

## بررسی وضعیت ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی و ارتباط آن ها در دانشجویان جدیدالورود مقطع تحصیلات

### تکمیلی

علی خازنی<sup>۱</sup> سارا برمکی<sup>۲</sup> لیلی محمدقلیان<sup>۳</sup>

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد اردبیل، اردبیل، ایران.
۲. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد اردبیل، اردبیل، ایران.
۳. کارشناسی ارشد تغذیه ورزش گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد اردبیل، اردبیل، ایران.

### چکیده

مقدمه: پایش شاخص های مرتبط با خطر بیماری های قلبی-عروقی در جمعیت های تحصیل کرده و کم تحرک، یکی از اولویت های سلامت عمومی در دهه اخیر است بر این اساس هدف پژوهش حاضر، بررسی وضعیت ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی و نیز تحلیل رابطه بین این دو شاخص در دانشجویان جدیدالورود مقطع تحصیلات تکمیلی بود.

روش شناسی: در این مطالعه مقطعی، ۲۴۴ دانشجوی داوطلب (۸۷ مرد و ۱۵۷ زن) با دامنه سنی ۲۲ تا ۳۶ سال شرکت کردند. میانگین سنی  $26/3 \pm 3/3$  سال، قد  $178 \pm 7/5$  سانتی متر، وزن  $64/08 \pm 12/1$  کیلوگرم و حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_2max$ )  $2$  (max)  $29/78 \pm 6/1$  میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه ثبت شد. شاخص های ترکیب بدنی شامل توده بدن، درصد چربی، شاخص توده بدن (BMI) و نسبت دور کمر به دور باسن (WHR)، و نیز ظرفیت هوازی ( $VO_2max$ ) در یک جلسه اندازه گیری شدند. برای بررسی ارتباط بین متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون و برای مقایسه بین دو جنس از آزمون t مستقل استفاده شد ( $P > 0/05$ ). یافته ها: نتایج نشان داد میانگین  $VO_2max$ ، توده بدن، توده چربی، BMI و WHR در مردان به ترتیب  $37/6$ ،  $74$ ،  $21/9$ ،  $23/6$  و  $0/83$  و در زنان  $25/2$ ،  $58/4$ ،  $26/8$ ،  $22/3$  و  $0/74$  بود. بین  $VO_2max$  و هر دو شاخص BMI و توده چربی ارتباط معکوس و معناداری مشاهده شد. هم چنین تمامی شاخص های ترکیب بدنی و ظرفیت هوازی بین مردان و زنان اختلاف معناداری داشتند ( $P \leq 0/05$ ).

نتیجه گیری: یافته ها نشان می دهد دانشجویان تحصیلات تکمیلی علی رغم برخورداری از ترکیب بدنی نسبتاً مطلوب، از سطح پایین آمادگی قلبی-تنفسی به ویژه در میان زنان برخوردارند. این موضوع ضرورت طراحی مداخلات آموزشی و برنامه های منظم فعالیت بدنی برای بهبود سلامت قلبی-تنفسی این جمعیت را برجسته می سازد.

واژگان کلیدی: دانشجویان تحصیلات تکمیلی، ترکیب بدنی، آمادگی قلبی-تنفسی، BMI، WHR،  $VO_2max$ .

## مقدمه

ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی از مهم ترین شاخص های زیستی برای ارزیابی سلامت عمومی و پیش بینی خطر آینده بیماری های قلبی-عروقی، متابولیک و عملکردی محسوب می شوند. طی سال های اخیر، نقش این شاخص ها به ویژه در جمعیت های جوان مورد توجه فزاینده پژوهشگران قرار گرفته است، زیرا بسیاری از فرآیندهای خطرزای قلبی-متابولیکی در همین دوران آغاز می شوند و می توانند پیامدهای درازمدتی بر سلامت داشته باشند. در میان شاخص های ترکیب بدنی، پژوهش ها نشان داده اند که معیارهای ارزیابی چاقی مرکزی از جمله نسبت دور کمر به دور باسن (WHR) توان پیش بینی قوی تری نسبت به شاخص توده بدن (BMI) برای اختلالات متابولیک، بیماری های قلبی-عروقی و کبد چرب غیرالکلی دارند (Benedetto et al., ۲۰۲۱; Ross et al., ۲۰۲۰). این یافته ها تأکید می کنند که مکان و الگوی تجمع چربی، اهمیت بیشتری از وزن یا BMI به تنهایی دارد و چاقی مرکزی می تواند حتی در غیاب چاقی کلی، همودینامیک قلبی و متابولیسم گلوکز را تحت تأثیر قرار دهد.

