است که تمرین ترکیبی می تواند منجر به کاهش بیشتری در CRP در مقایسه با تمرین مقاومتی یا هوازی تنها باشد [۸۶]. نشان داده شده است که تمرینات تناوبی شدید سبب افزایش سطح HDL<sup>۱</sup> می شود [۷۷]. سطح بتا آندروفین ها که مرتبط با تغییرات مثبت در حالات خلقی است نشان داده شده که به دنبال تمرینات شدید و فعالیت های هوازی کوتاه مدت افزایش پیدا می کند و همچنین با غلظت لاکتات همبستگی بالایی را از خود نشان می دهد [۷۷].

گلوتامین پلاسما که یک اسید آمینه ضروری برای عملکرد طبیعی سیستم ایمنی است را در ورزشکاران بیش تمرین شده بعد از تمرینات طولانی مدت (تداومی یا تناوبی) کاهش داشته بود، اما بعد از تمرینات ورزشی تناوبی خیلی شدید افزایش پیدا کرده بود [۸۷]. همچنین نشان داده شده است که عملکرد ضد اکسایشی در ورزشکاران سرعتی نسبت به افراد عادی و دوندگان استقامتی بالاتر است [۸۸]. از این رو اینگونه تمرینات فواید مفیدی را به همراه دارند. بنابراین تمرینات HIIT به عنوان و هله های تکراری ورزش شدید (از آستانه لاکتات تا شدت های ورزشی فوق بیشینه تمام تلاش فرد) به همراه دوره های ریکاوری فعالیت با شدت پائین یا استراحت مطلق در نظر گرفته می شوند [۸۹]. همچنین نشان داده شده است که ورزشکاران استقامتی نیز می توانند از تمرینات HIT و SIT در برنامه های تمرینی خود استفاده کنند [۹۰].

تمرین سرعتی به عنوان دوی سریع ۱۵ ثانیه ای یا کمتر و یا بیشتر با شدت حداکثر تعریف میشود. وهله های تکی فعالیت که به طور مناسب با زمان بطوری جدا شده اند که اجازه ریکاوری کامل بین تکرارها داده شود. نمونه ای از چنین فعالیتی در زمینه ورزش شامل، دو های ۶۰ و ۱۰۰ متری در دو و میدانی می باشد. و از آنجائیکه این تمرینات به صورت تناوبی انجام می شوند به آنها و بیشینه سرعتی (SIT) گفته می شود که در این بررسی با این عنوان در مورد آن بحث خواهد شد.

ورزش تناوبی خیلی شدید از فواید ممتازی نسبت به دیگر شیوه های تمرینی برخوردار بوده و امروزه استفاده از آن در برنامه های آماده سازی ورزشکاران و همچنین دوره بازتوانی و درمان بیماریها در حال گسترش بوده و تحقیقات علمی در این زمینه رو به گسترش بوده و در مجلات علمی پژوهشی متنوعی در ارتباط با این شیوه تمرین چاپ می شود و نشان دهنده علاقه وافر محققان در ارتباط با کشف حقایق بیشتری از این شیوه تمرینی در افراد سالم، بیمار و ورزشکاران را نشان می دهد.

در حالیکه اثرات مثبت اثرات تمرینات تداومی با شدت پائین تا متوسط گزارش شده در تحقیقات انکار ناپذیر است، اکنون با توجه به نتایج تحقیقات جدید روشن است هنگامیکه یک فاکتور از سلامت کلی فرد و پای فواید عملکردی و همچنین کمبود زمان برای افراد به میان می آید تمرینات HIIT نسبت به تمرینات LMICT برتری پیدا می کنند. تمرینات تناوبی خیلی شدید اثرات سودمندی در ارتباط با سلامتی از قبیل سلامت قلبی - عروقی و کاهش چربی که عمده ترین دلیل افراد برای شرکت در یک برنامه ورزش در اولین نگاه هستند را دارا می باشد. هرگاه

۱. High-density lipoprotein cholesterol

محققان این دو نوع رژیم تمرینی را مورد مقایسه قرار داده اند، HIIT همیشه نسبت به LMICT برتری داشته است و معمولاً نتایج مطلوب تری را در زمان کوتاه تری به وجود آورده است.

در تحقیق دیگری لاکسونن (۲۰۰۷)، نشان داد تمرین ورزشی منظم، وزن بدن و توده های چربی داخلی را کاهش می دهد، حساسیت انسولین را بهبود بخشیده و لیپوپروتئین با دانسیته ی بالای کلسترول را افزایش داده و سطح تری گلیسرید و فشار خون را کاهش می دهد [۸۷].

بعلاوه چوی و همکاران (۲۰۰۹)، در تحقیقی بر روی زنان چاق در زمینه تاثیر ۳ ماه فعالیت هوازی (۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان بیشینه) و قدرتی، کاهش معنی داری در وزن، شاخص توده ی بدنی، نسبت دور کمر به باسن، سطح گلوکز ناشتا و کلسترول مشاهده کردند.

در تحقیق سارمی (۲۰۱۰)، پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی افراد دارای اضافه وزن و مقایسه آنها با افراد دارای وزن طبیعی به این نتیجه رسید که تمرینات هوازی به بهبود عوامل خطر قلبی در افراد چاق منجر می گردد و این بهبود با افزایش غلظت سطح آنتی تن پلازما همراه است. وی همچنین بین محیط دور کمر و آنتی تن پلازما همبستگی منفی مشاهده نمود [۸۸].

در مطالعه ی دیگری دکتر رحمن سوری و همکاران (۲۰۱۰)، نشان دادند که ۱۰ هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی علاوه بر بهبود نیمرخ لیپیدی و شاخص های آنترپومتری (نظیر وزن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و نسبت محیط کمر به لگن) در کاهش شاخص فعالیت آندوتلیال عروقی موثر است [۸۹].

همچنین موریکا و همکاران (۲۰۱۱)، ارتباط آمادگی جسمانی و شیوه زندگی با بیماری های کرونری را در مردان و زنان میانسال ژاپنی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمرینات هوازی به صورت دویدن آرام و پیاده روی باعث کاهش مقدار چشمگیری از چربی های سرم خون، درصد چربی بدن و چاقی و در نتیجه بهبود سلامت قلب و عروق و کاهش آترواسکلروز در این افراد می شود [۹۰].

