

## بررسی ارتباط شاخص انسولینی و بار انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم در حالت استراحت (RMR) در زنان دارای اضافه وزن و چاقی

حسین حسینی<sup>۱</sup>، مریم عرب مورچگانی<sup>۲</sup>، نرگس پارسایی<sup>۳</sup>، مهشید رضایی<sup>۴</sup>، خدیجه میرزایی<sup>۵\*</sup>

حسین ایمانی<sup>۶</sup>، میرسعید یکانی نژاد<sup>۷</sup>

### چکیده

زمینه و هدف: امروزه استفاده از شاخص‌های مختلف تغذیه‌ای جهت بررسی ارتباط وضعیت رژیمی با بیماری‌های مختلف مورد توجه می‌باشد. طی مطالعات گذشته دیده شده است که شاخص و بار انسولینی با برخی بیماری‌های مزمن ارتباط دارد؛ با وجود این تاکنون هیچ مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بین شاخص‌های موردنظر با میزان متابولیسم در حالت استراحت (RMR: Resting Metabolic Rate) نپرداخته است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف تعیین ارتباط بین شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم در RMR در زنان دارای اضافه وزن و چاقی صورت گرفته است. روش بررسی: در این مطالعه مقطعی، ۲۸۰ نفر از زنان بزرگسال (۵۰-۱۸ سال) دارای اضافه وزن و چاقی که به مراکز بهداشتی و درمانی تهران مراجعه نموده‌اند، انتخاب شدند. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی این افراد علاوه بر نمایه‌های تن‌سنجی آن‌ها از جمله وزن، قد و دور کمر، نسبت دور کمر به دور باسن، نمایه توده بدنی، و درصد چربی بدن، توده بدون چربی ارزیابی شده‌اند. علاوه بر این، دریافت‌های غذایی یک سال گذشته آن‌ها با پرسش‌نامه‌ی نیمه کمی حاوی ۱۴۷ آیتم بسامد خوراک گردآوری شد. سپس با استفاده از مقادیر شاخص انسولینی مواد غذایی مختلف و فرمول استاندارد، شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی آن‌ها محاسبه گردید. یافته‌ها: میانگین سنی شرکت‌کنندگان در این مطالعه  $36.49 \pm 8.38$  سال بود. تمام آنالیزهای آماری برای سن، انرژی، فعالیت بدنی و توده‌ی بدنی تعدیل شدند. همچنین انرژی برای سن تعدیل گردید. در زمینه‌ی شاخص انسولینی رژیم غذایی، اگرچه ارتباط معکوس معناداری میان این شاخص و میزان متابولیسم در حالت استراحت در مدل خام ( $p=0.04$ ) مشاهده گردید، اما بعد از تعدیل مخدوش‌کننده‌ها تعدیل‌شده سن در مدل یک ( $p=0.44$ ) و سن، انرژی و فعالیت بدنی در مدل دو ( $p=0.72$ ) این اثر معنادار دیگر مشاهده نشد. علاوه بر این شاخص انسولین رژیم غذایی فاقد ارتباط معنادار با میزان  $RMR/kg$  ( $p=0.73$ ) و  $RMR/FFM$  ( $p=0.73$ ) بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه مقطعی، به نظر می‌رسد که شاخص انسولینی و بار انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم استراحت ارتباط ندارد؛ با وجود این به‌دلیل محدودیت‌های این مطالعه نیاز به مطالعات بیشتر جهت تایید یا رد این نتایج و همچنین تعیین نقش شاخص‌های انسولینی رژیم غذایی بر سلامت افراد، مخصوصاً با طراحی آینده‌نگر موردنیاز می‌باشد. واژه‌های کلیدی: شاخص‌های تن‌سنجی، شاخص انسولینی، بار انسولینی، متابولیسم استراحت، چاقی

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۲/۵

پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۴/۳۱

\* نویسنده مسئول:

خدیجه میرزایی؛

دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران

Email :

mirzaei\_kh@sina.tums.ac.ir

۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم تغذیه، دانشکده تغذیه و رژیم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲ کارشناس علوم تغذیه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

۳ کارشناس ارشد علوم تغذیه، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

۴ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم بهداشتی در تغذیه، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۵ دانشیار گروه تغذیه جامعه، دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۶ دانشیار گروه تغذیه بالینی، دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۷ استادیار گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

## مقدمه

طبق آخرین گزارش سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization) در طی دهه‌های گذشته، شیوع چاقی به تدریج در تمام نقاط جهان افزایش یافته و به نگرانی اصلی بهداشت عمومی تبدیل شده است. طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۷ شیوع چاقی ۲۱ درصد افزایش یافته است (۱)، پیش‌بینی شده است که شیوع جهانی اضافه وزن و چاقی تا سال ۲۰۳۰ به نیمی از جمعیت جهان افزایش یابد (۲). در ایران نیز، بررسی‌های پراکنده از نقاط مختلف نشان می‌دهد که ۶۰/۵٪ از افراد، دارای اضافه وزن و به ترتیب ۳۰/۶٪ و ۱۹/۳٪ از زنان و مردان نیز مبتلا به چاقی هستند (۳).

به‌طور کلی، وقوع چندین عامل متفاوت از جمله ژنتیک، شیوه‌ی زندگی، الگوهای رژیم غذایی ناسالم و عدم فعالیت فیزیکی در بروز چاقی موثر می‌باشد (۴-۶). از بین آن‌ها، عدم تعادل در متابولیسم انرژی و توازن مثبت انرژی که معمولاً ناشی از مصرف زیاد مواد غذایی است، عامل اساسی افزایش وزن محسوب می‌شود و در نتیجه عوامل فیزیولوژیکی، متابولیکی و محیطی مختلف که دریافت و مصرف انرژی را کنترل می‌کنند، می‌توانند در پیشگیری از چاقی موثر واقع شوند (۷). در این میان میزان متابولیسم در حال استراحت (RMR; Resting Metabolic Rate)، به‌عنوان اصلی‌ترین بخش انرژی مصرفی روزانه، یکی از تاثیرگذارترین عوامل موثر محسوب می‌شود. به‌طوری‌که، مطالعات متعددی در این زمینه، نشان‌دهنده‌ی نقش بسزای متابولیسم استراحت در ترکیب بدن بوده‌اند (۸). به‌عنوان مثال در یک بررسی انجام شده بر روی بیماران سرطانی مشاهده شده که در افرادی که متابولیسم استراحتشان افزایش یافته است، وزن بدنشان کاهش پیدا کرده، در صورتی‌که هیچ تغییری در دریافت انرژی آن‌ها صورت نگرفته است (۹). علاوه بر این، سایر مطالعات اپیدمیولوژیکی حاکی از تفاوت‌های بین شخصی در میزان متابولیسم استراحت افراد هستند فارغ از سن، جنس و نژاد آن‌ها، که ممکن است به عوامل رژیمی نسبت داده شود (۱۰-۱۲). همچنین نشان داده شده است که رژیم غذایی و رفتارهای تغذیه‌ای افراد نقش بسیار موثری بر میزان متابولیسم استراحت آن‌ها داشته است (۱۳). اگرچه تاکنون، نتایج متناقضی از مطالعات موجود در زمینه‌ی ارتباط بین عوامل تغذیه‌ای و میزان متابولیسم استراحت حاصل گردیده است. به‌عنوان مثال، رژیم غذایی پر پروتئین، میزان

متابولیسم استراحت را در افراد مبتلا به چاقی افزایش می‌دهد (۱۴). البته در مطالعه‌ای دیگر، هیچ ارتباط معناداری میان رژیم غذایی غنی از اسیدهای چرب چندشاخه‌ای (PUFA: Polyunsaturated fatty acids) و میزان متابولیسم استراحت مشاهده نگردید (۱۵).