در همین راستا، مفهومی نوظهور با عنوان «چاقی پنهان» (Normal Weight Obesity) مورد توجه قرار گرفته است؛ حالتی که در آن فرد اگرچه BMI طبیعی دارد، اما درصد چربی بدن وی به طور غیرطبیعی بالاست. مطالعات اخیر نشان داده اند که شیوع این پدیده در جوانان، به ویژه دانشجویان، در حال افزایش است و این وضعیت با افزایش التهاب مزمن کم درجه، اختلال در حساسیت انسولین، کاهش ظرفیت هوازی و افزایش خطر بیماری های قلبی-عروقی همراه است (Santos et al., ۲۰۲۱). این موضوع نشان می دهد که اتکای صرف به BMI می تواند منجر به کم برآوردی قابل توجه در شناسایی افراد در معرض خطر شود و ارزیابی دقیق تر ترکیب بدنی در جمعیت های جوان ضروری است.

از سوی دیگر، آمادگی قلبی-تنفسی که معمولاً با شاخص  $VO_2max$  اندازه گیری می شود؛ یکی از قدرتمندترین شاخص های سلامت و طول عمر است. کاهش  $VO_2max$  حتی در سنین جوانی با پیامدهایی نظیر کاهش کارایی قلبی، افزایش چربی شکمی، کاهش ظرفیت انتقال اکسیژن و افزایش خطر مرگومیر زودرس مرتبط است (Lee et al., ۲۰۱۹). شواهد نشان می دهد که افزایش چربی بدن، به ویژه چربی احشایی، با کاهش مستقیم  $VO_2max$  همراه است و این رابطه در جمعیت های کم تحرک جوان بسیار برجسته تر است (Andersen et al., ۲۰۱۹; Ruiz et al., ۲۰۲۱). این یافته ها نشان می دهد که ارتباط میان ترکیب بدنی و ظرفیت هوازی رابطه ای دوطرفه و پیچیده است که توسط عوامل فیزیولوژیکی، سبک زندگی و ویژگی های فردی تعدیل می شود.

در این میان، دانشجویان، به ویژه دانشجویان تحصیلات تکمیلی یکی از گروه های جمعیتی هستند که در معرض خطر بیشتری قرار دارند. این گروه به دلیل ساعات طولانی مطالعه، نشستن های مداوم، فشارهای آموزشی و پژوهشی، اختلال خواب و پایین بودن سطح فعالیت بدنی، اغلب دچار تغییرات نامطلوب در ترکیب بدنی و کاهش ظرفیت هوازی می شوند (Liu et al., ۲۰۲۳; Biddle et al., ۲۰۲۱). سبک زندگی کم تحرک که در این گروه شایع است، نه تنها موجب افزایش درصد چربی بدن می شود، بلکه می تواند فرآیندهای فیزیولوژیک مرتبط با آمادگی قلبی-تنفسی را نیز تضعیف کند. این شرایط موجب می شود دانشجویان تحصیلات تکمیلی یکی از گروه های آسیب پذیر برای توسعه چاقی مرکزی و افت سلامت قلبی-عروقی در سال های آینده باشند.