در تحقیق دیگری ان هی جی و همکاران (۲۰۱۵)، اثر تمرینات مقاومتی با باند الاستیک را بر قند خون و سایتو کاین و عملکرد فیزیکی در زنان مبتلا به قند خون بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی با باند الاستیک باعث افزایش قابل توجهی در قدرت و آدیپونکتین و کاهش اینترلوکین ۶ و قند می شود [۹۱].

بعلاوه علیرضا رضانی و همکاران (۲۰۱۶)، پس از هشت هفته تمرین استقامتی، مقاومتی و ترکیبی نشان دادند میزان BMI، کلسترول تام، LDL، LIDL و مقاومت انسولینی در گروه های تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری دارد. میزان HDL و آدیپونکتین سرمی در گروه های تجربی نسبت به گروه کنترل بعد از تمرین های مختلف افزایش معنی داری دارد [۶۷].

همچنین فاطمه صادق اقبالی و همکاران (۲۰۱۶)، هشت هفته تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) به همراه مصرف کنسانتره انار می تواند مقدار گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین را تحت تاثیر قرار دهد و در نتیجه در بهبود شاخص سندرم متابولیک و استقامت قلبی و عرقی مفید واقع شود [۹۲].

در تحقیق بر روی زنان بریتانیایی ۶۹ تا ۷۰ سال ارتباط بین فعالیت بدنی و میزان چربی با آنزیم های ALT و GGT کبدی توسط دبی و همکاران (۲۰۰۵) انجام شد. نتایج گزارش شد از قبیل این که نمایه توده بدنی بزرگ تر (BMI) و نسبت بیشتر دور باسن به کمر و فعالیت بدنی کمتر، به طور مستقل با سطوح بالاتری از GGT در ارتباط است. و از طرفی BMI و نسبت دور باسن به کمر به طور مستقل و مثبت با ALT در ارتباط است. این یافته ها فرضیه ای را که روابط بین چاقی مرکزی، شکمی و خطر دیابت حداقل برخی اوقات به واسطه ی عملکرد چربی های کبدی است تثبیت می کند و با توجه به روابط موجود بین چاقی شکمی و خطر دیابت با سطوح آنزیم های کبدی، معلوم شد که سطوح آنزیم های ALT و GGT هر دو به طور خطی با افزایش دوره های تمرینات بدنی متوسط و شدید کاهش یافته است [۹۱].

همسو با تحقیقات قبلی و هم نتایج با نتایج آن ها شیمودا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) مطالعه ای انجام دادند. آنها دریافتند که CGA، کافئین و دیگر ترکیبات پلی فنولیک در (GCEB) به سرکوب افزایش وزن بدن و تجمع چربی احشایی در موش کمک می کند. گزارش شده که CGA با مهار جذب چربی و فعال کردن متابولیسم چربی احتمالاً به کاهش وزن و سرکوب تجمع چربی و سوخت و ساز در کبد موثر است. تجویز خوراکی CGA (۳۰۶۰ mg/kg/day) به مدت ۱۴ روز به طور چشمگیری سطح TG کبدی در موش را کم می کند. تاثیر کاهش دهنده ی CGA در تجمع TG قوی تر از GCBE بوده است [۹۲].

همچنین لازم به ذکر است که دلالیبرا<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) با تحقیق بر روی ۵۰ نفر که به مدت ۱۲ هفته روزانه ۲۰۰ میلی گرم قهوه سبز دریافت می کردند کاهش وزن را مشاهده کردند [۹۳].

<sup>۱</sup> Shimoda  
<sup>۲</sup> Dellalibera  
۱۵

بر روی ۳۰ نفر که روزانه ۲۰۰ میلی گرم و به طور ۱۲ هفته قهوه سبز غنی شده از اسید کلروژنیک را دریافت می‌کردند و رژیم غذایی منظم و سطح نرمالی از ورزش داشتند تام<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) تحقیقی انجام داد. او گزارش کرد که دست دادن چربی و تغییرات در هورمون‌ها و برخی آنزیم‌ها را به طور معناداری بوده است [۹۴].

مطالعات انسانی افزایش حاد در تجزیه و تحلیل چربی ناشی از مصرف کافئین [۹۵-۹۷] و قهوه کافئین‌دار [۹۶] و قهوه فوری دم کافئین‌دار [۹۸]. [۹۹] را نشان داده‌اند. در تحقیقی که با هدف بررسی اثرات تمرین هوازی در برابر تمرین مقاومتی بر ذخایر چربی احشایی و کبدی، آنزیم‌های کبدی و مقاومت به انسولین توسط اسلنتز<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) انجام گرفت، افراد بزرگسال دارای اضافه وزن را در سه گروه تمرین مقاومتی (RT)، تمرین هوازی (AT) و تمرین ترکیبی (AT/RT) قرار دادند. بر اثر تمرین هوازی، کاهش معنی‌دار در چربی کبد، چربی احشایی و مقاومت به انسولین مشاهده شد. اما بر اثر تمرین مقاومتی، فقط کاهش در چربی زیرپوستی شکم حاصل گردید. اثرات تمرین ترکیبی نیز مشابه تمرین هوازی بود. نتیجه کلی آن بود که برای کاهش چربی احشایی و کاهش گسترش کبد چرب و بهبود مقاومت انسولین، مقادیر متوسط تمرین هوازی، کارآمدترین و موثرترین روش تمرینی است [۱۰۰].

در مطالعه ای دیگر با هدف بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر کبد، هالس ورث<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) گزارش داده اند که با انجام ۸ هفته تمرین مقاومتی، چربی کبد حدود ۱۳ درصد کاهش می‌یابد. همچنین افزایش اکسیداسیون چربی در طول تمرین زیربیشینه، بدون هیچ تغییری در وزن بدن مشاهده گردیده است [۱۰۱].

در تحقیقی دیگر که هدف بررسی تمرینات هوازی بود و توسط داوودی و همکاران (۲۰۱۲) انجام شد، آنها هشت هفته تمرین ورزشی هوازی منتخب با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی همراه با افزایش بار فزاینده تمرینی بر آنزیم‌های کبد و بافت کبدی ۲۴ بیمار کبد چرب پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بعد از هشت هفته برنامه ورزشی هوازی منتخب سطوح پارانشیم منطقه سطحی کبد گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی‌داری را نشان داد و میزان آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز سرم خون بیماران در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت [۱۰۲]. نتایج تحقیقات رضایی و همکاران (۲۰۱۳) بر موش‌های بزرگسال نشان داده که با سه جلسه تمرین دویدن روی شیب منفی، افزایش معناداری در سطوح آنزیم‌های ALT و AST به وجود آمد [۱۰۳]. به علاوه، همسو با تحقیقات انجام شده بر روی ورزش‌های هوازی بارانی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کرده‌اند که اجرای تمرین هوازی منجر به کاهش سطوح آنزیم‌های کبدی از جمله ALT و AST می‌شود [۱۰۴].

