

علوم زیستی ورزشی - زمستان ۱۳۹۲

دوره ۵، شماره ۴، ص ۶۵-۷۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۱۰

## مقایسه و روایی سنجی ابزارهای منتخب برآورد درصد چربی در دختران غیرفعال

مجید کاشف - سارا زارع کاریزک<sup>۱</sup> - میثم شعبانی نیا

دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

### چکیده

هدف از این تحقیق، مقایسه و روایی سنجی روش‌های منتخب برآورد درصد چربی بود. بدین منظور ۳۰ دانشجوی دختر غیرفعال دانشگاه شهید رجایی با میانگین سنی  $20/93 \pm 1/91$  سال، قد  $164/73 \pm 4/57$  سانتی‌متر و وزن  $56/65 \pm 8/02$  کیلوگرم به صورت داوطلبانه انتخاب شدند و در قالب طرح متقاطع در چهار روز مجزا و در هر روز به‌طور تصادفی در یکی از حالت‌های مختلف چهارگانه (کالیپرهای دیجیتال، هارپندن، پلاستیکی و دستگاه بیوایمپدانس الکتریکی) برای محاسبه درصد چربی قرار گرفتند. اندازه‌گیری‌ها از سه ناحیه سهر، فوق‌خاصره و ران صورت گرفت. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت معناداری را بین کالیپر هارپندن با پلاستیکی ( $P=0/045$ ) و کالیپر دیجیتال با پلاستیکی ( $P=0/003$ ) نشان داد. نتایج ضریب همبستگی پیرسون نیز نشان داد که بالاترین ارتباط بین کالیپر هارپندن و دیجیتال ( $r=0/898$ ) و  $P=0/000$  وجود دارد. همچنین بالاترین ضریب رگرسیون به کالیپر دیجیتال ( $\beta=0/817$ ) و بعد از آن به بیوایمپدانس الکتریکی اختصاص داشت ( $\beta=0/244$ ). کالیپر پلاستیکی نیز کمترین ضریب رگرسیونی را نشان داد ( $\beta=0/114$ ). شایان ذکر است که میزان همپوشانی متغیرهای پیشگوی کالیپر هارپندن ( $R^2=0/839$ ) بود. بنابر نتایج مذکور، توصیه می‌شود نخست از کالیپر هارپندن برای تخمین درصد چربی استفاده شود. در صورت عدم دسترسی به این کالیپر، به ترتیب می‌توان از کالیپر دیجیتال و بیوایمپدانس الکتریکی استفاده کرد. همچنین از کالیپر پلاستیکی، باید با احتیاط استفاده کرد.

### واژه‌های کلیدی

درصد چربی بدن و دختران غیرفعال، کالیپر هارپندن.

Email: Sarazarekarizak@gmail.com

۱. نویسنده مسئول ۰۹۱۵۱۵۹۵۵۸۷

## مقدمه

چاقی یکی از مشکلات بزرگ جوامع امروزی به‌شمار می‌رود که در نتیجه عدم تعادل انرژی در بدن ایجاد می‌شود (۱۴). در واقع چاقی مشکل چندعاملی است و این عدم تعادل انرژی به کاهش چشمگیر در فعالیت ورزشی و تغییر الگوهای غذایی مربوط می‌شود (۹، ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۱۵). این تغییرات فردی در حالت‌های تغذیه‌ای، مشکلات بالقوه‌ای هستند که اثر زیادی بر سطوح مختلف جوامع، اعم از اقتصادی، اجتماعی و فردی دارند. تغذیه نادرست، چاقی یا هر دو، مشکل اصلی سلامت در جهان کنونی به‌شمار می‌آیند (۱۲). چاقی موجب توسعه بیماری‌های مزمن می‌شود و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی به‌همراه دارد (۹). در نتیجه، مدیریت چاقی مسئله مهمی در زمینه بهداشت عمومی محسوب می‌شود و در جوامع در حال توسعه ارزیابی درصد چربی بدن (BF%) کاربرد زیادی در ارزیابی حالات تغذیه‌ای، چاقی و پیشگیری از عواقب بعدی آن دارد. همچنین با ارزیابی درصد چربی می‌توان توسعه رشد و تکامل کودکان، بیماری‌های خاص و سازگاری‌های ایجادشده در اثر تمرین‌های ورزشی را بررسی کرد (۸). روش‌های تأییدشده گوناگونی برای ارزیابی درصد چربی وجود دارد. روش جذب‌سنجی دوگانه انرژی اشعه X یا دگزا (DEXA)<sup>۱</sup>، روش چگالی‌سنجی زیرآب، سونوگرافی و MRI<sup>۲</sup> از گسترده‌ترین روش‌های کاربردی در مطالعات سنجش درصد چربی بدن هستند و همگی این روش‌ها بسیار گران، حجیم و دارای تجهیزات تهاجمی‌اند و برای کاربرد روزانه شناخت درصد چربی، غیر قابل استفاده و نامناسب‌اند (۷). درحالی‌که روشی بسیار کاربردی، ساده و غیرتهاجمی برای ارزیابی بافت چربی زیر پوستی، استفاده از تجهیزات ارزان‌قیمت و قابل حملی مانند کالیپر اسکین فولد (SC) است (۸). این وسیله به ارزیابی غیرمستقیم و کمی بافت چربی، از طریق اندازه‌گیری لایه‌های چربی زیر پوستی می‌پردازد (۸). SC روش قابل تشخیص معتبری را مهیا کرده و از اندازه‌گیری چربی زیر پوستی به‌منظور تخمین BF% استفاده می‌کند. هرچند SC براساس مدل دوبخشی عمل می‌کند که بدن را به دو بخش توده چربی و توده بدون چربی تقسیم می‌کند، با این حال اندازه‌گیری‌های SC از طریق روش‌های بسیار سالم و معتبری انجام می‌پذیرد و روش‌های استاندارد را دنبال می‌کنند تا تصمیم‌های

1. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA)

2. Magnetic resonance imaging (MRI)

ذهنی و تغییرپذیری فردی را به حداقل برسانند (۵،۸). انواع SC به‌عنوان ابزار معتبری در محدودیت‌های موجود در حوزه تغذیه‌ای پذیرفته شده‌اند، که این عامل میزان جذاب بودن آنها را کاهش می‌دهد، از این رو در سنجش‌های روزمره کمتر به کار می‌روند. در حقیقت حرکت عقربه که به‌صورت آنالوگ طی انجام تست عمل می‌کند (نه به‌صورت مدل دیجیتالی)، به دلیل رها بودن بافت چربی تحت فشار، اندازه‌گیری را با مشکل مواجه ساخته است و به ارزیابی ذهنی طی استفاده از کالیپر می‌انجامد. همچنین عمل شمارش (۲، ۳ یا ۴ ثانیه)، زمانی که دهانه کالیپر با سطوح لایه‌های چربی برخورد می‌کند و سپس فشار دهانه کالیپر به‌آهستگی رها می‌شود، بسیار ذهنی است (۸،۱۰). به‌علاوه ثبت دستی داده‌ها زمان‌بر است یا حتی نیازمند به‌کارگیری وسیله‌ای دیگر برای ثبت داده‌هاست. همچنین، فرایند بیان کلامی در ثبت، داده‌های اندازه‌گیری‌شده را با خطاهایی روبه‌رو می‌سازد. در نهایت، تقابل طبیعی تفاوت‌های فردی، عامل مؤثری بر نحوه خواندن عقربه SC است. به‌علاوه، برای تخمین چگالی و درصد چربی بدن، معادلات رگرسیونی پس از اندازه‌گیری چین پوستی مورد نیاز خواهند بود. معادلات زیادی برای این موضوع وجود دارند که براساس سن، جنس و گروه‌های ویژه‌ای از افراد، توسعه یافته‌اند. این محاسبات نیز وظیفه‌ای اضافی پس از تخمین %BF هستند که بسیار سخت و زمان‌برند. در پی این مشکلات و ضرورت بهبود دقت اندازه‌گیری و فرایند گردآوری اطلاعات و ثبت داده‌ها، استفاده از فناوری‌هایی مانند SCهای دیجیتال و دستگاه‌های بایوایمپدانس مرسوم شده است. اساس کار بایوایمپدانس الکتریکی نیز مبتنی بر قبول شرایط و مفروضه‌هایی است. دستگاه مقاومت الکتریکی زیستی یا بایوایمپدانس (BI)<sup>۱</sup> اطلاعات جامعی را در مورد درصد چربی بدن، مقدار پروتئین‌ها و مواد معدنی بدن و نمایه توده بدن و وزن مطلوب در اختیار آزمونگر قرار می‌دهد. اساس کار اندازه‌گیری این روش بدین صورت است که جریان نامحسوس الکتریکی از طریق الکترودهای متصل به اندام‌های انتهایی (دست و پا) عبور داده می‌شود. هدایت جریان الکتریکی از میان بافت‌ها به توزیع آب و الکترولیت‌های آن بافت بستگی دارد. توده بدون چربی تقریباً دربرگیرنده تمامی آب بدن و الکترولیت‌های هدایت‌کننده است. در نتیجه، هدایت در توده بدون چربی به‌مراتب بیشتر از توده چربی است. به‌عبارت دیگر، جریان الکتریکی از میان توده بدون چربی بسیار آسان‌تر و سریع‌تر می‌گذرد. توده