پژوهش های انجام شده بر روی جمعیت دانشجویی همواره نشان داده اند که ترکیب بدنی، درصد چربی، چاقی مرکزی و آمادگی قلبی-تنفسی رابطه ای معکوس و معنادار دارند و افزایش چربی احشایی یا WHR بالا معمولاً با کاهش  $VO_2max$  همراه است (Martínez-Gómez et al., ۲۰۲۲; Rahman et al., ۲۰۲۳; Gába et al., ۲۰۲۲). این رابطه حتی در دانشجویانی که BMI طبیعی دارند نیز مشاهده شده است، موضوعی که اهمیت سنجش ترکیب بدنی را دوچندان می کند (Farooq et al., ۲۰۲۰). از سوی دیگر، تفاوت های جنسیتی در الگوی توزیع چربی و سطح فعالیت بدنی سبب شده است که زنان جوان نسبت به مردان بیشتر در معرض ترکیب بدنی نامطلوب و آمادگی هوازی پایین قرار گیرند (Xu et al., ۲۰۲۲). این تفاوت ها ضرورت بررسی جداگانه وضعیت سلامت زنان و مردان را در مطالعات دانشجویی برجسته می سازد. با وجود شواهد گسترده درباره نقش ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی در سلامت جوانان، بخش قابل توجهی از مطالعات موجود بر جمعیت های عمومی یا دانشجویان دوره کارشناسی متمرکز بوده و بررسی هم زمان این دو حوزه در دانشجویان جدیدالورود تحصیلات تکمیلی همچنان محدود است. این گروه به دلیل افزایش حجم فعالیت های پژوهشی، ساعات طولانی نشستن، فشارهای تحصیلی و کاهش فعالیت بدنی، در معرض خطر ویژه تری برای تغییرات نامطلوب در ترکیب بدنی و افت ظرفیت هوازی قرار دارند؛ با این حال داده های دقیق و نظام مند درباره وضعیت سلامت این گروه بسیار اندک است (Liu et al., ۲۰۲۳; Almeida et al., ۲۰۲۲). از سوی دیگر، بسیاری از مطالعات پیشین ارزیابی خود را تنها بر BMI متمرکز کرده اند و کمتر به شاخص های دقیق تری مانند درصد چربی، WHR و ارتباط آن ها با  $VO_2max$  پرداخته اند (Ross et al., ۲۰۲۰; Farooq et al., ۲۰۲۰). این خلأ پژوهشی بیانگر نیاز به مطالعه ای است که مجموعه ای جامع از شاخص های ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی را در این جمعیت بررسی کند و تفاوت های جنسیتی را نیز مورد توجه قرار دهد.

نوآوری پژوهش حاضر در این است که با بهره گیری از شاخص های ترکیب بدنی دقیق و اندازه گیری مستقیم ظرفیت هوازی، رابطه ساختاری بین چاقی مرکزی، درصد چربی و آمادگی قلبی-تنفسی ( $VO_2max$ ) را در جمعیت کمتر مطالعه شده دانشجویان تحصیلات

تکمیلی تحلیل می‌کند؛ حوزه‌ای که پژوهش‌های موجود یا به‌طور پراکنده به آن پرداخته‌اند یا فاقد مدل‌سازی دقیق ارتباط بین متغیرها بوده‌اند (Martínez-Gómez et al., ۲۰۲۰; Gába et al., ۲۰۲۲; Rahman et al., ۲۰۲۳). افزون بر این، این پژوهش با مقایسه زنان و مردان در شاخص‌های کلیدی سلامت و استفاده از رویکرد ارزیابی چندبعدی، قادر است تصویری واقعی‌تر از تفاوت‌ها و خطرات سلامت جنسیتی ارائه دهد. موضوعی که در مطالعات گذشته اغلب کم‌توجه بوده است (Xu et al., ۲۰۲۲).

بر این اساس، هدف پژوهش حاضر بررسی وضعیت ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی دانشجویان جدیدالورود تحصیلات تکمیلی و تحلیل ارتباط میان شاخص‌های ترکیب بدنی (WHR, BMI)، درصد چربی و... با  $VO_2max$  در دو جنس است تا شواهد علمی لازم برای طراحی مداخلات مؤثر جهت ارتقای سلامت این گروه ارائه شود.

### روش شناسی پژوهش

این پژوهش به‌صورت مقطعی — تحلیلی<sup>۱</sup> با هدف بررسی وضعیت ترکیب بدنی، آمادگی قلبی-تنفسی و ارتباط بین این شاخص‌ها در دانشجویان جدیدالورود مقطع تحصیلات تکمیلی انجام شد. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان جدیدالورود مقطع تحصیلات تکمیلی دانشگاه در سال تحصیلی ۱۴۰۳ مورد مطالعه بود. از میان آن‌ها ۲۴۴ دانشجوی به‌صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند که شامل ۸۷ مرد و ۱۵۷ زن در دامنه سنی ۲۲ تا ۳۶ سال بودند. پیش از شروع مطالعه، اهداف و مراحل اجرای پژوهش برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از تمامی افراد دریافت گردید. معیارهای ورود به مطالعه شامل: دانشجوی جدیدالورود مقطع تحصیلات تکمیلی، دامنه سنی ۲۲ تا ۳۶ سال، نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، متابولیکی یا اسکلتی-عضلانی شناخته‌شده، عدم مصرف داروهای مؤثر بر متابولیسم یا عملکرد قلبی-تنفسی، افرادی که در زمان اندازه‌گیری دارای آسیب‌دیدگی، بیماری حاد، یا عدم تکمیل مراحل آزمون بودند از مطالعه خارج شدند.