در مطالعه ی جامع‌تری شمس الدینی و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر تمرین هوازی و مقاومتی بر ۳۰ مرد که به سه گروه تمرین هوازی که به مدت ۴۵ دقیقه با شدتی معادل ۶۰ الی ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره و گروه تمرین مقاومتی که هفت حرکت تمرین مقاومتی را با شدت ۵۰ الی ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و گروه کنترل انجام دادند به این نتیجه رسیدند که مقادیر ALT و AST در پایان دوره در هر دو گروه کاهش معنی‌دار یافت [۱۰۵].

به علاوه فتحی و همکاران (۲۰۱۶) تمرین هوازی به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدت معادل ۵۰-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب را بررسی نمودند. مقادیر وزن و نمایه توده بدن بعد از انجام تمرینات کاهش معناداری داشت و آنزیم‌های ALT و AST نیز کاهش معنادار داشتند [۱۰۶].

همچنین دوریس<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۸) اشاره کرده اند که ۱۲ هفته تمرین استقامتی، بر درصد چربی بدن و تراکم ALT اثر معناداری ندارد. در مطالعه مذکور، اثر مثبتی از تمرین استقامتی بر محتوای چربی کبد یا آنزیم‌های کبدی، در هیچ یک از افراد چاق دیده نشده است [۱۰۷].

بارانی و همکاران (۱۳۹۲) ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۶۰-۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و ۳ بار تکرار در هفته، میزان آنزیم ALP بیماران دارای کبد چرب را به طور معناداری کاهش می‌دهد، اما بر دو آنزیم ALT و AST تاثیر معناداری ندارد [۱۰۸].

برایان (۲۰۰۸) اثرات شدت تمرین روی چربی احشایی شکم (AVF) و ترکیب بدن در زنان چاق مبتلا به سندرم متابولیک را بررسی کردند. بدین صورت که آزمودنی‌ها به مدت ۱۶ هفته تمرین هوازی را با شدت بالاتر از آستانه لاکتات و گروهی با شدت پایین تر از آستانه لاکتات و گروهی بدون تمرین انجام دادند و مشاهده شد که چربی شکمی کل و چربی زیرپوستی شکمی به طور قابل توجهی در گروه با شدت بالاتر از آستانه ی لاکتات کاهش پیدا کرد اما در گروه کنترل و با شدت پایین تر از آستانه ی لاکتات تغییر معناداری مشاهده نشد [۱۰۹].

<sup>۱</sup> Thom

<sup>۲</sup> Slentz

<sup>۳</sup> Hallsworth

<sup>۴</sup> Devries



ها<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر ترکیب ۳۰ دقیقه ورزش هوازی با ۸۰-۶۰٪ ضربان قلب بیشینه ی استراحت با ۳۰ دقیقه تمرین مقاومتی با حداکثر ۱۵-۱۲ تکرار نیمرخ لیپیدی ۱۶ زن جوان به مدت ۱۲ هفته بررسی کردند. بعد از مداخله دور کمر، درصد چربی بدن و مقادیر فشارخون در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری کاهش یافت. نیمرخ لیپیدی طی ورزش کردن، با کاهش در کلسترول تام، کلسترول LDL و تری گلیسرید بهبود پیدا کرد [۱۱۰].

کزانی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۱) ۵۱ مقاله را بررسی کردند که در آنها مداخلات فعالیت فیزیکی شرح داده شد، که به طور متوسط افزایش ۴۶ درصدی در کلسترول HDL را گزارش کردند. نویسندگان نتیجه گرفتند فعالیت فیزیکی به احتمال زیاد منجر به بهبود در پروفایل لیپیدی و نیز افزایش کلسترول HDL شده است [۱۱۱].

شاو<sup>۳</sup> و همکاران اثر ۱۶ هفته تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی با شدت متوسط روی ۲۸ نفر مرد جوان را مورد آزمایش قرار دادند. پروتکل ۴۵ دقیقه به طول انجامید، و ترکیبی از ورزش هوازی در ۶۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی با تمرین مقاومتی (دو ست ۱۵ تکرار) ۶۰٪ RM بود. گزارش شد که کلسترول LDL به طور قابل توجهی تحت تمرینات هوازی کاهش یافت، اگر چه این کاهش با آنچه از ۴۵ دقیقه ورزش هوازی به تنهایی بدست آمده بود تفاوت معناداری نداشت [۱۱۲].

در مطالعه‌ای کاربرد شاخص چاقی احشایی (VAI) جهت شناسایی خطر دیابت نوع ۲ در ۳۴۶۱ شرکت کننده ی چینی مورد بررسی قرار گرفت. ارتباط مثبت معنی داری برای VAI با فشار خون، قند خون ناشتا، تری گلیسرید، WC، BMI و WHtR مشاهده شد. به گونه ای که افراد با بیشترین VAI در مقایسه با کسانی که کمترین VAI را دارا بودند در معرض خطر ۲.۵۵ برابری دیابت قرار داشتند [۱۱۳].

۴-۵. آیا پیشنهاد طرح پژوهشی حاضر ارتباطی با پایان نامه های تحصیلات تکمیلی کارشناسی ارشد/دکتری که با راهنمایی جنابعالی انجام پذیرفته / در حال انجام است دارد؟ بلی  خیر

در صورت مثبت بودن پاسخ، ضمن ذکر عنوان پایاننامه های مربوطه لطفاً میزان انطباق را مشخص فرمائید.

۱. Ha  
۲. Kesaniemi  
۳. Show  
۱۷

۵- زمان بندی

مدت زمان لازم برای اجرای طرح (به ماه):  
 تاریخ شروع: تاریخ خاتمه: مدت زمان:

مدت زمان:

تاریخ خاتمه:

تاریخ شروع:

جدول مراحل اجرای پروژه و پیش بینی زمان هر مرحله:

شرح مختصر مراحل	جدول زمانی به ماه																														ملاحظات*							
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰		۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	
۱ مطالعه ادبیات تحقیق و تنظیم پروپوزال																																						
۲ انجام تحقیق (اندازه گیری پیش و پس- آزمون‌ها)																																						
۳ تجزیه و تحلیل داده ها																																						
۴ تهیه گزارش نهایی																																						
جمع																																						

توضیحات:

\* - برای شرایط خاص دلایل توجیهی باید ذکر شود.