به‌طور کلی چاقی با مقاومت به انسولین و هیپرانسولینمی ارتباط دارد (۱۶). همچنین مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام شده در زمینه‌ی ارتباط بین رژیم غذایی و مقاومت به انسولین، اغلب به بررسی تنها یک ماده مغذی پرداخته‌اند، باوجوداین، ممکن است شاخص‌هایی که کل رژیم غذایی را دربرمی‌گیرند، تعامل بین مواد غذایی مصرفی را لحاظ کرده و در مطالعات اپیدمیولوژیکی کارآمدتر باشند (۱۷). بار انسولینی (DIL: Dietary insulin load) و شاخص انسولینی رژیم غذایی (DII: Dietary insulin index) نمونه‌ای از چنین شاخص‌هاست که نشان‌دهنده‌ی پاسخ انسولینی بدن به دریافت مقدار برابری از انرژی مواد غذایی در مقایسه با ماده غذایی مرجع می‌باشد (۱۵). این شاخص‌ها نه تنها غذاهای حاوی کربوهیدرات، بلکه غذاهای با چربی بالا، پروتئین بالا و تعاملات آن‌ها را مورد توجه قرار می‌دهند (۱۸). از طرفی به‌علت وجود هم‌زمانی شیوع بالای چاقی و اختلالات ترشح و عملکرد هورمون انسولین، این فرضیه می‌تواند وجود داشته باشد که تغییر در ترشح و عملکرد انسولین ممکن است بر روی متابولیسم استراحت نیز تاثیرگذار باشد. باوجود این، در هیچ مطالعه‌ای ارتباط شاخص‌های انسولینی رژیم غذایی با متابولیسم استراحت بررسی نشده است و عمدتاً در مطالعات قبلی، ارتباط شاخص‌های انسولینی با سایر بیماری‌های مزمن و بدخیمی‌ها بررسی گردیده است (۲۱-۱۹). علاوه بر این ارتباط این شاخص‌ها با بیماری‌های مزمن بیشتر در کشورهای اروپایی و امریکایی مورد ارزیابی قرار گرفته و تعداد مطالعات انجام شده در این زمینه در کشورهای آسیایی به‌خصوص ایران اندک است. بنابراین با توجه به شیوع بالای چاقی در ایران و نقش انسولین در بروز آن، هدف از مطالعه‌ی حاضر، بررسی ارتباط شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم استراحت در زنان مبتلا به اضافه وزن و چاقی می‌باشد.

## روش بررسی

این پژوهش مطالعه‌ای مقطعی است که روی زنان غیر یائسه‌ی ۵۰-۱۸ ساله‌ی مبتلا به اضافه وزن و چاقی و ساکن شهر تهران، صورت گرفت. شرکت‌کنندگان

محاسبه شد. مقدار انرژی اقلام غذایی موجود در پرسش‌نامه‌ی بسامد خوراک با استفاده از داده‌های مربوط به جدول ترکیبات مواد غذایی وزارت کشاورزی ایالت متحده (USDA United State Department of Agriculture) موجود در بانک اطلاعاتی نرم‌افزار تغذیه‌ای 4 Nutritionist (N4) تعیین گردید (۲۴). در مواردی که اقلام غذایی در این نرم‌افزار موجود نبود (نظیر نان لواش و نان بربری)، از جدول ترکیبات غذاهای ایرانی استفاده شد. در نهایت، میزان وزن و انرژی دریافتی به ازای هریک از مواد غذایی مصرفی برای هر فرد و متوسط انرژی مصرفی هر فرد در روز در نرم‌افزار SPSS به منظور تحلیل‌های بیشتر وارد گردید.

علاوه بر این، به منظور بررسی وضعیت اقتصادی اجتماعی افراد شرکت‌کننده، پرسش‌نامه‌ای تکمیل شد و متغیرهای تن‌سنجی شامل وزن، قد، دور کمر، دور باسن، دور شکم و نمایه‌ی توده‌ی بدنی بود. همچنین تحلیل ترکیب بدن شامل بافت چربی، توده‌ی بدون چربی، چربی احشایی و درصد چربی بدن با دستگاه Inbody 770 ارزیابی شد. قد افراد با استفاده از متر نواری با دقت ۱ سانتی‌متر در وضعیت ایستاده در کنار دیوار و بدون کفش در حالی اندازه‌گیری شد که کتف‌ها در شرایط عادی قرار داشتند. نمایه‌ی توده‌ی بدن از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر مربع) محاسبه شد. دور کمر نیز در باریک‌ترین ناحیه‌ی آن در حالتی ارزیابی شد که فرد در انتهای بازدم طبیعی خود قرار داشت. برای اندازه‌گیری دور باسن، برجسته‌ترین قسمت آن مشخص شد. اندازه‌گیری‌ها با استفاده از متر نواری با دقت ۰/۱ سانتی‌متر صورت گرفت. همچنین با استفاده از متر نواری پیرامون دور شکم اندازه‌گیری شد، به طوری که درست مماس پوست بدن قرار گیرد. ارزیابی فعالیت بدنی با استفاده از فرم کوتاه شده‌ی پرسش‌نامه‌ی فعالیت بدنی (IPAQ: International Physical Activity Questionnaires) انجام شد. این فرم شامل هفت سوال است که میزان فعالیت بدنی را در چهار سطح شدید، متوسط، پیاده‌روی و عدم‌تحرك ارزیابی می‌کند. در نهایت اعداد خاص در هر سطح برای هر فرد جمع می‌شود که نمایه معادل فعالیت متابولیک (METs: Metabolic Equivalent Task) به دست می‌آید (۲۵) و براساس این معیار افراد به سه دسته‌ی غیرفعال، با فعالیت متوسط، و شدید تقسیم می‌شوند.

#### ● اندازه‌گیری شاخص‌های انسولینی

شاخص انسولینی هر کدام از مواد غذایی براساس مقادیر منتشر شده توسط

با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده از مراکز بهداشتی انتخاب شدند. در صورتی که فردی حاضر به شرکت در مطالعه نبود، فردی دیگر انتخاب می‌شد. کسانی که در دوران بارداری و شیردهی بودند یا سابقه‌ی ابتلا به بیماری‌های مزمن و اختلالات غده‌ی تیروئید داشتند و یا از هرگونه رژیم خاصی تبعیت می‌کردند، وارد مطالعه نشدند. از تمام افراد خواسته شد تا رضایت‌نامه‌ی آگاهانه‌ی اخلاقی را تکمیل کنند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل مونث بودن، داشتن سن ۱۸ سال و بیشتر و داشتن نمایه‌ی توده‌ی بدنی بیشتر یا مساوی ۲۵ بود (۲۲). معیارهای خروج از مطالعه شامل ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، فشارخون، دیابت، سرطان، بیماری‌های کلیوی، بیماری‌های تیروئیدی، دیگر بیماری‌های حاد و مزمن، بارداری یا شیردهی، یائسگی، دریافت مکمل لاغری، دریافت داروهای گلوکوکورتیکوئید، دریافت داروهای کاهنده‌ی چربی خون، دریافت داروهای کاهنده‌ی قندخون، تبعیت از رژیم غذایی خاص در طول یک سال گذشته و عدم همکاری بیمار در تکمیل پرسش‌نامه و مراحل نمونه‌گیری بود.

تعداد نمونه‌ی لازم برای این تحقیق ۲۸۰ نفر در نظر گرفته شد. البته برای دقت بیشتر مطالعه و با در نظر گرفتن تمایل نداشتن برخی خانم‌ها به شرکت در مطالعه، ۲۹۵ نفر انتخاب شدند. پس از توضیح دادن هدف از مطالعه و روش آن به افراد، پرسش‌نامه‌های مربوط تکمیل شد. به منظور بررسی انرژی دریافتی هریک از افراد شرکت‌کننده، دریافت‌های غذایی معمول فرد در طی یک سال گذشته با استفاده از یک پرسش‌نامه‌ی تعدیل‌شده‌ی نیمه‌کمی بسامد خوراک (Questionnaire Semi-Food Frequency) ارزیابی شد. پرسش‌نامه‌ی بسامد خوراک شامل فهرستی از ۱۴۷ قلم غذایی به همراه اندازه‌ی استاندارد (Standard Serving Size) هر ماده‌ی غذایی است که طبق روش ویلت طراحی شده است. کارشناس تغذیه با مصاحبه‌ی مستقیم پرسش‌نامه را تکمیل کرد. از افراد شرکت‌کننده خواسته شد تا تکرار (بار) مصرف هریک از مواد غذایی را بر اساس اندازه‌ی واحد استاندارد با توجه به الگوی معمول مصرف برحسب تکرار مصرف در روز، هفته، ماه یا سال پاسخ دهند. اندازه‌ی واحدهای استاندارد و مواردی که براساس مقیاس‌های خانگی گزارش شده بود، با استفاده از راهنمای مقیاس خانگی به گرم تبدیل شد (۲۳). سپس مقدار گرم هریک از مواد غذایی در تکرار (بار) مصرفی ضرب و در نهایت، گرم مصرف مواد غذایی