اندازه‌گیری‌ها در یک جلسه و تحت شرایط استاندارد آزمایشگاهی انجام شد. شرکت‌کنندگان در زمان ارزیابی با حداقل پوشش و بدون کفش مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. قد با استفاده از قدسنج دیواری استاندارد با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن بدن با ترازوی دیجیتال کالیبره با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. بر اساس مقادیر قد و وزن، شاخص توده بدن (BMI) از رابطه زیر محاسبه گردید:

<sup>۱</sup> - cross-sectional analytical study

$BMI = Weight (kg) / Height^2 (m^2)$  برای ارزیابی ترکیب بدنی، درصد چربی بدن و توده چربی با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیب بدن مبتنی بر امپدانس بیوالکتریکی<sup>۲</sup> اندازه گیری شد. همچنین برای تعیین نسبت دور کمر به دور باسن (WHR)، محیط کمر در باریک ترین قسمت تنه و محیط باسن در پهن ترین قسمت با استفاده از متر نواری غیرقابل ارتجاع اندازه گیری و نسبت آن‌ها محاسبه شد.

آمادگی قلبی-تنفسی با استفاده از شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_2max$ ) ارزیابی شد. این شاخص به عنوان معتبرترین شاخص سنجش ظرفیت هوازی در نظر گرفته می شود.  $VO_2max$  با استفاده از آزمون استاندارد برآوردی آمادگی قلبی-تنفسی (شاتل ران شامل ۲۰ متر رفت و برگشت) اندازه گیری و مقادیر آن به صورت میلی لیتر اکسیژن مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) گزارش گردید.

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. برای توصیف داده‌ها از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار استفاده گردید. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. به منظور بررسی رابطه بین شاخص‌های ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همچنین برای مقایسه متغیرها بین دو جنس از آزمون t مستقل بهره گرفته شد. سطح معناداری در تمامی تحلیل‌های آماری  $P \leq 0.05$  در نظر گرفته شد.

این پژوهش مطابق با اصول اخلاقی پژوهش‌های انسانی انجام شد و شرکت کنندگان با آگاهی کامل از اهداف و مراحل مطالعه در آن شرکت کردند. اطلاعات افراد به صورت محرمانه نگهداری شد و شرکت در پژوهش کاملاً داوطلبانه بود.

### یافته های پژوهش

نتایج تحلیل همبستگی پیرسون نشان داد که حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_2max$ ) با برخی شاخص‌های ترکیب بدنی در مردان و زنان رابطه معناداری دارد (جدول ۲). در گروه مردان، بین  $VO_2max$  و توده بدن ( $r = -0.26, p = 0.01$ )، درصد چربی بدن ( $r = 0.05, p = 0.30$ ) و شاخص توده بدن ( $BMI$ ) ( $r = -0.33, p = 0.002$ ) همبستگی منفی و معنادار مشاهده شد. این یافته نشان می‌دهد که با افزایش شاخص‌های ترکیب بدنی، سطح آمادگی قلبی-تنفسی کاهش می‌یابد. با این حال، بین  $VO_2max$  و نسبت دور کمر به باسن (WHR) در مردان رابطه معناداری مشاهده نشد ( $r = 0.20, p = 0.06$ ). در گروه زنان نیز نتایج مشابهی

<sup>۲</sup> - Bioelectrical Impedance Analysis

مشاهده شد؛ به طوری که  $VO_2max$  با توده بدن ( $r = -0,20, p = 0,01$ )، درصد چربی بدن ( $r = -0,17, p = 0,04$ ) و شاخص توده بدن ( $r = -0,25, p = 0,001$ ) همبستگی منفی و معناداری نشان داد. این نتایج بیانگر آن است که افزایش چربی و شاخص های ترکیب بدنی با کاهش توان هوازی همراه است. در مقابل، بین  $VO_2max$  و نسبت دور کمر به باسن در زنان رابطه معناداری مشاهده نشد ( $r = 0,06, p = 0,45$ ).