✓ خیر

۶- برای این طرح از سازمانهای دیگر نیز درخواست اعتبار شده است؟  بلی  
در صورت مثبت بودن جواب لطفاً نام سازمان، نوع و میزان همکاری را مرقوم فرمایند؟

۷- هزینه پرسنلی پیش بینی شده با ذکر مشخصات کامل، میزان اشتغال و حق الزحمه:

نوع مسئولیت	میزان ساعت کار	حقالتحقیق* و حق الزحمه به ساعت	جمع کل
مجری مسئول	۱۰	۱۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
سایر همکاران	۱۰	۱۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
سایر همکاران	۲۰	۵۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
سایر همکاران	۲۰	۵۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
سایر همکاران	۲۰	۵۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
جمع			۵/۰۰۰/۰۰۰

توضیحات:

\*- بر اساس حداکثر تا میزان مقرر در آئین نامه مصوب هیأت وزیران مورد عمل در دانشگاه و مؤسسات آموزش عالی محاسبه و پرداخت خواهد شد.

۸- فهرست وسائل و مواد مورد نیاز طرح که می‌باید از اعتبار طرح از داخل یا خارج کشور خریداری شود:

نام دستگاه / مواد	شرکت دارنده و یا فروشنده	کشور سازنده	مصرفی یا غیر مصرفی	آیا در ایران موجود است	تعداد/مقدار	قیمت ریال یا ارز	قیمت کل ریال یا ارز	در چه مرحله از طرح مورد نیاز است؟
کیت اندازه‌گیری AST	پارس کیت	ایران	مصرفی	بله	یک	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	در ابتدای طرح
کیت اندازه‌گیری ALT	پارس کیت	ایران	مصرفی	بله	یک	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	در ابتدای طرح
کیت اندازه‌گیری GGT	پارس کیت	ایران	مصرفی	بله	یک	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	در ابتدای طرح
کیت اندازه‌گیری قند خون	پارس کیت	ایران	مصرفی	بله	یک	۱۰/۰۰۰/۰۰۰	۱۰/۰۰۰/۰۰۰	در ابتدای طرح
کیت اندازه‌گیری انسولین	پارس کیت	ایران	مصرفی	بله	یک	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	۱۵/۰۰۰/۰۰۰	در ابتدای طرح
کیت اندازه‌گیری TG	پارس کیت	ایران	مصرفی	بله	یک	۵/۰۰۰/۰۰۰	۵/۰۰۰/۰۰۰	در ابتدای طرح
کیت اندازه‌گیری HDL	پارس کیت	ایران	مصرفی	بله	یک	۵/۰۰۰/۰۰۰	۵/۰۰۰/۰۰۰	در ابتدای طرح
کیت اندازه‌گیری کلسترول	پارس کیت	ایران	مصرفی	بله	یک	۵/۰۰۰/۰۰۰	۵/۰۰۰/۰۰۰	در ابتدای طرح
<b>جمع هزینه‌های وسایل و مواد</b>						<b>۸۵/۰۰۰/۰۰۰</b>		
جمع هزینه‌های وسایل و مواد						به ریال		
						به دلار		

توضیحات:

- در صورتیکه این مواد و یا دستگاه در ایران موجود باشد دلایل انتخاب نوع خارجی را ذکر نمایید.

- در صورتی که مواد و یا دستگاهها در دانشکده ها و یا مراکز تحقیقاتی دانشگاه جهت بهره‌گیری در دسترس باشد، دلایل خرید آنرا مشخص کنید.

۱۰- پیش بینی هزینه مسافرت داخل (در صورت لزوم)

مقصد	تعداد مسافرت در مدت اجرای طرح و منظور آن	نوع وسیله نقلیه	تعداد افراد	هزینه به ریال
-	-	-	-	-
-	-	--	-	-
-	-	-	-	-
جمع هزینه‌های مسافرت				

۱۱- هزینه‌های دیگر مربوط به طرح

۱-۱- هزینه‌های چاپ و تکثیر

۲-۱۱- هزینه‌های تهیه نشریات و کتب لازم

۳-۱۱- سایر هزینه‌ها (لطفاً نام ببرید) پیش بینی نشده

جمع هزینه‌های دیگر

ریال

ریال

ریال

ریال

۱۲- کل اعتبار طرح

ارز	ریال	جمع هزینه‌ها
	۵/۰۰۰/۰۰۰	جمع هزینه‌های پرسنلی
	۸۵/۰۰۰/۰۰۰	جمع هزینه‌های وسایل و مواد
	.	جمع هزینه‌های مسافرت
	.	جمع هزینه‌های دیگر
	.	جمع هزینه‌های سالانه
دلار	ارزی	جمع کل هزینه‌های طرح ریال
ریال	۹۰/۰۰۰/۰۰۰ ریالی	

مبلغی که از منابع دیگر کمک خواهد شد و نحوه مصرف آن:

نام و امضاء مجری مسئول طرح:	امضاء	تاریخ:
نام و امضاء مجری (اول) طرح:	امضاء	تاریخ:
نام و امضاء مجری (دوم) طرح:	امضاء	تاریخ:
نام و امضاء همکار طرح:	امضاء	تاریخ:
نام و امضاء همکار طرح:	امضاء	تاریخ:

بر اساس دستورالعمل دانشکده مربوطه تنظیم شود

۱. Hariri N, Nasser E, Houshiar-Rad A, Zayeri F, Bondarianzadeh D. Association between Alternative Healthy Eating Index and ۱۰-year risk of cardiovascular diseases in male-employees in the public sector in Tehran, ۱۳۹۱. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* ۲۰۱۳, ۸: ۴۱-۵۰.
۲. Eichler K, Puhon MA, Steurer J, Bachmann LM. Prediction of first coronary events with the Framingham score: a systematic review. *American heart journal* ۲۰۰۷, ۱۵۳: ۷۲۲-۷۳۱. e۷۲۸.
۳. Seneff S, Wainwright G, Mascitelli L. Is the metabolic syndrome caused by a high fructose, and relatively low fat, low cholesterol diet. *Arch Med Sci* ۲۰۱۱, ۷: ۸-۲۰.
۴. Tsouli SG, Liberopoulos EN, Mikhailidis DP, Athyros VG, Elisaf MS. Elevated serum uric acid levels in metabolic syndrome: an active component or an innocent bystander? *Metabolism* ۲۰۰۶, ۵۵: ۱۲۹۳-۱۳۰۱.
۵. Wilson PW, D'Agostino RB, Parise H, Sullivan L, Meigs JB. Metabolic syndrome as a precursor of cardiovascular disease and type ۲ diabetes mellitus. *Circulation* ۲۰۰۵, ۱۱۲: ۳۰۶۶-۳۰۷۲.
۶. Earnest CP, Johannsen NM, Swift DL, Lavie CJ, Blair SN, Church TS. Dose effect of cardiorespiratory exercise on metabolic syndrome in postmenopausal women. *The American journal of cardiology* ۲۰۱۳, ۱۱۱: ۱۸۰۵-۱۸۱۱.
۷. Meshkani R, Zargari M, Larijani B. The relationship between uric acid and metabolic syndrome in normal glucose tolerance and normal fasting glucose subjects. *Acta diabetologica* ۲۰۱۱, ۴۸: ۷۹-۸۸.
۸. Grundy SM. Metabolic syndrome pandemic. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology* ۲۰۰۶, ۲۶: ۲۸-۳۲.
۹. Panel NCEPNE. Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* ۲۰۰۲, ۱۰۶: ۳۱۴۳.
۱۰. Malin SK, Nightingale J, Choi SE, Chipkin SR, Braun B. Metformin modifies the exercise training effects on risk factors for cardiovascular disease in impaired glucose tolerant adults. *Obesity* ۲۰۱۳, ۲۱: ۹۳-۱۰۰.
۱۱. Morais CADs, Oliveira SHV, Lima LM. Lipid tetrad index (LTI) and lipid pentad index (LPI) in healthy subjects. *Arquivos brasileiros de cardiologia* ۲۰۱۳, ۱۰۰: ۳۲۲-۳۲۷.
۱۲. Collaboration APCS. A comparison of lipid variables as predictors of cardiovascular disease in the Asia Pacific region. *Annals of epidemiology* ۲۰۰۵, ۱۵: ۴۰۵-۴۱۳.
۱۳. Simpson SH, Corabian P, Jacobs P, Johnson JA. The cost of major comorbidity in people with diabetes mellitus. *Canadian Medical Association Journal* ۲۰۰۳, ۱۶۸: ۱۶۶۱-۱۶۶۷.
۱۴. Haydarisafa M. Treatment of diabetes ۲. *Medicine Novin Magazine* ۲۰۱۱, ۵۱۲: ۲۷۰-۲۸۳.
۱۵. Perry RJ, Samuel VT, Petersen KF, Shulman GI. The role of hepatic lipids in hepatic insulin resistance and type ۲ diabetes. *Nature* ۲۰۱۴, ۵۱۰: ۸۴.
۱۶. Magkos F, Su X, Bradley D, Fabbrini E, Conte C, Eagon JC, et al. Intrahepatic diacylglycerol content is associated with hepatic insulin resistance in obese subjects. *Gastroenterology* ۲۰۱۲, ۱۴۲: ۱۴۴۴-۱۴۴۶. e۱۴۴۲.
۱۷. Targher G, Bertolini L, Padovani R, Rodella S, Tessari R, Zenari L, et al. Prevalence of nonalcoholic fatty liver disease and its association with cardiovascular disease among type ۲ diabetic patients. *Diabetes care* ۲۰۰۷, ۳۰: ۱۲۱۲-۱۲۱۸.
۱۸. Nichols GA, Gullion CM, Koro CE, Ephross SA, Brown JB. The incidence of congestive heart failure in type ۲ diabetes an update. *Diabetes care* ۲۰۰۴, ۲۷: ۱۸۷۹-۱۸۸۴.
۱۹. Smith BW, Adams LA. Nonalcoholic fatty liver disease and diabetes mellitus: pathogenesis and treatment. *Nature Reviews Endocrinology* ۲۰۱۱, ۷: ۴۵۶-۴۶۵.
۲۰. Nagle CA, Klett EL, Coleman RA. Hepatic triacylglycerol accumulation and insulin resistance. *Journal of lipid research* ۲۰۰۹, ۵۰: S۷۴-S۷۹.
۲۱. Matsuzaka T, Shimano H. Molecular mechanisms involved in hepatic steatosis and insulin resistance. *Journal of diabetes investigation* ۲۰۱۱, ۲: ۱۷۰-۱۷۵.