## 1. Bio-impedance

چربی مقاومت بیشتری دارد. به این معنا که عبور جریان الکتریکی در توده چربی به مراتب مشکل تر است. از این رو مقدار عبور جریان الکتریکی از بافتها به مقدار نسبی چربی موجود در بافت بستگی دارد. در روش مقاومت الکتریکی زیستی با اندازه گیری مقاومت و هدایت پذیری یا هر دو، امکان برآورد چربی نسبی فراهم می شود. دستگاه BI به شدت به میزان هیدراسیون و دی هیدراسیون حساس است و تنها در شرایط هیدراسیون کافی قابلیت کاربرد دارد (۱۴). روش نسبتاً طلایی که امروزه کاربرد وسیعی در تخمین چین های زیر پوستی پیدا کرده، استفاده از کالیبرهای هارپندن است، که قابلیت اندازه گیری چین های پوستی تا مرز ۵۰ میلی متر را دارد. مطالعات نشان می دهند که نتایج حاصل از کالیبر هارپندن همبستگی بالایی با روش چگالی سنجی زیر آب و X-RAY دارد ( $R=0/87$   $P=0/001$ ) که نشان دهنده روایی بالای این کالیبر است (۶،۴). هرچند این کالیبرها به طور گسترده در تحقیقات علمی استفاده می شوند، در عمل، تا اندازه معینی کاربردی هستند (۱۴). بدین معنی که هرچند کالیبر هارپندن نسبت به دیگر کالیبرها اغلب به دلیل ظرافت در طراحی و ساخت، به ابزاری پایا و معتبر در تعیین چین های زیر پوستی بدل شده (۱۴)، با این حال، تخصص محقق در نحوه استفاده از آن نیز در کارایی این کالیبر مؤثر است. به علاوه، این کالیبر گران قیمت ترین کالیبر است (حدود ۴۰۰ دلار) و به منظور اعمال فشار ثابت ۱۰ گرم بر میلی متر مربع، پیش از استفاده باید آن را کالیبره کرد. بنابراین، مزیتها و معایب مذکور، اینکه کدام یک از روش های برآورد درصد چربی همخوانی بیشتری با یکدیگر دارند، محققان را با چالش جدی روبه رو کرده است. از این رو هدف از این تحقیق، مقایسه و اعتباریابی روش های منتخب برآورد درصد چربی بدن دختران جوان غیرفعال با تأکید بر روش نسبتاً طلایی کالیبر هارپندن براساس معادلات پیشگویی کننده بود.

### روش شناسی

تحقیق حاضر در زمره تحقیقات کاربردی است. جامعه آماری تحقیق را دانشجویان دختر غیرفعال تشکیل می دادند که در حال گذراندن واحد تربیت بدنی عمومی بودند. از طریق فراخوان عمومی و به صورت داوطلبانه ۳۲ تن از این افراد انتخاب شدند. شایان ذکر است که نتایج اندازه های تن سنجی و همچنین سن آزمودنی ها در جدول ۱ آمده است. پس از انتخاب آزمودنی ها براساس معیار محقق ملاک،