به طور کلی، یافته های این مطالعه نشان می دهد که شاخص های ترکیب بدنی به ویژه درصد چربی بدن و شاخص توده بدن با آمادگی قلبی-تنفسی در هر دو جنس ارتباط معکوس دارند، در حالی که نسبت دور کمر به باسن ارتباط معناداری با  $VO_2max$  نشان نداد.

نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین مردان و زنان در برخی از شاخص های آنتروپومتریکی و آمادگی قلبی-تنفسی تفاوت های معناداری وجود دارد (جدول ۱). میانگین قد، توده بدن مردان به طور معناداری بالاتر از زنان گزارش شد ( $p < 0,001$ ). در مقابل، درصد چربی بدن در زنان به طور معناداری بیشتر از مردان بود ( $p < 0,001$ ). نتایج هم چنین نشان داد که شاخص توده بدن (BMI) در مردان به طور معناداری بیشتر از زنان است ( $p = 0,021$ ). در شاخص های توزیع چربی بدن نیز تفاوت های قابل توجهی مشاهده شد؛ به طوری که میانگین دور کمر و نسبت دور کمر به باسن (WHR) در مردان به طور معناداری بالاتر از زنان بود ( $p < 0,001$ ). با این حال، بین مردان و زنان در دور باسن تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $p = 0,275$ ). در خصوص آمادگی قلبی-تنفسی، نتایج نشان داد که میانگین  $VO_2max$  در مردان به طور معناداری بیشتر از زنان است ( $p < 0,001$ ). که بیانگر سطح بالاتر آمادگی هوازی در مردان نسبت به زنان است.

به طور کلی، یافته های این بخش نشان می دهد که اگرچه برخی شاخص های ترکیب بدنی بین دو جنس تفاوت قابل توجهی دارند، مردان از نظر شاخص های مرتبط با آمادگی قلبی-تنفسی در وضعیت بهتری قرار دارند، در حالی که زنان درصد چربی بدن بالاتری را نشان می دهند.

جدول ۱) مشخصات آزمودنی ها (میانگین $\pm$ انحراف) و نتایج تجزیه و تحلیل آماری t-مستقل ارائه شده است.					
متغیرها	شاخص های آماری	مردان	زنان	ارزش عدد t	ارزش عدد P
سن (سال)		۲۶/۳ $\pm$ ۵/۲۲	۲۶/۳ $\pm$ ۳/۳۴	۰/۴۹۵	$p = 0,621$
قد (سانتیمتر)		۱۷۶/۵ $\pm$ ۵/۹	۱۶۱/۴ $\pm$ ۵/۴	۲۳/۲۶	$p < 0,001$

$p < 0.001$	۱۳/۰۴	۵۸/۹±۵/۴۳	۷۴/۱۱±۴/۰۷	توده بدن (کیلوگرم)
$p < 0.001$	۷/۳۲	۲۶/۵±۶/۸	۲۱/۵±۴/۹۴	درصد چربی (درصد)
$p = 0.017$	۲/۴۱	۲۲/۳±۳/۲۶	۲۳/۳±۳/۶۴	شاخص توده بدن (BMI) (کیلوگرم متر مربع)
$p < 0.001$	۸/۷۸	۷۰/۷±۵/۴۷	۸۰/۹±۵/۸۸	محیط دور کمر (سانتیمتر)
$p = 0.278$	۱/۰۹	۹۵/۷±۷/۷۸	۹۶/۲۶±۹/۸۸	محیط دور باسن (سانتیمتر)
$p < 0.001$	۱۲/۰۲	۰/۷۴±۰/۰۵	۰/۸۳±۰/۰۶	نسبت دور کمر به باسن (WHR)
$p < 0.001$	۲۲/۲۳	۲۵/۲±۶/۲۳	۳۷/۶±۵/۶۱	حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_2max$ )

جدول ۲) رابطه بین حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_2max$ ) و شاخص های خطر قلبی عروقی و ترکیب بدنی.