Brand-Miller محاسبه شد. در مطالعه‌ی آنها، مواد غذایی با میزان انرژی یکسان نسبت به ۱۰۰۰ کیلو ژول نان سفید یا گلوکز مقایسه شده و پاسخ انسولینی (افزایش سطح زیر منحنی انسولین برای بیش از دو ساعت) آنها ارزیابی شده است (۲۱)، همچنین بار انسولینی مواد غذایی براساس حاصل ضرب شاخص انسولینی هر ماده غذایی در محتوای انرژی و تعداد دفعات مصرف آن در روز برای هر فرد به دست می‌آید و هر واحد آن بیانگر میزان انسولین ترشح شده به ازای یک کیلو ژول گلوکز مصرفی می‌باشد. شاخص انسولینی (FII: Food Insulin Index) برای ۷۱ ماده غذایی از مطالعات قبلی منتشر شده توسط هولت و همکاران به دست آمد (۲۱). برای ۷۶ ماده غذایی باقی مانده در لیست مواد غذایی که در لیست موجود توسط Holt و همکاران وجود نداشت، براساس عادت و الگوی غذایی و باتوجه به لیستی از شاخص انسولینی (FII: Food insulin index) مواد غذایی موجود و همچنین با استفاده از تشابه محتویات کربوهیدرات، پروتئین و چربی، و همچنین تشابه فیبر، گروه‌های غذایی و تشابه در سرعت هضم و جذب کربوهیدرات آنها، شاخص انسولینی (FII) آنها مشخص و محاسبه گردید. نهایتاً، برای تعیین بارانسولینی رژیم غذایی (DIL: Dietary Insulin Load)، ابتدا بار انسولین هر ماده غذایی را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کردیم:

بار انسولینی از یک غذای معین = شاخص انسولین آن ماده غذایی × مقدار انرژی در هر گرم از آن غذا × مقدار مصرفی آن (g/d) با جمع‌آوری بار انسولینی هر غذایی، بار انسولینی رژیم غذایی (DIL) برای هر فرد به دست آمد. شاخص انسولینی رژیم غذایی (DII: Dietary Insulin Index) سپس با تقسیم بارانسولینی رژیم غذایی (DIL) توسط کل انرژی برای هر شرکت‌کننده محاسبه شد.

#### • اندازه‌گیری میزان متابولیسم استراحت

در این مطالعه، میزان متابولیسم استراحت با استفاده از روش کالری‌متری غیرمستقیم (MetaLyzer 3B-R3) بر اساس پروتکل دستگاه اندازه‌گیری گردید. کالری‌متری غیرمستقیم، روشی برای اندازه‌گیری میزان متابولیسم پایه بر اساس اکسیژن دریافت شده و میزان کربن دی‌اکسید دفعی در ثانیه توسط بدن می‌باشد. با استفاده از ماسک که بینی و دهان فرد را کاملاً می‌پوشاند، میزان دم و بازدم فرد از طریق فیلتر متصل به ماسک و سنسور مربوط به دستگاه منتقل می‌شد. از شرکت‌کنندگان خواسته شد به مدت ۱۲ ساعت پیش از انجام آزمایش

ناشتا بوده و از فعالیت جسمانی شدید، مصرف کافئین و کشیدن سیگار به مدت ۲۴ ساعت قبل از ارزیابی میزان متابولیسم استراحت بپرهیزند. پیش از انجام تست، تمام افراد به مدت ۱۰-۵ دقیقه در حالت استراحت مانده و به مدت ۳۰ دقیقه مورد سنجش قرار گرفتند. بر اساس پروتکل دستگاه مورد استفاده در این مطالعه برای ارزیابی میزان متابولیسم استراحت، تمام افراد شرکت‌کننده در وضعیت خوابیده به پشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. اعتبارسنجی این دستگاه توسط مطالعات متعددی تایید شده است (۲۶).

#### • تحلیل آماری

در این مطالعه به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. افرادی که انرژی کل روزانه‌ی دریافتی آنها کمتر و یا بیشتر از ۳ انحراف معیار از میانگین انرژی دریافتی گزارش شده بود، از مطالعه حذف شدند. شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی، هر کدام آنها به صورت جداگانه، برای دسته‌بندی شرکت‌کنندگان به صورت سهک استفاده گردید. ویژگی‌های عمومی افراد در سهک‌های شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی به صورت میانگین ± انحراف معیار برای متغیرهای پیوسته و درصد برای متغیرهای دسته‌بندی شده بیان شدند. برای بررسی تفاوت‌های بین سهک‌ها، برای متغیرهای پیوسته از آنالیز واریانس و برای متغیرهای دسته‌بندی شده از آزمون مجذور کای استفاده شد. دریافت‌های غذایی افراد در سهک‌های شاخص و بار انسولینی به وسیله‌ی ANCOVA مقایسه شدند و تمام مقادیر برای سن و انرژی دریافتی تعدیل شدند، به جز انرژی دریافتی که تنها برای سن تعدیل شد. به منظور تعیین ارتباط بار و شاخص انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم استراحت زنان، در مدل خام و مدل‌های چندمتغیره‌ی تعدیل شده از رگرسیون خطی استفاده شد. در این آنالیزها سن، انرژی کل دریافتی، فعالیت فیزیکی و توده بدون چربی تعدیل شدند. انتخاب این مخدوش‌کننده‌ها با توجه به مطالعات گذشته و همچنین معنی‌دار شدن همبستگی میان هر کدام از آنها با میزان متابولیسم استراحت بود. در این مطالعه، P-value کمتر از ۰/۰۵ به عنوان سطح آماری معنی‌دار در نظر گرفته شده است.

#### یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک افراد در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱: مشخصات عمومی، اندازه و نمایه تن سنجی و ترکیب بدن شرکت‌کنندگان در میان سهک‌های بار انسولینی

| P <sup>b</sup>                   | P <sup>a</sup> | سهک‌های بار انسولینی |                |                | دامنه سهک  |
|----------------------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|--|
|                                  |                | سهک سوم (n=۹۳)       | سهک دوم (n=۹۳) | سهک اول (n=۹۴) |  |
| -                                | -              | ۱۳۰۶۵۱ ≤             | ۹۲۴۳۶-۱۳۰۶۵۱   | ۹۲۴۳۶ ≥        |  |
| ویژگی‌های جمعیتی (جمعیت‌شناسی)   |                |                      |                |                |  |
| ۰/۱۰                             | ۰/۸۸           | ۳۶±۸/۷               | ۳۶/۵±۷/۸       | ۳۶/۶±۹         | سن (سال)   |
| -                                | ۰/۶۵           | ۷۵                   | ۸۰/۶           | ۷۷/۴           | وضعیت تاهل (متاهل) (%)                           |
| -                                | ۰/۹۰           | ۵۴/۳                 | ۵۵/۹           | ۵۸/۱           | آموزش (فارغ التحصیل از دانشگاه) (%)              |
| -                                | ۰/۱۲           | ۷۱/۴                 | ۷۰/۳           | ۵۸/۷           | شغل (دانشجو/ زنان خانه‌دار) (%)                  |
| -                                | ۰/۴۵           | ۱۷/۴                 | ۱۹/۳           | ۱۲/۵           | جمعیت خانواده (نفر) (%)                          |
| -                                | ۰/۰۸           | ۶۸/۸                 | ۶۱/۱           | ۵۴/۹           | مالکیت خانه (مالک) (%)                           |
| -                                | ۰/۹۹           | ۲۰/۷                 | ۲۰             | ۲۰             | مصرف روزانه مکمل غذایی (%)                       |
| -                                | ۰/۰۰۸          | ۱/۳                  | ۱/۵            | ۱/۲            | فعالیت بدنی (≤ ۳۵۰۰ معادل سوخت‌وساز کار در هفته) |
| ترکیب بدنی                       |                |                      |                |                |  |
| ۰/۲۳                             | ۰/۶۷           | ۳۰/۶±۳/۷             | ۳۱±۳/۵         | ۳۰/۶±۳/۹       | شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)           |
| ۰/۴۰                             | ۰/۶۷           | ۹۸/۵±۹/۴             | ۹۹±۹/۲         | ۹۷/۸±۹/۵       | دور کمر (سانتی‌متر)                              |
| ۰/۶۳                             | ۰/۴۱           | ۱۱۴/۴±۸/۹            | ۱۱۲/۳±۱۸/۴     | ۱۱۲/۲±۷/۱      | دور باسن (سانتی‌متر)                             |
| ۰/۶۴                             | ۰/۷۰           | ۰/۹۳±۰/۰۵            | ۰/۹۳±۰/۰۵      | ۰/۹۲±۰/۰۵      | نسبت دور کمر به دور باسن                         |
| ۰/۳۳                             | ۰/۸۳           | ۱۲/۷±۳               | ۱۳±۲/۷         | ۱۲/۹±۳/۱       | شاخص توده‌ی چربی                                 |
| ۰/۴۳                             | ۰/۴۲           | ۱۷/۸±۳/۱             | ۱۸/۱±۴         | ۱۷/۱±۷/۴       | شاخص توده‌ی بدون چربی                            |
| میزان مصرف انرژی در حالت استراحت |                |                      |                |                |  |
| ۰/۲۲                             | ۰/۱۵           | ۲۳۰/۴±۱۵۷۶/۵         | ۲۶۶/۲±۱۶۰۵/۴   | ۲۶۴/۷±۱۵۳۳/۰۸  | میزان مصرف انرژی در حالت استراحت                 |

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار یا درصد نمایش داده شده‌اند.