آنها در ۴ روز مجزا به آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی فراخوانده شدند. سپس طرح تحقیق به طور متقاطع به شرح زیر انجام پذیرفت. در هر روز افراد براساس قرعه آن روز خود، در یکی از گروه‌های چهارگانه برای ارزیابی درصد چربی (کالیپر هارپندن، دیجیتال، پلاستیکی و دستگاه بیوایمپدانس) قرار گرفتند. بدین صورت که ابتدا نقاط مورد نظر با نشانگر مخصوص علامت‌گذاری شد تا خطای ذهنی در تخمین نقطه مورد نظر به حداقل ممکن کاهش یابد. سپس با استفاده از کالیپر نقاط مورد نظر اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است که کلیه اندازه‌گیری‌ها به‌طور پیش‌فرض در سه وهله انجام پذیرفت (۱۴). به‌علاوه تمامی اندازه‌گیری‌ها از سمت راست بدن آزمودنی‌ها صورت گرفت (۱۴). در تحقیق حاضر لایه چربی با کالیپر هارپندن ساخت انگلیس، کالیپر دیجیتال مانیتوردار مدل اومرون (omron) ساخت آمریکا و کالیپر پلاستیکی ساخت ایران اندازه‌گیری و درصد چربی بدن با دستگاه بیوایمپدانس الکتریکی مدل Omron HBF-516 Full Body Composition ساخت آمریکا محاسبه شد. به‌علاوه، از آنجا که نمونه‌های تحقیق حاضر دختران غیرفعال بودند، از مدل سه‌نقطه‌ای جکسون و همکاران (۱۹۸۰) استفاده شد. در این روش از سه نقطه سه سر بازو، فوق‌خاصره و نقطه میانی ران برای ارزیابی چین‌های پوستی استفاده می‌شود (۱۴). پس از سنجش سه نقطه در سه دور متوالی، مقدار چگالی بدن آزمودنی‌ها براساس معادله زیر برای هر سه بار متوالی تعیین شد (۱۴):

$$Bd_F = 1.099421 - (0.0009929 \times \Sigma 3sits) + (0.0000023 \times (\Sigma 3sits)^2) - (0.0001392 \times age)$$

در اینجا  $Bd_F$  چگالی بدن آزمودنی خانم،  $\Sigma 3$  جمع سه نقطه چین پوستی و Age سن آزمودنی است. در نهایت عدد به‌دست‌آمده از این فرمول در معادله سیری (۱۹۵۶) قرار گرفت تا درصد چربی بدن آزمودنی به‌دست آید (۱۸):

$$\% F (siri, 1956) = [(4.95 \div Bd_F) - 4.5] \times 100$$

در اینجا  $F$  برابر درصد چربی است. شایان ذکر است که در تحقیق حاضر به‌منظور افزایش صحت برآورد داده‌ها، درصد چربی برای هر آزمودنی و طی هر روش، سه مرتبه تعیین شد و در نهایت میانگین این سه مرتبه به‌عنوان میانگین درصد چربی آزمودنی در نظر گرفته شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد؛ بدین ترتیب که در بخش آمار توصیفی از مقادیر گرایش مرکزی و پراکندگی، میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد.

آزمون کلموگروف-اسمیرنوف نیز به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها به کار رفت. سپس از روش‌های آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی، ضریب همبستگی پیرسون و تجزیه و تحلیل رگرسیونی به ترتیب به منظور تعیین اختلاف و تعیین همبستگی ابزارهای اندازه‌گیری و همچنین تعیین قدرت پیشگویی درصد چربی در هر کدام از ابزارهای اندازه‌گیری استفاده شد. سطح معناداری  $P < 0.05$  در نظر گرفته شده بود.

### نتایج

آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی سن و شاخص‌های تن‌سنجی آزمودنی‌های مورد تحقیق، با استفاده از نرم‌افزار آماری ارزیابی شد (جدول ۱).

جدول ۱. آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی سن و شاخص‌های تن‌سنجی آزمودنی‌ها

| آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی |        |                        | شاخص                              |
|----------------------------------|--------|------------------------|-----------------------------------|
| حداکثر                           | حداقل  | میانگین و انحراف معیار |                                   |
| ۲۹                               | ۱۹     | $20.93 \pm 1.91$       | تعداد: ۳۰ نفر<br>سن (سال)         |
| ۱۷۳                              | ۱۵۴    | $164.73 \pm 4.57$      | قد (سانتی‌متر)                    |
| ۷۶                               | ۴۵/۳   | $56.65 \pm 8.02$       | وزن (کیلوگرم)                     |
| ۳۵/۸۸                            | ۱۸/۰۰۱ | $20.184 \pm 3.97$      | نمایه توده بدن (کیلوگرم متر مربع) |

نتایج این آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی در مورد شاخص‌های برآورد درصد چربی بدن آزمودنی‌ها در جدول ۲ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیشترین برآورد درصد چربی مربوط به کالیپر پلاستیکی است. پس از آن سایر ابزارها اعداد مشابهی را در میانگین محاسبه شده نشان دادند. با این حال، با بررسی دقیق‌تر اعداد، مشخص می‌شود که پس از کالیپر پلاستیکی، کالیپر هارپندن، بایومپدانس الکتریکی و در نهایت کالیپر دیجیتال به ترتیب بیشترین برآوردهای درصد چربی را به خود اختصاص دادند، به نحوی که کمترین برآورد درصد چربی مربوط به کالیپر دیجیتالی بود.