متغیرها	توده بدن	درصد چربی	شاخص توده بدن	نسبت دور کمر به باسن
حداکثر اکسیژن مصرفی مردان ( $VO_2max$ )	$r = -0.26$	$-0.3$	$-0.33$	$0.2$
	$p = 0.01$	$0.005$	$0.002$	$0.06$
حداکثر اکسیژن مصرفی زنان ( $VO_2max$ )	$r = -0.2$	$-0.17$	$-0.25$	$0.06$
	$p = 0.01$	$0.04$	$0.001$	$0.45$

بحث

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی تفاوت های جنسیتی در شاخص های ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی و همچنین تحلیل ارتباط بین  $VO_2max$  و ترکیب بدنی در دانشجویان تحصیلات تکمیلی بود. یافته های مطالعه نشان داد که مردان از  $VO_2max$  بالاتری نسبت به زنان برخوردارند، امری که با طیف گسترده ای از پژوهش های فیزیولوژیک همخوانی دارد. این موضوع نشان می دهد که تفاوت های زیستی، نظیر درصد هموگلوبین بالاتر، حجم ضربه ای و برون ده قلبی بیشتر، ظرفیت انتقال اکسیژن در مردان را افزایش می دهد و زمینه عملکرد هوازی مطلوب تر را فراهم می سازد (Xu et al., ۲۰۲۲; Andersen et al., ۲۰۱۹). از سوی دیگر، سهم بیشتر توده عضلانی در مردان و نرخ بالاتر اکسیداسیون چربی می تواند کارایی سیستم هوازی آن ها را در شدت های متوسط و بالا افزایش دهد.

علاوه بر عوامل فیزیولوژیکی، عوامل رفتاری نیز می توانند بخش قابل توجهی از اختلاف جنسیتی در  $VO_2max$  را توضیح دهند. گزارش های اخیر نشان داده اند که زنان دانشجوی به دلیل فشارهای تحصیلی، الگوهای فعالیت بدنی منقطع تر و ساعات نشستن بیشتر، آمادگی هوازی کمتری نسبت به مردان دارند (Thomas et al., ۲۰۲۱; Biddle et al., ۲۰۲۱). بنابراین، تفاوت مشاهده شده در ظرفیت هوازی می تواند حاصل برهم کنش عوامل زیستی و رفتاری باشد.

یافته های مرتبط با ترکیب بدنی نشان داد که مردان دارای توده بدن، توده چربی، BMI و WHR بالاتری بودند. اگرچه در بسیاری از جمعیت ها درصد چربی در زنان بیشتر است، اما الگوی مشاهده شده در این مطالعه می تواند بازتاب تفاوت های فردی، تفاوت های سبک زندگی، سابقه ورزشی یا عادات تغذیه ای باشد (Silva et al., ۲۰۲۲). این وضعیت همچنین می تواند اشاره ای به احتمال وجود چاقی مرکزی در مردان باشد، موضوعی که افزایش WHR نیز آن را تقویت می کند. چاقی مرکزی ارتباط نزدیکی با خطرات متابولیک، مقاومت به انسولین، فشار خون بالا و اختلالات لیپیدی دارد و در ادبیات علمی به عنوان یکی از قوی ترین پیش بینی کننده ها برای بیماری های قلبی-عروقی شناخته شده است (Ross et al., ۲۰۲۰; Benedetto et al., ۲۰۲۱).

یکی از یافته های کلیدی پژوهش حاضر، وجود رابطه معکوس و معنادار بین  $VO_2max$  با توده چربی و BMI در هر دو جنس بود. این رابطه بیانگر آن است که افزایش چربی بدن-به ویژه چربی احشایی-باعث کاهش کارایی انتقال و مصرف اکسیژن می شود. ادبیات علمی این رابطه را به مکانیسم های متعددی نسبت می دهد، از جمله:

- افزایش بار مکانیکی روی سیستم قلبی-تنفسی؛
- کاهش نسبت توده عضلانی فعال به وزن کل بدن؛

• افزایش التهاب مزمن درجه پایین؛

• اختلال در عملکرد میتوکندری؛

• کاهش حساسیت انسولین و کاهش کارایی متابولیک سلولها (Lee et al., ۲۰۱۹; Huang et al., ۲۰۲۱).

این مکانیسمها به ویژه در دانشجویانی که سبک زندگی کم تحرک دارند، برجسته تر است. پژوهش های گذشته نشان داده اند که کم تحرکی طولانی مدت می تواند  $VO_2max$  را تا حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد کاهش داده و موجب افزایش معنی دار چربی احشایی گردد (Wilmot et al., ۲۰۲۱; Liu et al., ۲۰۲۳).