<sup>a</sup> با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه یا مجذور کای به دست آمده است.

<sup>b</sup> از آنالیز ANCOVA، (کوواریانس) به دست آمده است.

سطوح فعالیت فیزیکی: کم MET/Min/week < ۶۰۰، متوسط MET/Min/week ۶۰۰-۳۵۰۰ و شدید MET/Min/week > ۳۵۰۰

از به ترتیب ۹۲۴۳۶ و ۴۱ در سهک اول قرار گرفتند. افرادی که بار و شاخص انسولینی آن‌ها به ترتیب بین ۹۲۴۳۶-۱۳۰۶۵۱ و ۴۶-۴۲ بوده، در سهک دوم و شرکت‌کنندگانی که بار و شاخص انسولینی رژیم غذایی آن‌ها به ترتیب بیشتر از ۱۳۰۶۵۱ و ۴۶ بوده، در سهک آخر قرار گرفته‌اند. سپس، براساس سهک‌های بار و شاخص انسولینی رژیم غذایی، میانگین و انحراف معیار اندازه‌ها و نمایه‌های تن سنجی و ترکیب بدن شرکت‌کنندگان و همچنین ویژگی عمومی در هر سهک محاسبه و معنی دار بودن روند آن‌ها در سهک‌ها مشخص شده است. مشخصات

در این مطالعه، میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۳۶/۴۹±۸/۳۸ سال بود. این افراد دارای میانگین وزنی برابر با ۸۰/۸۹±۱۲/۴۵ کیلوگرم و از لحاظ قدی، دارای میانگین ۱۶۱±۵/۹۰ سانتی‌متر بودند. میانگین میزان متابولیسم استراحت افراد مورد مطالعه برابر با ۱۵۷۱/۴±۲۵۵/۲ بوده و همچنین حداقل و حداکثر میزان متابولیسم استراحت در این افراد به ترتیب برابر با ۹۵۲ و ۲۴۶۷ گزارش شده است. کل شرکت‌کنندگان بر اساس بار و شاخص انسولینی رژیم غذایی به سه گروه (سهک) تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان با بار و شاخص انسولینی کمتر

عمومی و اندازه‌ها و نمایه‌های تن‌سنجی و ترکیب بدن افراد شرکت‌کننده در مطالعه بر مبنای سبک‌های بار انسولینی رژیم غذایی در جدول ۱ نشان داده شده است. اگرچه در بین سبک‌های بار انسولینی رژیم غذایی، متغیر سطح فعالیت بدنی ( $P\text{-value}=0/008$ ) دارای تفاوت معناداری بوده و افراد با بار انسولینی بیشتر دارای فعالیت بدنی بیشتری نیز بوده‌اند، اما در مورد سایر متغیرهای بررسی شده، توزیع افراد در طول سبک‌های بار انسولینی تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند. ویژگی‌های جمعیتی و اندازه‌ها و نمایه‌های تن‌سنجی افراد مورد مطالعه بر مبنای سبک‌های شاخص انسولینی رژیم غذایی در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: مشخصات عمومی، اندازه و نمایه تن‌سنجی و ترکیب بدن شرکت‌کنندگان در میان سبک‌های شاخص انسولینی

| سبک‌های شاخص انسولینی   |                |                |                |                |  |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| P <sup>b</sup>  | P <sup>a</sup> | سبک سوم (n=93) | سبک دوم (n=93) | سبک اول (n=94) | T دامنه  |
| -   | -              | ≥۴۶            | ۴۶-۴۲          | ≤۴۱            |  |
| ویژگی‌های جمعیتی (جمعیت شناسی)  |                |                |                |                |  |
| 0/005   | 0/01           | 37/9±7/9       | 34/4±8/5       | 36/7±8/8       | سن (سال)   |
| -   | 0/32           | 78/3           | 72/8           | 81/9           | وضعیت تاهل (متاهل) (%)                                 |
| -   | 0/84           | 53/3           | 55/4           | 59/6           | آموزش (فارغ التحصیل از دانشگاه) (%)                    |
| -   | 0/86           | 68/8           | 66/3           | 65/2           | شغل (دانشجو/ زنان خانه دار) (%)                        |
| -   | 0/04           | 22/8           | 9/1            | 17             | جمعیت خانواده (4 نفر) (%)                              |
| -   | 0/21           | 64/5           | 62/6           | 57/8           | مالکیت خانه (مالک) (%)                                 |
| -   | 0/51           | 16/9           | 19/8           | 23/9           | مصرف روزانه مکمل غذایی (%)                             |
| -   | 0/90           | 3/9            | 4/8            | 4/8            | فعالیت بدنی ( $\leq 3500$ معادل سوخت‌وساز کار در هفته) |
| ترکیب بدنی  |                |                |                |                |  |
| 0/55  | 0/48           | 30/4±3/5       | 30/7±3/7       | 31±3/9         | شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)                  |
| 0/69  | 0/23           | 97/1±8/6       | 98/9±9/6       | 99/4±9/7       | دور کمر (سانتی‌متر)                                    |
| 0/23  | 0/49           | 111/1±17/9     | 113/9±6/4      | 113±7/8        | دور باسن (سانتی‌متر)                                   |
| 0/84  | 0/34           | 0/92±0/04      | 0/93±0/05      | 0/93±0/05      | نسبت دور کمر به دور باسن                               |
| 0/49  | 0/29           | 12/5±2/9       | 13±2/9         | 13/2±3/1       | شاخص توده‌ی چربی                                       |
| 0/83  | 0/63           | 17/9±1/3       | 17/7±1/3       | 17/9±1/5       | شاخص توده‌ی بدون چربی                                  |
| اندازه‌گیری (میزان سوخت‌وساز در حالت استراحت) یا (میزان مصرف انرژی در حالت استراحت) |                |                |                |                |  |
| 0/32  | 0/47           | 1545/4±249     | 1589/9±259/6   | 1578/3±257/6   | میزان مصرف انرژی در حالت استراحت                       |

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف معیار یا درصد نمایش داده شده‌اند.

<sup>a</sup> با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه یا مجذور کای به دست آمده است.

<sup>b</sup> از آنالیز ANCOVA، (کوواریانس) به دست آمده است.

مشاهده نگردید.

میانگین و انحراف معیار دریافت‌های گروه‌های غذایی و مواد مغذی در مطالعه در بین افراد شرکت‌کننده در مطالعه در بین سبک‌های بار و شاخص انسولینی رژیم غذایی در جدول ۳ نشان داده شده است.

با افزایش سبک‌های شاخص انسولینی، درصد افراد با خانواده‌ی کمتر از ۴ عضو، افزایش پیدا کرده است. علاوه بر این، افراد با سن بالاتر، بیشتر در سبک سوم شاخص انسولینی قرار داشتند ( $P\text{-value}=0/005$ ). در مورد سایر متغیرهای توزیع افراد در طول سبک‌های شاخص انسولینی، تفاوت معنی‌داری

جدول ۳: مقایسه دریافت گروه‌های غذایی در افراد شرکت‌کننده در مطالعه در سهک‌های شفاف و بار انسولینی