جدول ۲. آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی ابزارهای بیان درصد چربی آزمودنی‌ها

| آماره‌های گرایش مرکزی و پراکندگی |       |        | ابزار بیان درصد چربی       |
|----------------------------------|-------|--------|----------------------------|
| میانگین و انحراف معیار           | حداقل | حداکثر |                            |
| ۲۵/۴۹±۳/۹۷                       | ۱۸/۰۱ | ۳۵/۸۸  | کالیپر هارپندن             |
| ۲۷/۶۳±۵/۱۴                       | ۱۷/۷۸ | ۴۱/۳۱  | کالیپر پلاستیکی            |
| ۲۵/۲۶±۳/۹۳                       | ۱۸/۰۷ | ۳۶/۰۳  | کالیپر دیجیتالی            |
| ۲۵/۲۹±۴/۸۹                       | ۱۵/۱  | ۳۳/۱   | بایوایمپدانس الکتریکی (BI) |

در بررسی تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری، نتایج نشان داد که به‌طور کلی بین روش‌های اندازه‌گیری درصد چربی اختلاف معناداری وجود دارد ( $P=0/000$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نیز محل دقیق این تفاوت‌ها را به ترتیب بین نتایج مربوط به کالیپر پلاستیکی با هارپندن ( $P=0/45/0$ ) و پلاستیکی با دیجیتالی ( $P=0/003$ ) نشان داد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری

| اثر            | روش‌های اندازه‌گیری   | میانگین±انحراف استاندارد | درجه آزادی | F      | P     |
|----------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------|-------|
| عامل درصد چربی | بایوایمپدانس الکتریکی | ۲۵/۲۹±۴/۸۹               | ۳          | ۶/۷۰۶* | ۰/۰۰۰ |
|                | کالیپر هارپندن        | ۲۵/۴۹±۳/۹۷               |            |        |       |
|                | کالیپر دیجیتالی       | ۲۵/۲۶±۳/۹۳               |            |        |       |
|                | کالیپر پلاستیکی       | ۲۷/۶۳±۵/۱۴               |            |        |       |

سطح معناداری پذیرفته شده  $p < 0/05$  است.

همان‌طور که از جدول ماتریسی مربوط به آزمون ضریب همبستگی پیرسون (جدول ۴) بر می‌آید، می‌توان گفت که بین تمامی ابزار بیان درصد چربی بدن ارتباط معناداری در سطح  $P < 0/05$  وجود داشت. در همین راستا مشخص شد که بالاترین ضریب همبستگی بین کالیپر هارپندن و کالیپر دیجیتالی وجود دارد که این ارتباط به لحاظ آماری معنادار بود ( $r = 0/898$  و  $P = 0/000$ ). به‌علاوه، بالاترین ارتباط همبستگی پس از آن مربوط به کالیپر هارپندن و بایوایمپدانس الکتریکی (BI) بود ( $r = 0/792$  و  $P = 0/000$ ). در نهایت کالیپر پلاستیکی کمترین ارتباط معنادار را با دیگر ابزار سنجش

درصد چربی بدن داشت، به طوری که پایین ترین ارتباط همبستگی مربوط به کالیپر پلاستیکی و کالیپر هارپندن بود ( $r = 0.557$  و  $P = 0.01$ ). این نتایج در جدول ۴ آمده است. ضرورتاً این داده‌ها بیانگر آنند که بین تمامی ابزارهای بیان درصد چربی ارتباط معناداری وجود داشت. اما اینکه این ارتباط معنادار ناشی از ارتباط واقعی داده‌هاست یا زیاد بودن تعداد نمونه‌ها، باید با روش‌های آماری دقیق‌تری به آن پاسخ داد.