نکته قابل توجه آن است که این رابطه معکوس حتی در افراد دارای BMI طبیعی نیز مشاهده شده است. این پدیده که به «چاقی پنهان» یا «obesity Normal-Weight» معروف است، بیان می کند که افراد با BMI طبیعی نیز ممکن است درصد چربی بالا و توده عضلانی پایین داشته باشند که این وضعیت با کاهش  $VO_2max$  و افزایش خطرات قلبی-متابولیکی همراه است (Farooq et al., ۲۰۲۰; Santos et al., ۲۰۲۱). بنابراین، اتکا به BMI بدون اندازه گیری درصد چربی و توده عضلانی می تواند منجر به برآورد نادرست وضعیت سلامت گردد.

بررسی هم زمان تفاوت های جنسیتی در ترکیب بدنی و آمادگی هوازی در مطالعه حاضر نشان داد که الگوی سلامت در مردان و زنان ماهیتی دوگانه و مکمل دارد: مردان اگرچه ظرفیت هوازی بالاتری دارند، اما در معرض چاقی مرکزی بیشتری هستند؛ در مقابل، زنان ظرفیت هوازی پایین تری دارند، اما دارای WHR پایین تر و احتمالاً چاقی احشایی کمتر هستند. این الگوی دوگانه تأکید می کند که طراحی راهبردهای ارتقای سلامت باید بر اساس نیازهای جنسیتی و الگوهای خطر متفاوت تنظیم شود (Kim et al., ۲۰۲۲).

از منظر کاربردی، یافته ها نشان می دهد که غربالگری دانشجویان صرفاً با BMI می تواند ناکافی باشد و ارزیابی دقیق تر شاخص هایی همچون درصد چربی، توده چربی، WHR و حتی  $VO_2max$  برای تشخیص افراد در معرض خطر ضروری است. علاوه بر این، طراحی برنامه های تمرینی باید بر حسب جنسیت هدفمند شود؛ برای مثال، زنان نیاز بیشتری به مداخلات افزایش  $VO_2max$  و تمرینات هوازی منظم دارند، در حالی که برای مردان مداخلات کاهش چربی مرکزی مانند تمرینات HIIT یا تمرینات مقاومتی ترکیبی می تواند مؤثرتر باشد.

## نتیجه گیری

یافته های پژوهش حاضر نشان داد که علی رغم قرار داشتن BMI و WHR در دامنه قابل قبول، مقادیر  $VO_2max$  به ویژه در زنان پایین تر از استانداردهای سلامت برای جمعیت جوان است. همچنین مشخص شد که افزایش توده چربی و BMI رابطه مستقیمی با کاهش آمادگی قلبی-تنفسی دارد و این رابطه حتی در افراد با BMI طبیعی نیز قابل مشاهده است. این موضوع اهمیت ارزیابی شاخص های دقیق تر ترکیب بدنی را برجسته می کند. تفاوت های معنادار جنسیتی نیز بیانگر آن است که زنان بیشتر در معرض کاهش توان هوازی هستند، در حالی که مردان در معرض چاقی مرکزی بالاتر قرار دارند.

به طور کلی، نتایج مطالعه حاضر تأکید می کند که:

- BMI به تنهایی شاخص مناسبی برای تعیین وضعیت سلامت نیست؛
  - شاخص هایی مانند درصد چربی بدن و WHR باید در ارزیابی های سلامت دانشجویی لحاظ شوند؛
  - غربالگری دوره ای ترکیب بدنی و آمادگی هوازی می تواند در شناسایی زود هنگام عوامل خطر مفید باشد؛
  - مداخلات ورزشی و برنامه های ارتقای سلامت باید متناسب با جنسیت طراحی شوند؛
  - توجه به پدیده «چاقی پنهان» در جمعیت دانشجویی ضروری است؛
  - ترویج سبک زندگی فعال، کاهش زمان نشستن و افزایش فعالیت بدنی می تواند نقش مهمی در پیشگیری از افت سلامت قلبی-عروقی داشته باشد.
- این نتایج می تواند مبنایی برای تدوین سیاست های ارتقای سلامت در دانشگاه ها، طراحی برنامه های فعالیت بدنی مبتنی بر شواهد و همچنین پژوهش های آتی در زمینه نقش ترکیب بدنی و آمادگی هوازی در سلامت دانشجویان باشد.