- .22 Schweitzer GG, Finck BN. Targeting hepatic Glycerolipid synthesis and turnover to treat fatty liver disease. *Advances in Hepatology* 2014,2014.
- .23 Bhatt HB, Smith RJ. Fatty liver disease in diabetes mellitus. *Hepatobiliary surgery and nutrition* 2015,4:101-108.
- .24 Aarsand AK, Villanger JH, Støle E, Deybach J-C, Marsden J, To-Figueras J, *et al.* European specialist porphyria laboratories: diagnostic strategies, analytical quality, clinical interpretation, and reporting as assessed by an external quality assurance program. *Clinical chemistry* 2011,57:1014-1023.
- .25 Cuthbertson DJ, Weickert MO, Lythgoe D, Sprung VS, Dobson R, Shoajee-Moradie F, *et al.* External validation of the fatty liver index and lipid accumulation product indices, using <sup>1</sup>H-magnetic resonance spectroscopy, to identify hepatic steatosis in healthy controls and obese, insulin-resistant individuals. *European Journal of Endocrinology* 2014,171:561-569.
- .26 Lee J-H, Kim D, Kim HJ, Lee C-H, Yang JI, Kim W, *et al.* Hepatic steatosis index: a simple screening tool reflecting nonalcoholic fatty liver disease. *Digestive and Liver Disease* 2010,42:503-508.
- .27 Cheung C-L, Lam KS, Wong IC, Cheung BM. Non-invasive score identifies ultrasonography-diagnosed non-alcoholic fatty liver disease and predicts mortality in the USA. *BMC medicine* 2014,12:104.
- .28 Gordon LA, Morrison EY, McGrowder DA, Young R, Fraser YT, Zamora EM, *et al.* Effect of exercise therapy on lipid profile and oxidative stress indicators in patients with type 2 diabetes. *BMC complementary and alternative medicine* 2008,8:21.
- .29 Stewart KJ. Role of exercise training on cardiovascular disease in persons who have type 2 diabetes and hypertension. *Cardiology clinics* 2004,22:569-586.
- .30 Mourad J-J, Le Jeune S. Blood pressure control, risk factors and cardiovascular prognosis in patients with diabetes: 30 years of progress. *Journal of hypertension* 2008,26:S7-S13.
- .31 De Feyter HM, van den Broek NMA, Praet SFE, Nicolay K, van Loon LJC, Prompers JJ. Early or advanced stage type 2 diabetes is not accompanied by in vivo skeletal muscle mitochondrial dysfunction. *European Journal of Endocrinology* 2008,158:743-753.
- .32 Porte D, Baskin DG, Schwartz MW. Insulin signaling in the central nervous system a critical role in metabolic homeostasis and disease from *C. elegans* to humans. *Diabetes* 2005,54:1274-1276.
- .33 Tentolouris N, Liatis S, Katsilambros N. Sympathetic system activity in obesity and metabolic syndrome. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2006,1083:129-152.
- .34 Suchanek P, Kralova Lesna I, Mengerova O, Mrazkova J, Lanska V, Stavek P. Which index best correlates with body fat mass: BAI, BMI, waist or WHR. *Neuro Endocrinol Lett* 2012,33:78-82.
- .35 Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, *et al.* A better index of body adiposity. *Obesity* 2011,19:1083-1089.
- .36 Er L-K, Wu S, Chou H-H, Hsu L-A, Teng M-S, Sun Y-C, *et al.* Triglyceride glucose-body mass index is a simple and clinically useful surrogate marker for insulin resistance in nondiabetic individuals. *PloS one* 2016,11:e0149731.
- .37 Lee EY, Yang HK, Lee J, Kang B, Yang Y, Lee S-H, *et al.* Triglyceride glucose index, a marker of insulin resistance, is associated with coronary artery stenosis in asymptomatic subjects with type 2 diabetes. *Lipids in health and disease* 2017,16:100.
- .38 Zheng S, Shi S, Ren X, Han T, Li Y, Chen Y, *et al.* Triglyceride glucose-waist circumference, a novel and effective predictor of diabetes in first-degree relatives of type 2 diabetes patients: cross-sectional and prospective cohort study. *Journal of Translational Medicine* 2017,14:260.
- .39 Simental-Mendía LE, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. The product of fasting glucose and triglycerides as surrogate for identifying insulin resistance in apparently healthy subjects. *Metabolic syndrome and related disorders* 2008,6:299-304.
- .40 Guerrero-Romero F, Simental-Mendía LE, González-Ortiz M, Martínez-Abundis E, Ramos-Zavala MG, Hernández-González SO, *et al.* The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2010,90:3347-3351.



۴۱. ملاذی ط, عذرا, لاریجانی. مروری بر شیوع چاقی و اداره آن در ایران. مجله دیابت و متابولیسم ایران ۲۰۱۳, ۱۲: ۳۵۷-۳۷۴.
۴۲. Thompson H, Clarkson P, Scordilis S. The repeated bout effect and heat shock proteins: intramuscular HSP<sup>۲۷</sup> and HSP<sup>۷۰</sup> expression following two bouts of eccentric exercise in humans. *Acta Physiologica Scandinavica* ۲۰۰۲, ۱۷۴: ۴۷-۵۶.
۴۳. Babraj JA, Vollaard NB, Keast C, Guppy FM, Cottrell G, Timmons JA. Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. *BMC Endocrine Disorders* ۲۰۰۹, ۹: ۳.
۴۴. DiPietro L, Dziura J, Yeckel CW, Neufer PD. Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *Journal of applied physiology* ۲۰۰۶, ۱۰۰: ۱۴۲-۱۴۹.
۴۵. Smith MJ. Sprint Interval Training-“It’s a HIIT!” terval Training-“It’s a HI int Interval Training-“It’s. ۲۰۰۸.
۴۶. Chilibeck P, Bell G, Farrar R, Martin T. Higher mitochondrial fatty acid oxidation following intermittent versus continuous endurance exercise training. *Canadian journal of physiology and pharmacology* ۱۹۹۸, ۷۶: ۸۹۱-۸۹۴.
۴۷. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of applied physiology* ۲۰۰۵, ۹۸: ۱۹۸۵-۱۹۹۰.
۴۸. Association AD. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care* ۲۰۱۰, ۳۳: S۶۲-S۶۹.
۴۹. Gibala MJ, Little JP, Van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, *et al.* Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology* ۲۰۰۶, ۵۷۵: ۹۰۱-۹۱۱.
۵۰. Hovanloo F, Arefirad T, Ahmadizad S. Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. *J Diabetes Metab Disord*, ۱۲: ۲۲.
۵۱. Higgins TP, Baker MD, Evans S-A, Adams RA, Cobbold C. Heterogeneous responses of personalised high intensity interval training on type ۲ diabetes mellitus and cardiovascular disease risk in young healthy adults. *Clinical hemorheology and microcirculation* ۲۰۱۴.
۵۲. Larose J, Sigal RJ, Khandwala F, Kenny GP. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type ۲ diabetes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, ۲۲: e۴۵-e۵۴.
۵۳. Coburn JW, Malek MH. *NSCA's Essentials of Personal Training*: Human Kinetics Publishers; ۲۰۱۱.
۵۴. Tang Q-h, Xie X-r. Research of the Physical Function and Fitness of Elder Intellectuals by Health Qigong · BaDuanJin [J]. *Journal of Physical Education Institute of Shanxi Teachers University* ۲۰۰۸, ۱: ۰۴۳.
۵۵. Coburn JW, Malek MH. *NSCA's essentials of personal training*: Human Kinetics.
۵۶. Bedogni G, Bellentani S, Miglioli L, Masutti F, Passalacqua M, Castiglione A, *et al.* The Fatty Liver Index: a simple and accurate predictor of hepatic steatosis in the general population. *BMC gastroenterology* ۲۰۰۶, ۶: ۳۳.
۵۷. Motamed N, Sohrabi M, Ajdarkosh H, Hemmasi G, Maadi M, Sayeedian FS, *et al.* Fatty liver index vs waist circumference for predicting non-alcoholic fatty liver disease. *World journal of gastroenterology* ۲۰۱۶, ۲۲: ۳۰۲۳.
۵۸. Blaslov K, Zibar K, Bulum T, Duvnjak L. Effect of exenatide therapy on hepatic fat quantity and hepatic biomarkers in type ۲ diabetic patients. *Clinics and research in hepatology and gastroenterology* ۲۰۱۴, ۳۸: e۶۱-۶۳.
۵۹. Chiang J-K, Koo M. Lipid accumulation product: a simple and accurate index for predicting metabolic syndrome in Taiwanese people aged ۵۰ and over. *BMC cardiovascular disorders* ۲۰۱۲, ۱۲: ۷۸.
۶۰. Xia C, Li R, Zhang S, Gong L, Ren W, Wang Z, *et al.* Lipid accumulation product is a powerful index for recognizing insulin resistance in non-diabetic individuals. *European journal of clinical nutrition* ۲۰۱۲, ۶۶: ۱۰۳۵-۱۰۳۸.