جدول ۴. ارتباط همبستگی میان ابزارهای بیان درصد چربی منتخب در آزمودنی‌ها

| ابزار بیان درصد چربی         | کالیپر هارپندن | کالیپر پلاستیکی | کالیپر دیجیتال | بایوایمپدانس - الکتریکی (BI) |
|------------------------------|----------------|-----------------|----------------|------------------------------|
| کالیپر هارپندن               | ضریب همبستگی   | ۰/۵۷۷           | ۰/۸۹۸          | ۰/۷۹۲                        |
|                              | میزان معناداری | ۰/۰۰۰           | ۰/۰۰۰          | ۰/۰۰۰                        |
| کالیپر پلاستیکی              | ضریب همبستگی   |                 | ۰/۷۶۷          | ۰/۶۲۷                        |
|                              | میزان معناداری |                 | ۰/۰۰۰          | ۰/۰۰۱                        |
| کالیپر دیجیتالی              | ضریب همبستگی   |                 |                | ۰/۷۷۰                        |
|                              | میزان معناداری |                 |                | ۰/۰۰۰                        |
| بایوایمپدانس - الکتریکی (BI) | ضریب همبستگی   |                 |                |                              |
|                              | میزان معناداری |                 |                |                              |

سطح معناداری پذیرفته شده  $p < 0.05$  است.

همان گونه که مشاهده می‌شود، صرف نظر از کالیپر پلاستیکی، کالیپر هارپندن بالاترین ضرایب همبستگی را با دیگر ابزارها کسب کرد که تأییدکننده روایی کالیپر هارپندن در تعیین درصد چربی بدن آزمودنی‌هاست. بنابراین با توجه به روایی بالای این کالیپر براساس تحقیقات پیشین (۶،۴) و همچنین نتایج حاصل از این تحقیق، در تجزیه و تحلیل رگرسیون از کالیپر هارپندن به عنوان متغیر وابسته و دیگر انواع ابزارهای سنجش درصد چربی به منزله پیش‌بین آن مدنظر قرار گرفتند. هدف از این تجزیه و تحلیل عبارت بود از اینکه، اولاً میزان دقیق پیش‌بینی سایر ابزارهای برآورد درصد چربی براساس کالیپر هارپندن سنجیده شود و در ثانی مشخص شود کدام روش می‌تواند به عنوان بهترین پیش‌بین آن عمل کند. در همین راستا نتایج تحلیل رگرسیون نشان داد که بین ابزارهای منتخب برآورد درصد چربی بدن دختران غیرفعال ارتباط خطی مناسبی برقرار است ( $R = 0.916$ ). مقدار مربع



R نشان داد که حدود ۸۳ درصد از انحراف در متغیر وابسته (کالیپر هارپندن) را می‌توان از سه روش منتخب دیگر به دست آورد ( $R^2 = ۸۳۹/۰$ ). همچنین با مشاهده ضرایب رگرسیون مشخص شد که قوی‌ترین ضریب رگرسیون مربوط به کالیپر دیجیتالی بود ( $\beta = ۸۱۷/۰$ ). پس از آن دستگاه بیوایمپدانس ( $\beta = ۰۲۴/۰$ ) در جایگاه دوم و در نهایت کالیپر پلاستیکی با پایین‌ترین ضریب بتا ( $\beta = ۰۱۴/۰$ ) در جایگاه آخر پیشگویی درصد چربی بدن قرار گرفت. جدول ۵ مقادیر رگرسیون و ضرایب وابسته به آن را نشان می‌دهد.

جدول ۵. رگرسیون و ضرایب وابسته به آن در میان ابزارهای منتخب بیان درصد چربی در آزمودنی‌ها

| رگرسیون و ضرایب وابسته به آن در گروه مورد بررسی |                              |                 | ابزار بیان درصد چربی           |
|---|------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| ضریب رگرسیون استاندارد ( $\beta$ )              | ضرایب رگرسیون استاندارد نشده |                 |                                |
|   |                              | خطای معیار (SE) | ضریب رگرسیون                   |
| - ۰/۱۴  | ۰/۰۹۵                        | - ۰/۱۰۸         | کالیپر پلاستیکی                |
| ۰/۸۱۷   | ۰/۱۵۸                        | ۰/۸۲۵           | کالیپر دیجیتالی                |
| ۰/۲۴۴   | ۰/۱                          | ۰/۱۹۸           | بیوایمپدانس -<br>الکتریکی (BI) |

مقادیر رگرسیون : مقدار ثابت ( $\alpha$ ) : ۲/۶۲۴ : مقدار R : ۰/۹۱۶ : مقدار  $R^2$  : ۰/۸۳۹ : مقدار  $R^2$  تعدیل شده : ۰/۸۲

سطح معناداری پذیرفته شده  $p < ۰/۰۵$  است.