| سهک‌های شاخص انسولینی       |                |                   |                   |                   | سهک‌های بار انسولینی |                |                   |                   |                   |                               |
|-----------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| P <sup>b</sup>              | P <sup>a</sup> | سهک سوم<br>(n=۹۳) | سهک دوم<br>(n=۹۳) | سهک اول<br>(n=۹۴) | P <sup>b</sup>       | P <sup>a</sup> | سهک سوم<br>(n=۹۳) | سهک دوم<br>(n=۹۳) | سهک اول<br>(n=۹۴) |                               |
| -                           | -              | ≥ ۴۶              | ۴۲-۴۶             | ≤ ۴۱              | -                    | -              | ≥ ۱۳۰۶۵۱          | ۹۲۴۳۶-۱۳۰۶۵۱      | ≤ ۹۲۴۳۶           | دامنه سهک                     |
| گروه‌های غذایی (گرم در روز) |                |                   |                   |                   |                      |                |                   |                   |                   |                               |
| ۰/۰۳                        | <۰/۰۰۱         | ۵۳۹±۲/۲۹          | ۴۳۸/۸±۱۶/۹        | ۳۱۷/۴±۱۲/۸        | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۶۰۴/۳±۲۶/۷        | ۴۰۵/۳±۱۳/۳        | ۲۸۵/۹±۱۰/۵        | غلات                          |
| ۰/۰۴                        | ۰/۰۰۵          | ۶۲۱/۴±۴۱/۵        | ۵۰۱/۱±۳۱/۹        | ۴۶۷/۶±۲۸/۴        | ۰/۰۱                 | <۰/۰۰۱         | ۷۵۴/۴±۳۹/۴        | ۴۸۷/۸±۲۵          | ۳۴۹/۲±۲۴/۵        | میوه‌ها                       |
| ۰/۷۵                        | ۰/۳۵           | ۴۰۲/۷±۲۲          | ۴۳۹/۳±۲۹/۱        | ۴۵۶/۴±۲۹/۱        | ۰/۰۲                 | <۰/۰۰۱         | ۴۷۶/۹±۲۷/۸        | ۴۷۳±۲۷/۶          | ۳۴۹/۷±۲۳/۴        | سبزی‌ها                       |
| ۰/۶۳                        | ۰/۲۶           | ۹/۹±۱/۲           | ۱۱/۴±۱            | ۱۲/۹±۱/۴          | ۰/۳۰                 | ۰/۴۱           | ۱۲/۴±۱/۵          | ۱۱/۸±۱/۲          | ۱۰/۱±۰/۸          | ملحی                          |
| ۰/۸۱                        | ۰/۱۰           | ۴۸/۹±۳/۹          | ۴۹/۴±۴/۶          | ۶۰/۴±۴/۲          | ۰/۰۰۷                | ۰/۰۰۴          | ۵۳/۶±۴/۱          | ۶۲/۸±۴/۹          | ۴۲/۵±۳/۴          | حبوبت                         |
| ۰/۹۳                        | ۰/۳۸           | ۱۳/۶±۱/۶          | ۱۳/۶±۱/۴          | ۱۶/۵±۱/۹          | ۰/۰۷                 | <۰/۰۰۱         | ۱۹/۴±۱/۸          | ۱۵/۱±۱/۶          | ۹/۲±۱/۳           | آجیل و خشکبار                 |
| ۰/۶۴                        | ۰/۲۲           | ۴۱۱±۲۷/۵          | ۴۰۵/۳±۲۶/۳        | ۳۵۴±۲۳/۲          | ۰/۳۷                 | <۰/۰۰۱         | ۵۱۱/۵±۳۰/۲        | ۳۸۷/۳±۲۱/۹        | ۲۷۰/۹±۱۷/۲        | لبنیت                         |
| -                           | -              | ≥ ۴۶              | ۴۲-۴۶             | ≤ ۴۱              | -                    | -              | ۱۳۰۶۵۱ ≤          | ۹۲۴۳۶-۱۳۰۶۵۱      | ≤ ۹۲۴۳۶           | دامنه سهک                     |
| ۰/۰۲                        | ۰/۰۳           | ۲۳۳±۷۵/۳          | ۲۶۳±۷۷/۹          | ۲۴۵±۷۵/۲          | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۳۳۱±۵۴/۱          | ۲۶۱۱±۳۹/۵         | ۱۸۵۳±۳۴/۵         | انرژی (کیلوکالری در روز)      |
| ۰/۷۶                        | ۰/۰۳           | ۱۸۰/۵±۲/۳         | ۱۷۷/۴±۲/۴         | ۱۷۱/۸±۲/۳         | ۰/۵۹                 | <۰/۰۰۱         | ۲۰۰±۱/۶           | ۱۷۶/۷±۱/۲         | ۱۵۳/۲±۱           | پروتئین (گرم در روز)          |
| <۰/۰۰۱                      | ۰/۰۳           | ۷۶۱±۱۱/۱          | ۷۴۳/۳±۱۱/۶        | ۷۱۹/۴±۱۱/۱        | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۸۵۴/۱±۸           | ۷۴۲/۹±۵/۸         | ۶۳۰/۷±۵/۱         | کربوهیدرات (گرم در روز)       |
| ۰/۰۵                        | ۰/۰۳           | ۳۵/۱±۰/۶          | ۳۳±۰/۶            | ۳۷/۵±۰/۶          | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۳۰/۸±۰/۲          | ۳۴/۸±۰/۲          | ۴۲/۹±۰/۹۵         | فیبر غذایی (گرم در روز)       |
| <۰/۰۰۱                      | ۰/۰۳           | ۱۹۲/۴±۲/۶         | ۱۸۷/۹±۲/۷         | ۱۸۲/۵±۲/۶         | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۲۱۴/۴±۱/۹         | ۱۸۷/۱±۱/۳         | ۱۶۱/۵±۱/۲         | چربی کل (گرم در روز)          |
| <۰/۰۰۱                      | ۰/۰۳           | ۳۵/۳±۰/۴          | ۳۴/۷±۰/۴          | ۳۳/۴±۰/۴          | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۳۸۷±۰/۲۹          | ۳۴/۶±۰/۲۱         | ۳۰/۵±۰/۱۸         | اسیدهای چرب n-6 (گرم در روز)  |
| <۰/۰۰۱                      | >۰/۰۰۱         | ۲/۲±۰/۰۳          | ۲±۰/۰۳            | ۱/۸±۰/۰۳          | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۴/۷±۰/۰۴          | ۴/۱±۰/۰۲          | ۳/۵±۰/۰۲          | ویتامین B1 (میلی گرم در روز)  |
| ۰/۱۵                        | ۰/۱۵           | ۲/۲±۰/۰۵          | ۲/۲±۰/۰۵          | ۲/۱±۰/۰۵          | ۰/۰۴                 | <۰/۰۰۱         | ۴/۹±۰/۰۴          | ۴/۳±۰/۰۳          | ۳/۷±۰/۰۲          | ویتامین B2 (میلی گرم در روز)  |
| ۰/۹۱                        | ۰/۹۱           | ۲۵/۳±۰/۶۲         | ۲۵/۱±۰/۶۱         | ۲۴/۹±۰/۶۲         | ۰/۹۷                 | <۰/۰۰۱         | ۵۷/۲±۰/۵          | ۵۰/۳±۰/۳          | ۴۳/۲±۰/۰۳         | ویتامین B3 (میلی گرم در روز)  |
| ۰/۸۷                        | ۰/۰۳           | ۲/۱±۰/۰۴          | ۲/۱±۰/۰۴          | ۲/۱±۰/۰۴          | ۰/۴۹                 | <۰/۰۰۱         | ۴/۸±۰/۰۴          | ۴/۳±۰/۰۲          | ۳/۷±۰/۰۲          | ویتامین B6 (میلی گرم در روز)  |
| ۰/۰۴                        | ۰/۰۱           | ۳/۸±۰/۲۱          | ۴/۶±۰/۲۱          | ۴/۶±۰/۲۱          | ۰/۸۲                 | <۰/۰۰۱         | ۹/۹۹±۰/۰۸         | ۸/۷±۰/۰۶          | ۷/۴±۰/۰۵          | ویتامین B12 (میکروگرم در روز) |
| ۰/۰۲                        | ۰/۰۳           | ۱۲۳۳±۱۴/۱         | ۱۲۱۴±۱۴/۸         | ۱۱۸۰±۱۴/۱         | ۰/۲۱                 | <۰/۰۰۱         | ۱۳۵۱±۱۰/۲         | ۱۲۰۹±۷/۴          | ۱۰۶۷±۶/۵          | فولات (میکروگرم در روز)       |
| ۰/۴۸                        | ۰/۰۳           | ۳۹۸/۸±۸/۶         | ۲۹۰/۹±۶/۲         | ۲۷۶/۵±۶           | ۰/۷۳                 | <۰/۰۰۱         | ۴۴۹±۴/۳           | ۳۹۷/۱±۳/۱         | ۳۲۸/۷±۲/۷         | ویتامین C (میلی گرم در روز)   |
| ۰/۲۶                        | ۰/۰۳           | ۴±۰/۰۴            | ۳/۹±۰/۰۵          | ۳/۸±۰/۰۴          | ۰/۵۵                 | <۰/۰۰۱         | ۴/۴±۰/۰۳          | ۳/۹±۰/۰۲          | ۳/۴±۰/۰۲          | ویتامین D (میکروگرم در روز)   |
| ۰/۴۹                        | ۰/۰۳           | ۲۴/۹±۰/۳          | ۲۴/۵±۰/۳          | ۲۳/۸±۰/۰۳         | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۲۷/۵±۰/۲۱         | ۳۴/۵±۰/۱۵         | ۳۱/۴±۰/۱۳         | ویتامین E (میلی گرم در روز)   |
| <۰/۰۰۱                      | ۰/۰۳           | ۳۸±۰/۵            | ۳۷/۴±۰/۵          | ۲۶/۱±۰/۵          | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۴۲/۴±۰/۳          | ۳۷/۲±۰/۲          | ۳۱/۹±۰/۲          | آهن (میلی گرم در روز)         |
| ۰/۰۱                        | ۰/۰۳           | ۹۳۳/۸±۱۲/۱۱       | ۹۱۷/۹±۱۲/۶        | ۸۸۸/۸±۱۲/۱        | ۰/۵۴                 | <۰/۰۰۱         | ۱۰۳۴/۹±۸/۷        | ۹۱۴/۲±۶/۳         | ۷۹۲/۵±۵/۵         | منیزیم (میلی گرم/روز)         |
| ۰/۲۱                        | ۰/۰۳           | ۳۷/۳±۰/۳          | ۳۶/۸±۰/۳          | ۳۵/۹±۰/۳          | ۰/۰۱                 | <۰/۰۰۱         | ۴۰/۲±۰/۲۵         | ۳۶۷/۷±۰/۱۸        | ۳۳/۱±۰/۱۶         | روی (میلی گرم در روز)         |
| ۰/۱۸                        | ۰/۰۳           | ۲۳۶۳±۲۹/۷         | ۲۳۳۴±۳۱/۱         | ۲۳۶۲±۲۹/۶         | ۰/۰۳                 | <۰/۰۰۱         | ۲۶۲۱/۷±۲۱/۳       | ۲۳۲۵±۱۵/۵         | ۲۰۲۶۶±۱۳/۶        | کلسیم (میلی گرم در روز)       |
| ۰/۰۵                        | ۰/۰۳           | ۳۰۵/۹±۲/۴         | ۳۰۲/۷±۲/۵         | ۲۹۶/۷±۲/۴         | <۰/۰۰۱               | <۰/۰۰۱         | ۳۲۶/۵±۱/۷         | ۳۰۱/۹±۱/۲         | ۲۷۷/۱±۱/۱         | کافئین (میلی گرم در روز)      |