## فهرست منابع و مآخذ

1. Almeida S, Rodrigues J, Silva A, et al. Lifestyle habits and health indicators in graduate students. *J Am Coll Health*. ۲۰۲۲;۷۰(۸):۲۴۳۰-۸.

۲. Andersen LB, Mota J, Di Pietro L, et al. Cardiorespiratory fitness and health outcomes. *Sports Med.* ۲۰۱۹;۴۹(۲):۲۸۱-۹۵.
۳. Benedetto E, Pillon L, Lombardi R, et al. Waist-to-hip ratio as a predictor of cardiometabolic risk. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* ۲۰۲۱;۳۱(۱۰):۲۸۹۵-۹۰۳.
۴. Biddle SJ, García Bengoechea E, Wiesner G. Sedentary behaviour and obesity risk. *Obes Rev.* ۲۰۲۱;۲۲(۴):e۱۳۲۰۰.
۵. Farooq A, Martin-Smith R, Gillani S, et al. Normal-weight obesity and cardiovascular risks. *BMJ Open Sport Exerc Med.* ۲۰۲۰;۶:e۰۰۰۷۵۱.
۶. Gába A, Kolar P, Štefelová N, et al. Fitness and body composition in university students. *BMC Public Health.* ۲۰۲۲;۲۲:۷۳۴.
۷. Huang Y, Wang X, Chen L, et al. Excess adiposity and functional capacity. *BMC Public Health.* ۲۰۲۱;۲۱:۱۳۸۱.
۸. Kim J, Lee S, Park H. Fitness and metabolic markers in young adults. *J Sports Sci Med.* ۲۰۲۲;۲۱(۳):۴۵۱-۸.
۹. Lee DC, Artero EG, Sui X, Blair SN. Mortality prediction by cardiorespiratory fitness. *J Am Coll Cardiol.* ۲۰۱۹;۷۳(۷):۷۷۷-۸۵.
۱۰. Liu S, Pan X, Li Q, et al. Sedentary behavior and fitness levels among university students. *Int J Environ Res Public Health.* ۲۰۲۳;۲۰(۶):۴۹۷۰.
۱۱. Martínez-Gómez D, Welk GJ, Puertollano M, et al. Physical activity and fat distribution patterns in youth. *Scand J Med Sci Sports.* ۲۰۲۰;۳۰(۲):۳۱۹-۲۷.
۱۲. Rahman MM, Al-Mamun A, Islam F, et al. Cardiorespiratory fitness and obesity indicators. *PLoS One.* ۲۰۲۳;۱۸(۴):e۰۲۸۳۳۴۲.
۱۳. Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice. *Nat Rev Endocrinol.* ۲۰۲۰;۱۶(۳):۱۷۷-۸۹.

۱۴. Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, et al. Body composition and cardiovascular health markers. *Obesity (Silver Spring)*. ۲۰۲۱;۲۹(۱):۱۳۲-۹.
۱۵. Santos DA, Magalhães JP, Minderico CS, et al. Association between fat mass and cardiorespiratory fitness in adults. *Med Sci Sports Exerc*. ۲۰۲۱;۵۳(۵):۱۰۲۴-۳۳.
۱۶. Santos-Lozano A, Sanchis-Gomar F, Pareja-Galeano H, et al. Relationships between fitness and health parameters. *Eur J Sport Sci*. ۲۰۲۰;۲۰(۱۰):۱۳۶۵-۷۳.
۱۷. Silva DAS, Nunes HEG, Magalhães EI, et al. Gender differences in body composition and fitness. *J Sports Med Phys Fitness*. ۲۰۲۲;۶۲(۵):۷۵۰-۶۱.
۱۸. Thomas E, Gosselin E, Tremblay J. Physical fitness disparities between male and female students. *J Am Coll Health*. ۲۰۲۱;۶۹(۵):۵۰۸-۱۶.
۱۹. Wilmot EG, Dunstan DW, Blannin AK, et al. Sedentary time and cardiometabolic health. *Sports Med*. ۲۰۲۱;۵۱:۱۹۲۳-۳۲.
۲۰. Xu Y, Wu N, He L, et al. Sex differences in fat distribution and metabolic risk. *Eur J Prev Cardiol*. ۲۰۲۲;۲۹(۱۱):۱۶۸۷-۹۶.