## بحث و بررسی

هدف از این تحقیق، مقایسه و اعتباریابی روش‌های منتخب برآورد درصد چربی بدن دختران جوان غیرفعال با تأکید بر روش نسبتاً طلایی کالیپر هارپندن براساس معادلات پیشگویی کننده بود. همان‌طور که از نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی برمی‌آید، اختلاف معناداری بین نتایج حاصل از کالیپر پلاستیکی با کالیپر هارپندن ( $P = ۰/۰۴۵$ ) و کالیپر پلاستیکی با دیجیتال ( $P = ۰/۰۰۳$ ) وجود داشت. در مورد آزمون ضریب همبستگی پیرسون نیز هرچند بین کلیه روش‌های منتخب در بیان درصد چربی دختران غیرفعال همبستگی معناداری وجود داشت، بالاترین ضریب همبستگی بین کالیپر هارپندن و کالیپر دیجیتال مشاهده شد ( $r = ۰/۸۹۸$ ) و کالیپر

پلاستیکی کمترین همبستگی را با دیگر ابزار سنجش درصد چربی بدن نشان داد. به طوری که کمترین ارتباط همبستگی مربوط به کالیپر پلاستیکی و کالیپر هارپندن بود ( $t = 0/557$ ). این موضوع که چرا بین کلیه ابزارهای بیان درصد چربی همبستگی معناداری وجود داشت، ظاهراً ممکن است به دو دلیل باشد؛ الف) وجود ارتباط قوی میان دو متغیر و ب) زیاد بودن حجم نمونه (۳،۱). با توجه به مقادیر ضرایب رگرسیون (جدول ۵) مشخص می‌شود که تنها کالیپر دیجیتال ارتباط قوی با کالیپر هارپندن ایجاد کرده بود و لزوماً معناداری سایر ابزارها به‌ویژه کالیپر پلاستیکی، تنها به دلیل اخذ نمونه‌های زیاد است و حاکی از وجود ارتباط قوی میان متغیرها نیست. در واقع ضریب پیشگویی ۸۳ درصدی کالیپر دیجیتال که از لحاظ آماری نیز معنادار بود ( $t = 5/21$  و  $P = 0/000$ )، آن را به‌عنوان روشی معتبر در تخمین درصد چربی بدن دختران غیرفعال، همانند کالیپر هارپندن معرفی کرد. پس از آن دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی با ضریب پیشگویی ۰/۲۴ در جایگاه دوم قرار گرفت و کالیپر پلاستیکی با کمترین ضریب پیشگویی ۰/۱۴، به‌عنوان ضعیف‌ترین پیشگویی درصد چربی بدن معرفی شد. در مورد تفاوت قدرت تخمین درصد چربی به‌وسیله دستگاه بایوایمپدانس و کالیپر دیجیتال، می‌توان به عدم تناسب میان دستگاه بایوایمپدانس و کالیپر هارپندن (در قیاس با کالیپر دیجیتال و هارپندن) اشاره کرد. بدین معنی که اساس کار دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی استفاده از جریان‌های خفیف الکتریکی متقاطع در بدن است، به طوری که جریان‌های الکتریکی ضعیف به‌صورت ضربداری از دست راست به پای چپ و از دست چپ به پای راست می‌روند. در این حین دستگاه با بازخوانی جریان‌های عبور داده‌شده از بافت‌های مختلف (که درصد عبور آنها از بافت عضله به دلیل آب بافتی و میان‌بافتی بیشتر، بالاتر است) به ثبت و بیان درصد چربی و توده عضلانی اقدام می‌کند (۱۴). اما در کالیپر دیجیتال براساس معیار ازپیش تعیین‌شده ابتدا چین‌های زیر پوستی تخمین زده می‌شود و پس از آن کالیپر براساس معادلات پیش‌فرض موجود در دستگاه (اغلب معادلات سیری یا بروزک) به بیان درصد چربی بدن می‌پردازد (۲،۱۴). از این رو قدرت پیشگویی کمتر دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی نسبت به کالیپر دیجیتال را می‌توان به اختلاف در ماهیت و نوع روش‌های متفاوت در تخمین درصد چربی بدن نسبت داد. در مورد کالیپر پلاستیکی علاوه بر وجود تفاوت معنادار و پایین‌ترین همبستگی با کالیپر هارپندن، پایین‌ترین ضریب رگرسیون نیز به این کالیپر اختصاص یافت که شاید بتوان این نتایج را به طراحی ضعیف آن

نسبت داد، چرا که این کالیپر تنها برای لایه‌های زیر پوستی اندک قابلیت کاربرد دارد و پس از آن به سبب از دست رفتن خاصیت فیزیکی موجود در کالیپر، موجب بیش از حد واقعی نشان دادن درصد چربی و افزایش احتمال اشتباه در این زمینه می‌شود.