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار یا درصد نمایش داده شده‌اند، تمام داده برای سن و انرژی تعدیل شده‌اند به جز سن که تنها برای انرژی تعدیل شده است.

<sup>a</sup> با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه به دست آمده است.

<sup>b</sup> از آنالیز ANCOVA، (کوواریانس) به دست آمده است.

زنانی که در بالاترین سهک بار انسولینی قرار داشتند، در مقایسه با افرادی که در پایین ترین سهک قرار داشتند، به طور معنی داری دریافت بیشتری از غلات، میوه ها، سبزی ها و حبوبات در میان گروه های غذایی داشتند. همچنین در زمینه ی شاخص انسولینی رژیم غذایی، افرادی که در بالاترین سهک قرار دارند نسبت به زنانی که در پایین ترین سهک شاخص قرار داشتند، به طور معنی داری دریافت

بالاتری از غلات و میوه ها داشته اند.

رگرسیون خطی برای تعیین ارتباط بین بار انسولینی رژیم غذایی و میزان متابولیسم استراحت قبل و بعد از تعدیل مخدوکننده ها (سن، انرژی، فعالیت بدنی، توده ی بدون چربی) در مدل های مختلف مورد استفاده قرار گرفته و اعداد مربوط در این زمینه در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: رگرسیون خطی برای ارتباط بار انسولین (رژیم غذایی با میزان متابولیسم استراحت

| رگرسیون خطی برای ارتباط شاخص انسولینی و میزان متابولیسم استراحت |               |                  |      |          | رگرسیون خطی برای ارتباط بار انسولین رژیم غذایی با میزان متابولیسم استراحت |               |                  |       |          |
|---|---------------|------------------|------|----------|---|---------------|------------------|-------|----------|
| RMR   | بتا استاندارد | بتا غیراستاندارد | SE   | *P.value | RMR   | بتا استاندارد | بتا غیراستاندارد | SE    | *P.value |
| مدل خام   | ۰/۰۵          | ۱/۲۴             | ۱/۵۰ | ۰/۰۴     | مدل خام   | ۰/۰۷          | ۲۱/۷۲            | ۱۸/۸۱ | ۰/۲۴     |
| مدل ۱   | ۰/۵۰          | ۱/۱۹             | ۱/۵۶ | ۰/۴۴     | مدل ۱   | -۰/۰۳         | -۱۲/۱۹           | ۳۵/۵۵ | ۰/۷۳     |
| مدل ۲   | -۰/۰۱         | -۴/۲۲            | ۱/۲۵ | ۰/۷۲     | مدل ۲   | -۰/۵۶         | -۱۷/۸۸           | ۲۸/۲۵ | ۰/۵۲     |

\*مقادیر P برای رگرسیون خطی گزارش شده است.

مدل ۱: تعدیل شده برای متغیرهای سن، انرژی، فعالیت بدنی

مدل ۲: تعدیل شده برای متغیرهای سن، انرژی، فعالیت بدنی، توده ی بدون چربی

اجتماعی ارتباط محسوسی دارد (۲). در میان عوامل محیطی که بر خطر بیماری ها تاثیر می گذارند، رژیم غذایی مهم ترین عامل بالقوه است. اگر چه مطالعه ی مورد نظر، اولین مطالعه ای است در سطح جهان که ارتباط بین شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی و متابولیسم در حال استراحت (RMR) را بررسی نموده، اما برخلاف آنچه که حاصل گردیده است، در مطالعات قبلی عمدتاً ارتباط مستقیم و معناداری بین این شاخص های انسولینی رژیم غذایی و بیماری های مزمن از جمله چاقی و عوارض آن، و انواع سرطان ها مشاهده شده است (۲۸-۲۴ و ۱۹ و ۱۸). به عنوان مثال، در یک مطالعه آینده نگر که بر روی ۲۶۲ نوجوان آلمانی ۲۰ ساله انجام شده است، ارتباط مثبت معنی داری بین شاخص انسولینی رژیم غذایی آن ها در دوران بلوغ و درصد بافت چربی بدنشان در دوران بزرگسالی مشاهده گردید (۲۹). همچنین، یک مطالعه ی مقطعی انجام شده توسط Mirmiran و همکاران بر روی ۹۲۷ بزرگسال، همبستگی معنی داری بین شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی با میزان مقاومت انسولینی گزارش کرده است (۳۰). در مقابل، یافته های حاصل از یک مطالعه ی مقطعی دیگر که بر روی ۴۰۰۲ فرد سالم توسط Nimptsch و همکاران انجام شده بود، نشان داد که هیچ همبستگی معنی داری بین شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی با مارک های التهابی وجود ندارد. اگر چه در مطالعه ی خود گزارش کرده اند که ارتباط معنی داری بین شاخص های انسولینی رژیم غذایی و سطح تری گلیسرید و HDL-کلسترول وجود داشته است (۱۸). علاوه

همان طور که قابل مشاهده است، ارتباط معنی داری میان بار انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم استراحت در مدل خام (P-value=۰/۲۴) و مدل های تعدیل شده یک (P-value=۰/۷۳) و دو (P-value=۰/۵۲) مشاهده نشد. این آزمون همچنین برای تعیین سهم هریک از متغیرها در ارتباط شاخص انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم استراحت استفاده گردیده و نشان داده شده است که ارتباط معنی داری میان شاخص انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم استراحت در مدل خام (P-value=۰/۰۴) وجود دارد. اگر چه بعد از تعدیل مخدوش کننده ها در مدل های تعدیل شده یک (P-value=۰/۴۴) و دو (P-value=۰/۷۲) این اثر معنادار از بین رفته و دیگر قابل مشاهده نیست.

## بحث

مطالعه ی حاضر اولین مطالعه ای است در سطح جهان که ارتباط بین شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی و متابولیسم در حال استراحت (RMR) را بررسی کرده است. بر اساس برآوردهای جهانی، اختلالات متابولیکی از جمله اختلال در میزان متابولیسم در حال استراحت و عواقب آن از جمله چاقی، در حال حاضر یکی از مهم ترین بیماری های متابولیک در سراسر جهان محسوب می شود (۳-۵). طبق آخرین گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) شیوع این اختلالات به صورت چشمگیری در حال افزایش است و با کیفیت زندگی و پیامدهای



حال استراحت (RMR) قابل استنتاج نبودند و به همین دلیل مطالعات آینده‌نگر به منظور تایید این نتایج مورد نیاز خواهد بود. با وجود آن که مخدوش کننده‌های بالقوه متعددی کنترل گردید ولی مخدوش کننده‌های باقیمانده قابل حذف نبودند. در این مطالعه برای ارزیابی دریافت‌های غذایی افراد، از یک پرسش‌نامه‌ی بسامد خوراکی معتبر استفاده شد ولی خطاهای مربوط به اندازه‌گیری و طبقه‌بندی نامناسب افراد شرکت‌کننده در مطالعه اجتناب‌ناپذیر است. علاوه بر این نقاط ضعف، فراهم نبودن شاخص انسولینی مربوط به همه مواد غذایی و تعیین کردن تقریبی برخی از آن‌ها بر اساس مشابهت محتوایی آن‌ها با سایر مواد غذایی، از جمله سایر نقاط ضعف مطالعه‌ی حاضر بود. استفاده از حجم نمونه‌ی مناسب و در نظر گرفتن متغیرهای مخدوش کننده بالقوه در آنالیز داده‌ها از برخی نقاط قوت این مطالعه بودند.

## نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش بیانگر آن است که هیچ ارتباط معکوس معنی‌داری بین شاخص انسولینی رژیم غذایی و بار انسولینی رژیم غذایی با متابولیسم در حال استراحت (RMR) در میان زنان دیده نشد. با توجه به کاستی‌های مطالعه‌ی حاضر پیشنهاد می‌شود که مطالعات بیشتری برای تایید این یافته‌ها و همچنین تعیین نقش شاخص‌های انسولینی رژیم غذایی بر سلامت افراد، مخصوصاً با طراحی آینده‌نگر و با تعداد نمونه‌ی بالاتر بررسی گردد و طراحی مطالعاتی با کنترل بیشتر عوامل موثر بر متابولیسم استراحت انجام گیرد. با توجه به اینکه متابولیسم استراحت می‌تواند وابسته به سن بوده و امکان تغییر در سنین مختلف هست، پیشنهاد می‌شود که در گروه‌های سنی دیگر از جمله کودکان، نوجوانان و سالمندان ارتباط مذکور مورد توجه و بررسی قرار گیرد. علاوه بر این پیشنهاد می‌شود که مطالعات بیشتری در سایر مناطق و سایر گروه‌های جمعیتی به دلیل متفاوت بودن الگوهای غذایی و تفاوت‌های ژنتیکی جهت تعمیم نتایج حاصل صورت گیرد.

## تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر بخشی از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد با عنوان «بررسی ارتباط شاخص انسولینی و بار انسولینی رژیم غذایی با میزان متابولیسم در حال استراحت (RMR) در زنان دارای اضافه وزن و چاقی» رشته علوم تغذیه با کد اخلاق IR.TUMS.VCR.REC.9513468001 با حمایت دانشکده علوم

بر این، چندین مطالعه‌ی آینده‌نگر توسط Bao و همکاران و Poindexter و همکاران نیز ارتباط شاخص‌های مورد نظر و انواع سرطان‌ها را بررسی نموده‌اند و هیچ ارتباط معناداری گزارش نکردند (۳۲ و ۳۱). تفاوت در خصوصیات عمومی شرکت‌کنندگان از جمله سن و شاخص توده بدنی (BMI) و توده‌ی بدون چربی می‌تواند زمینه‌ساز بروز نتایج متفاوت باشد. مطالعاتی در این زمینه انجام شده که بیانگر ارتباط سن و شاخص توده بدنی (BMI) با میزان متابولیسم در حال استراحت (RMR) می‌باشد. از دیگر علل بروز نتایج متفاوت می‌توان به تاثیر نژاد شرکت‌کنندگان در مطالعه بر متابولیسم استراحت اشاره کرد. به عنوان مثال مطالعه‌ای که به بررسی میزان متابولیسم استراحت در نژاد آفریقایی و اروپایی پرداخته بود، نشان داد که میزان متابولیسم استراحت در نژاد آفریقایی کمتر است (۳۳). به طور کلی، انسولین با تعدیل مسیرهای بیوشیمیایی کنترل‌کننده‌ی جذب، ذخیره و سنتز چربی در سطوح مختلف، نقش بسزایی در کنترل چاقی دارد. چندین مطالعه‌ی مشاهده‌ای نیز نشان داده‌اند که دریافت مواد غذایی که کمتر باعث تحریک ترشح انسولین شده‌اند، با شیوع کمتر چاقی همراه بوده‌اند (۳۴ و ۳۱). بنابراین، به نظر می‌رسد که باید مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد. رابطه‌ی معکوس بین شاخص انسولینی رژیم غذایی و متابولیسم در حال استراحت (RMR) ممکن است با چندین مکانیسم احتمالی قابل توضیح باشد؛ اما مکانیسم دقیق ارتباط دهنده انسولین و متابولیسم در حال استراحت (RMR) هنوز به طور دقیق شناخته شده نیست. البته انسولین ممکن است در کوتاه‌مدت با کاهش گلوکونئوژنز و پروتئولیز، میزان متابولیسم پایه را کاهش دهد (۳۶ و ۳۵ و ۳۳) و در نهایت منجر به چاقی شود. همچنین دریافت مواد غذایی با شاخص انسولینی بالا از طریق افزایش تحریک ترشح انسولین، ممکن است منجر به کاهش اکسیداسیون چربی‌ها و افزایش اکسیداسیون کربوهیدرات‌ها شود و در بلندمدت باعث افزایش ذخایر چربی در بدن شود (۳۷). علاوه بر این، مطالعات قبلی نشان داده‌اند که دریافت مواد غذایی با شاخص انسولینی بالا سبب افزایش سرعت هضم، جذب و انتقال گلوکز می‌شوند که این خود منجر به افت سریع تر قند خون و کاهش حس سیری شده و با افزایش دریافت کالری همراه خواهد بود (۳۸).

مطالعه‌ی پیش‌رو، اولین مطالعه‌ای است که به بررسی ارتباط بین شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی با متابولیسم در حال استراحت (RMR) پرداخته است که دارای نقاط قوت و همچنین نقاط ضعفی بوده است. به علت ماهیت مقطعی مطالعه، روابط علیتی بین شاخص و بار انسولینی رژیم غذایی با متابولیسم در

و تشکر می‌نماید؛ همچنین از نظرات ارزشمند تیم داوری جهت غنی شدن تغذیه و رژیم شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران است. تیم پژوهش از کلیه مشارکت‌کنندگان مطالعه که نقش موثری در تولید این شواهد ایفا کردند تقدیر پژوهش تشکر می‌گردد.

## References

1. Althumiri NA, Basyouni MH, Al Mousa N, Al Juwaysim MF, Almbark RA, Bin Dhim NF, et al. Obesity in Saudi Arabia in 2020: Prevalence, distribution, and its current association with various health conditions. *Healthcare* 2021; 9(3): 311.
2. Kitzinger H & Karle B. The epidemiology of obesity. *European Surgery* 2013; 45(2): 80-2.
3. Barzin M, Hosseinpanah F, Motamedi AK, Shapoori P, Arian P, Daneshpour MS, et al. Bariatric surgery for morbid obesity: Tehran obesity treatment study (TOTS) rationale and study design. *Research Protocols (JMIR)* 2016; 5(1): e8.
4. Blundell JE & Cooling J. Routes to obesity: Phenotypes, food choices and activity. *British Journal of Nutrition* 2000; 83(S 1): S33-8.
5. Martin KS & Ferris AM. Food insecurity and gender are risk factors for obesity. *Journal of Nutrition Education and Behavior* 2007; 39(1): 31-6.
6. Nisbett RE & Kanouse DE. Obesity, food deprivation, and supermarket shopping behavior. *Journal of Personality and Social Psychology* 1969; 12(4): 289-94.
7. Apolzan JW, Bray GA, Hamilton MT, Zderic TW, Han H, Champagne CM, et al. Short-term overeating results in incomplete energy intake compensation regardless of energy density or macronutrient composition. *Obesity (Silver Spring)* 2014; 22(1): 119-30.
8. Welle S & Nair KS. Relationship of resting metabolic rate to body composition and protein turnover. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 1990; 258(6): E990-8.
9. Bosaeus I, Daneryd P, Svanberg E & Lundholm K. Dietary intake and resting energy expenditure in relation to weight loss in unselected cancer patients. *International Journal of Cancer* 2001; 93(3): 380-3.
10. Taubes G. As obesity rates rise, experts struggle to explain why. *Journal Science* 1998; 280(5368): 1367-8.
11. De Oliveira BAP, De Souza Pinhel MA, Nicoletti CF, De Oliveira CC, Quinhoneiro DCG, Noronha NY, et al. UCP2 and PLIN1 expression affects the resting metabolic rate and weight loss on obese patients. *Obesity Surgery* 2017; 27(2): 343-8.
12. Aguilera CM, Olza J & Gil A. Genetic susceptibility to obesity and metabolic syndrome in childhood. *Nutricion Hospitalaria* 2013; 28(S 5): 44-55.
13. Astrup A, Gotzsche PC, Van De Werken K, Ranneries C, Toubro S, Raben A, et al. Meta-analysis of resting metabolic rate in formerly obese subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 69(6): 1117-22.
14. Onvani S, Haghighatdoost F & Azadbakht L. Dietary approach to stop hypertension (DASH): Diet components may be related to lower prevalence of different kinds of cancer: A review on the related documents. *Journal of Research in Medical Sciences (JRMS)* 2015; 20(7): 707-13.
15. Calton EK, Pathak K, Soares MJ, Alfonso H, Keane KN, Newsholme P, et al. Vitamin D status and insulin sensitivity are novel predictors of resting metabolic rate: A cross-sectional analysis in Australian adults. *European Journal of Nutrition* 2016; 55(6): 2075-80.
16. Mohammadnezhad M, Pourshams A, Sohrabpour A, Malekzadeh R, Akbari MR, Mohamdkhani A, et al. Healthy ranges of serum alanine aminotransferase levels in Iranian blood donors. *GOVARESH* 2003; 8(3): 79-83 [Article in Persian].
17. Garby L, Kurzer MS, Lammert O & Nielsen E. Energy expenditure during sleep in men and women: Evaporative and sensible heat losses. *Human Nutrition Clinical Nutrition* 1987; 41(3): 225-33.