- 71 Oh JY, Sung YA, Lee H. The lipid accumulation product as a useful index for identifying abnormal glucose regulation in young Korean women. *Diabetic Medicine* 2013,30:437-442.
- 72 Neto AS, de Campos W, Dos Santos GC, Junior OM. Metabolic syndrome risk score and time expended in moderate to vigorous physical activity in adolescents. *BMC pediatrics* 201414:42.,
- 73 Gates T. Effect of Exercise Training on Metabolic Syndrome z-score: the Association of C-reactive protein. 2010.
- 74 Dobiášová M. Atherogenic index of plasma [log (triglycerides/HDL-cholesterol)]: theoretical and practical implications. In: *Clinical Chemistry*; 2004.
- 75 Nwagha U, Ikekpeazu E, Ejezie F, Neboh E, Maduka I. Atherogenic index of plasma as useful predictor of cardiovascular risk among postmenopausal women in Enugu, Nigeria. *African health sciences* 2010,10.
- 76 Dobiasova M. AIP--atherogenic index of plasma as a significant predictor of cardiovascular risk: from research to practice. *Vnitřní lékařství* 2006,52:74-71.
- 77 Hosseini S. Triglyceride-glucose (Tyg) index computation and cut-off. *ACTA ENDOCRINOLOGICA-BUCHAREST* 2010,11:130-131.
- 78 Lee ES, Kim JH, Park SE, Park C-Y, Oh K-W, Park S-W, et al. Predictive Value of Triglyceride Glucose Index for the Risk of Incident Diabetes: A 4-Year Retrospective Longitudinal Study. *PloS one* 2016,11:e0163460.
- 79 Navarro-González D, Sánchez-Íñigo L, Pastrana-Delgado J, Fernández-Montero A, Martínez JA. Triglyceride–glucose index (TyG index) in comparison with fasting plasma glucose improved diabetes prediction in patients with normal fasting glucose: The Vascular-Metabolic CUN cohort. *Preventive medicine* 2016,87:99-100.
- 80 Sánchez-Íñigo L, Navarro-González D, Fernández-Montero A, Pastrana-Delgado J, Martínez JA. The TyG index may predict the development of cardiovascular events. *European journal of clinical investigation* 2016,46:189-197.
- 81 Mohammadabadi F, Vafaiyan Z, Hosseini SM, Aryaie M, Eshghinia S. Assessment of insulin resistance with two methods: HOMA-IR and TyG Index in Iranian obese women. *Iran J Diabetes Obes* 2014,7:23-27.
- 82 Ha CH, Swearingin B, Jeon YK, Lee M. Effects of combined exercise on HOMA-IR, HOMA β-cell and atherogenic index in Korean obese female. *Sport Sciences for Health* 2010,11:49-50.
- 83 Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, et al. Visceral adiposity index. *Diabetes care* 2010,33:920-922.
- 84 Oh JY, Sung YA, Lee HJ. The visceral adiposity index as a predictor of insulin resistance in young women with polycystic ovary syndrome. *Obesity* 2013,21:1690-1694.
- 85 Barreira TV, Harrington DM, Staiano AE, Heymsfield SB, Katzmarzyk PT. Body adiposity index, body mass index, and body fat in white and black adults. *Jama* 2011,306:828-830.
- 86 Long MT, Pedley A, Colantonio LD, Massaro JM, Hoffmann U, Muntner P, et al. Development and Validation of the Framingham Steatosis Index to Identify Persons With Hepatic Steatosis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* 2016,14:1172-1180. e1172.
- 87 Smith MJ. Sprint Interval Training-“It’s a HIIT!”. Retrieved 12 10, 2010, from *The Official Web Site of The United States Olympic Committee*: [http://www.teamusa.org/assets/documents/attached\\_file/filename/1073/Sprint\\_Interval\\_Training.pdf](http://www.teamusa.org/assets/documents/attached_file/filename/1073/Sprint_Interval_Training.pdf) 2008.
- 88 Harmer AR, Ruell PA, McKenna MJ, Chisholm DJ, Hunter SK, Thom JM, et al. Effects of sprint training on extrarenal potassium regulation with intense exercise in Type 1 diabetes. *Journal of applied physiology* 2006,100:26-34.
- 89 Harmer AR, McKenna MJ, Sutton JR, Snow RJ, Ruell PA, Booth J, et al. Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. *Journal of applied physiology* 2000,89:1793-1803.
- 90 Maiorana A, O’Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes research and clinical practice* 2002,56:110-123.