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی اگرچه کالیپر هارپندن روش نسبتاً طلائی در تخمین اولیه چین‌های زیر پوستی در تحقیقات علمی پیشرفته است، به دلیل دسترسی اندک به آن در جامعه ما این امکان در اختیار کلیه محققان کشور وجود ندارد؛ در حالی که دسترسی به کالیبرهای دیجیتال برای محققان راحت‌تر است. براساس یافته‌های ما و با استفاده از مقدار ثابت به دست آمده از کالیپر هارپندن ( $\alpha = 2/624$ ) و استفاده از ضریب رگرسیون کالیپر دیجیتال در تحقیق حاضر ( $\beta = 0/817$ )، می‌توان مقدار درصد چربی تخمین زده شده از طریق کالیپر هارپندن را به کمک معادله خطی رگرسیون ( $\alpha + \beta \times X =$  رگرسیون) پیش‌بینی کرد (۳،۱). در نتیجه به محققان توصیه می‌شود در ابتدا از کالیپر هارپندن برای تعیین چین‌های زیرپوستی و تخمین درصد چربی بدن استفاده کنند. در صورت عدم امکان دسترسی به کالیپر هارپندن، استفاده از کالیپر دیجیتالی به کار گرفته شده در تحقیق حاضر، قابلیت اجرای بالایی دارد. در نهایت استفاده از دستگاه بایوایمپدانس الکتریکی (BI) نیز با در نظر گرفتن و رعایت شرایط اساسی در انجام آن، بلامانع است. اما استفاده از کالیپر پلاستیکی به محققان توصیه نمی‌شود و در صورت استفاده باید از صحت دقت آن از طریق کالیبره کردن با دیگر ابزارهای موجود در بیان درصد چربی، اطمینان حاصل کرد.

## منابع

۱. دلاور، علی (۱۳۸۸). *تجزیه و تحلیل آماری در روانشناسی و علوم تربیتی*، انتشارات ارسباران.
۲. رابرتز، رابرتز، اسکات، ا. رابرتز (۱۳۸۵). *اصول بنیادی فیزیولوژی ورزش*، ترجمه عباسعلی گائینی و ولی‌الله دبیدی روشن، تهران، انتشارات سمت.

۳. سپاسی، حسین. نوربخش، پریش (۱۳۸۲). اندازه گیری و ارزشیابی در تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، انتشارات سمت.

4. Gibson RS.(2005). Principles of Nutritional Assessment, 2 ed. New York: Oxford University Press.
5. Heymsfield SB. (2008) Development of imaging methods to assess adiposity and metabolism. Int J Obes. Vol:32, NO:2, pp: 76-82.
6. Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB. (2005). Human Body Composition, 2nd ed. Champaign,IL: Human Kinetics.
7. Katzmarzyk PT, Gledhill N, Shepard RJ. (2000). The economic burden of physical inactivity in Canada. CMAJ; Vol:163, NO:2, pp: 1435-1440.
8. Lee RD and Nieman DC. (2007). Nutritional Assessment, 4 th ed. Boston: McGraw Hill Higher Education.
9. Maffei C. (2000). Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. Eur J Pediatr; Vol:159, NO: 1, pp: 35-44.
10. Maria T Restivo and et al (2012). A digital Calliper for training and study purposes. Asia Pac J Clin Nutr; vol: 21, NO:2, pp:182-190.
11. Riddoch CJ, Bo Andersen L, Wedderkopp N, Harro M, Klasson- Heggebo L, Sardinha LB, et al. (2004). Physical activity levels and patterns of 9 and 15-yr-old European children. Med Sci Sports Exerc; Vol.36 , NO.2, pp: 86-92.
12. Roger Eston and Thomas Reilly (2008). Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data 3rd Revised edition, v. 1, Anthropometry. Part of one: Human body composition; p.p: 31-54.
13. Steinbeck KS. (2001). The importance of physical activity in the prevention of overweight and obesity in childhood: a review and an opinion. Obese Rev; Vol:28, NO:3, pp: 117-130.
14. Sturm R. (2005) Childhood obesity-what we can learn from existing data on societal trends. Prevent Chron Dis, pp:1-9.
15. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. [Internet] . Dec 2002 [cited 2003 May 19] ; Available from : [http://whqlibdoc.who.int/trs/who\\_trs\\_916](http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_916).