18. Nimptsch K, Brand Miller JC, Franz M, Sampson L, Willett WC & Giovannucci E. Dietary insulin index and insulin load in relation to biomarkers of glycemic control, plasma lipids, and inflammation markers. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2011; 94(1): 182-90.
19. Bao J, Atkinson F, Petocz P, Willett WC & Brand Miller JC. Prediction of postprandial glycemia and insulinemia in lean, young, healthy adults: Glycemic load compared with carbohydrate content alone. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2011; 93(5): 984-96.
20. Brand-Miller JC, Holt SHA, Pawlak DB & Mc Millan J. Glycemic index and obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2002; 76(1): 281S-5S.
21. Holt SH, Brand Miller JC & Petocz P. An insulin index of foods: The insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1997; 66(5): 1264-76.
22. Weir CB. BMI classification percentile and cut off points. Available at: <https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/35288>. 2022.
23. Gholizadeh M, Falahi E, Hassanzadeh Keshteli A, Yazdan Nik A, Saneei P, Esmailzadeh A, et al. Association of dietary inflammatory potential (DIP) and endothelial function biomarkers among females. *Nutrition & Food Science* 2022; 52(5): 778-90.
24. Bodner Montville J, Ahuja JK, Ingwersen LA, Haggerty ES, Enns CW & Perloff BP. USDA food and nutrient database for dietary studies: Released on the web. *Journal of Food Composition and Analysis* 2006; 19(1): S100-S7.
25. Nadimi H, Yousefi Nejad A, Djazayeri A, Hosseini M & Hosseini S. Association of vegan diet with RMR, body composition and oxidative stress. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 2013; 12(3): 311-8.
26. Choi HJ, Ko CY, Chang Y, Kim GS & Kim CH. Validation of body composition assessment for unilateral amputees via BIA by comparison with DXA. *Measurement* 2022; 198(1): 111145.
27. Anjom Shoaie J, Hassanzadeh Keshteli A, Afshar H, Esmailzadeh A & Adibi P. Association between dietary insulin index and load and psychological disorders. *The British Journal of Nutrition* 2020; 123(2): 161-71.
28. Anjom-Shoaie J, Shayanfar M, Mohammad-Shirazi M, Sadeghi O, Sharifi G, Siassi F, et al. Dietary insulin index and insulin load in relation to glioma: Findings from a case-control study. *Nutritional Neuroscience* 2021; 24(5): 354-62.
29. Joslowski G, Goletzke J, Cheng G, Gunther ALB, Bao J, Brand Miller JC, et al. Prospective associations of dietary insulin demand, glycemic index, and glycemic load during puberty with body composition in young adulthood. *International Journal of Obesity* 2012; 36(11): 1463-71.
30. Mirmiran P, Esfandiari S, Bahadoran Z, Tohidi M & Azizi F. Dietary insulin load and insulin index are associated with the risk of insulin resistance: A prospective approach in tehran lipid and glucose study. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders* 2016; 15(23): 1-7.
31. Bao Y, Nimptsch K, Meyerhardt JA, Chan AT, Ng K, Michaud DS, et al. Dietary insulin load, dietary insulin index, and colorectal cancer. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention* 2010; 19(12): 3020-6.
32. Poindexter BB, Karn CA & Denne SC. Exogenous insulin reduces proteolysis and protein synthesis in extremely low birth weight infants. *The Journal of Pediatrics* 1998; 132(6): 948-53.
33. Adzika Nsatimba PA, Pathak K & Soares MJ. Ethnic differences in resting metabolic rate, respiratory quotient and body temperature: A comparison of Africans and European Australians. *European Journal of Nutrition* 2016; 55(5): 1831-8.
34. Bao Y, Nimptsch K, Wolpin BM, Michaud DS, Brand Miller JC, Willett WC, et al. Dietary insulin load, dietary insulin index, and risk of Pancreatic cancer<sup>1-3</sup>. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2011; 94(3): 862-8.
35. De Feo P. Hormonal regulation of human protein metabolism. *European Journal of Endocrinology* 1996; 135(1): 7-18.
36. Edgerton DS, Ramnanan CJ, Grueter CA, Johnson KMS, Lautz M, Neal DW, et al. Effects of insulin on the metabolic control of hepatic gluconeogenesis in vivo. *Diabetes* 2009; 58(12): 2766-75.

37. Kahn SE, Hull RL & Utzschneider KM. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 Diabetes. *Nature* 2006; 444(7121): 840-6.
38. Llewellyn CH, Trzaskowski M, Van Jaarsveld CHM, Plomin R & Wardle J. Satiety mechanisms in genetic risk of obesity. *JAMA Pediatrics* 2014; 168(4): 338-44.

# The Association of Dietary Insulin Index and Load with Resting Metabolic Rate (RMR) in Women Referred to Health Centers of Tehran University of Medical Sciences

Hossein Hasani<sup>1</sup> (B.S.), Maryam Arab-Moorchegani<sup>2</sup> (B.S.), Narges Parsaie<sup>3</sup> (M.S.), Mahshid Rezaei<sup>4</sup> (B.S.), Khadijeh Mirzaei<sup>5\*</sup> (Ph.D.), Hossein Imani<sup>6</sup> (Ph.D.), Mir Saeed Yekaninejad<sup>7</sup> (Ph.D.)

1 Master of Sciences Student in Nutritional Sciences, School of Nutritional Sciences and Dietetics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2 Bachelor of Science in Nutritional Sciences, School of Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

3 Master of Science in Nutritional Sciences, School of Medicine, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

4 Master of Sciences Student in Public Health in Nutrition, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

5 Associate Professor, Department of Community Nutrition, School of Nutritional Sciences and Dietetics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

6 Associate Professor, Department of Clinical Nutrition, School of Nutritional Sciences and Dietetics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

7 Assistant Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

## Abstract

Received: 25 Apr. 2022

Accepted: 22 Jul. 2022

**Background and Aim:** Currently, utilizing different nutritional indicators to investigate the association between diet and various diseases is considered in previous studies, which is related with some chronic diseases. However, no studies have studied the connection between the indicators with the rate of metabolism at rest (RMR). Therefore, the present study aimed to determine the relationship between dietary index and insulin load with resting metabolic rate (RMR) in overweight and obese women

**Materials and Methods:** A total of 280 healthy overweight and obese women (aged 18-50 years) who were referred to community health centers of Tehran University of medical sciences were included. In this study anthropometrics measurements such as weight, height, waist circumference, waist to hip ratio, body mass index, fat percentage, and fat-free mass were evaluated for every participant. Data on dietary intakes were collected using 147 semi-quantitative food frequency questionnaire (FFQ). DII and DIL were calculated using food insulin index values published earlier. To assess the RMR, indirect calorimetry was used.

**Results:** Mean age of study participants was 36.4±8.38 years. Although a significant association was seen between DII and RMR in a crude model (P=0.04); adjusting for different confounders made this significant relationship between DII and RMR insignificant. In addition, the dietary insulin index had no significant relationship with the amount of RMR/kg (p=0.63) and RMR/FFM (p=0.73).

**Conclusions:** Based on the results of this cross-sectional study, it seems that the insulin index and insulin load of the diet are not associated to the rate of resting metabolism. However, due to the limitations of this study, findings can only confirm or reject the hypothesis under further studies. It is also necessary to determine the role of dietary insulin indicators on human health, especially with a Study Prospective Design

**Keywords:** Anthropometrics Measurements, Dietary Insulin Index, Dietary Insulin Load, Resting Metabolic Rate, Obesity

\* Corresponding Author:  
Mirzaei Kh  
Email:  
mirzaei.kh@sina.tums.ac.ir