- .81 Balducci S, Leonetti F, Di Mario U, Fallucca F. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients? *Diabetes Care* 2004,27:841-842.
- .82 Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra A-M. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *European journal of applied physiology* 2004,92:437-442.
- .83 Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes care* 2003,26:2977-2982.
- .84 Marcus RL, Smith S, Morrell G, Addison O, Dibble LE, Wahoff-Stice D, et al. Comparison of combined aerobic and high-force eccentric resistance exercise with aerobic exercise only for people with type 2 diabetes mellitus. *Physical therapy* 2008,88:1340-1344.
- .85 Schwingshackl L, Missbach B, Dias S, KÃ¶nig Jr, Hoffmann G. Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: a systematic review and network meta-analysis. *Diabetologia*, 07:1789-1797.
- .86 Swift DL, Johannsen NM, Earnest CP, Blair SN, Church TS. The Effect of Exercise Training Modality on C-reactive Protein in Type-2 Diabetes. *Medicine and science in sports and exercise*, 44:1028.
- .87 Walsh N, Blannin A, Clark A, Cook L, Robson P, Gleeson M. The effects of high-intensity intermittent exercise on the plasma concentrations of glutamine and organic acids. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 1998,77:434-438.
- .88 Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, Della Valle G. Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 1997,37:230-239.
- .89 Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine* 2002,32:5373-.
- .90 Sinnett AM, Berg K, Latin RW, Noble JM. The relationship between field tests of anaerobic power and 10-km run performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2001,15:400-412.
- .91 Lawlor DA, Sattar N, Smith GD, Ebrahim S. The associations of physical activity and adiposity with alanine aminotransferase and gamma-glutamyltransferase. *American journal of epidemiology* 2005,161:1081-1088.
- .92 Shimoda H, Seki E, Aitani M. Inhibitory effect of green coffee bean extract on fat accumulation and body weight gain in mice. *BMC complementary and alternative medicine* 2006,6:1.
- .93 Dellalibera O, Lemaire B, Lafay S. Svetol, green coffee extract, induces weight loss and increases the lean to fat mass ratio in volunteers with overweight problem. *Phytotherapie* 2006,4:194-197.
- .94 Thom E. The effect of chlorogenic acid enriched coffee on glucose absorption in healthy volunteers and its effect on body mass when used long-term in overweight and obese people. *Journal of International Medical Research* 2009,37:900.
- .95 Jung R, Shetty P, James W, Barrand M, Callingham B. Caffeine: its effect on catecholamines and metabolism in lean and obese humans. *Clinical Science* 1981,70:527-530.
- .96 Costill D, Dalsky GP, Fink W. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Medicine and science in sports* 1977,10:100-108.
- .97 Ryu S, Choi S-K, Joung S-S, Suh H, Cha Y-S, Lee S, et al. Caffeine as a lipolytic food component increases endurance performance in rats and athletes. *Journal of nutritional science and vitaminology* 2001,47:139-146.
- .98 Bellet S, Kershbaum A, Finck EM. Response of free fatty acids to coffee and caffeine. *Metabolism* 1978,17:702-707.
- .99 Avogaro P, Capri C, Pais M, Cazzolato G. Plasma and urine cortisol behavior and fat mobilization in man after coffee ingestion. *Israel journal of medical sciences* 1973,9:114-119.
- .100 Slentz CA, Bateman LA, Willis LH, Shields AT, Tanner CJ, Piner LW, et al. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by

- HOMA in overweight adults from STRIDE AT/RT. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* ۲۰۱۱, ۳۰۱: E1۰۳۳-E1۰۳۹.
۱۰۱. Hallsworth K, Fattakhova G, Hollingsworth KG, Thoma C, Moore S, Taylor R, *et al.* Resistance exercise reduces liver fat and its mediators in non-alcoholic fatty liver disease independent of weight loss. *Gut* ۲۰۱۱: gut. ۲۰۱۱. ۲۴۲۰۷۳.
۱۰۲. Davoodi M, Moosavi H, Nikbakht M. The effect of eight weeks selected aerobic exercise on liver parenchyma and liver enzymes (AST, ALT) of fat liver patients. ۲۰۱۲.
۱۰۳. Rezaei M, Rahimi E, Bordbar S, Namdar S. The Effects of Three Sessions of Running on a Negative Slope on Serum Levels of Liver Enzymes in Adult Male Rats *مجله تحقیقات علوم پزشکی زاهدان* ۱۵: ۴۷-۴۹. ۲۰۱۳.
۱۰۴. Barani F, Afzalpour ME, Ilbiegi S, Kazemi T, Mohammadi Fard M. The effect of resistance and combined exercise on serum levels of liver enzymes and fitness indicators in women with nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Birjand University of Medical Sciences* ۲۰۱۴, ۲۱: ۱۸۸-۲۰۲.
۱۰۵. Shamsoddini A, Sobhani V, Chehreh MEG, Alavian SM, Zaree A. Effect of Aerobic and Resistance Exercise Training on Liver Enzymes and Hepatic Fat in Iranian Men With Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Hepatitis monthly* ۲۰۱۵, ۱۵.
۱۰۶. فتحی، خیرآبادی، رضانی، حجازی. اثر هشت هفته مصرف چای سبز، تمرین هوازی و ترکیب آن ها بر آنزیم های کبدی و آپولیپوپروتئین های سرمی زنان دارای اضافه وزن غیرفعال. *مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد* ۱۱۴: ۵۹-۱۲۳. ۲۰۱۶.
۱۰۷. Devries MC, Samjoo IA, Hamadeh MJ, Tarnopolsky MA. Effect of endurance exercise on hepatic lipid content, enzymes, and adiposity in men and women. *Obesity* ۲۰۰۸, ۱۶: ۲۲۸۱-۲۲۸۸.
۱۰۸. بارانی، افضل پور، اسماعیل م، ایل بیگی، کاظمی، طوبی، *et al.* تأثیر تمرینات مقاومتی و ترکیبی بر سطوح سرمی آنزیم های کبدی و شاخص های آمادگی جسمانی زنان دارای کبد چرب غیر الکلی. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند* ۲۱: ۱۸۸-۲۰۲. ۲۰۱۴.
۱۰۹. Irving BA, Davis CK, Brock DW, Weltman JY, Swift D, Barrett EJ, *et al.* Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Medicine and science in sports and exercise* ۲۰۰۸, ۴۰: ۱۸۶۳.
۱۱۰. Ha C-H, So W-Y. Effects of combined exercise training on body composition and metabolic syndrome factors. *Iranian journal of public health* ۲۰۱۲, ۴۱: ۲۰.
۱۱۱. Bouchard C, Blair S, Haskell W, Lee I. DOSE-RESPONSE ISSUES CONCERNING PHYSICAL ACTIVITY & HEALTH: A SUMMARY. *Medicine & Science in Sports & Exercise* ۲۰۰۱, ۳۳: S۲۲۶.
۱۱۲. Shaw I, Shaw BS, Krasilshchikov O. Comparison of aerobic and combined aerobic and resistance training on low-density lipoprotein cholesterol concentrations in men. *Cardiovascular journal of Africa* ۲۰۰۹, ۲۰: ۲۹۰.
۱۱۳. Chen C, Xu Y, Guo Z-r, Yang J, Wu M, Hu X-s. The application of visceral adiposity index in identifying type ۲ diabetes risks based on a prospective cohort in China. *Lipids in health and disease* ۲۰۱۴, ۱۳: ۱.