روایی و پایایی روش‌های مقاومت بیوالکتریکی و لایهٔ پوستی با روش وزن‌سنجی زیرآب در برآورد درصد چربی بدن زنان تمرین کرده و تمرین نکرده

تهمینه سعیدی[۱]، منیژه منصور صادق گیلانی[۲]، دکتر فرهاد رحمانی‌نیا[۳]

۱. دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزش دانشگاه گیلان
۲. مربی دانشگاه گیلان
۳. استاد دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۹/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱/۲۹

چکیده

هدف مطالعهٔ حاضر تعیین پایایی، روایی ملاکی و روایی هم‌زمان روش‌های مقاومت بیوالکتریکی و لایهٔ چربی زیر پوستی(اسکین فولد) با روش وزن‌سنجی زیرآب، در برآورد درصد چربی زنان ورزشکار و غیرورزشکار بوده است. آزمودنی‌های این تحقیق شامل تعداد ۹۸ زن ورزشکار با میانگین سن ۱/۵±۲۱/۴ سال، قد ۴/۷±۱۶۳/۲ سانتی‌متر، وزن ۸/۷±۵۰/۴ کیلوگرم و شاخص تودهٔ بدنی ۲/۴±۲۱/۶ کیلوگرم بر مترمربع و تعداد ۹۱ زن غیرورزشکار با میانگین سن ۱/۹±۲۰/۶ سال، قد ۵/۴±۱۶۰/۹ سانتی‌متر، وزن ۹/۴±۵۶/۳ کیلوگرم و شاخص تودهٔ بدنی ۳/۱±۲۱/۶ کیلوگرم بر مترمربع، بدون دارا بودن سابقهٔ بیماری های قلبی ریوی بودند. درصد چربی بدن با روش مقاومت بیوالکتریکی و لایهٔ چربی زیر پوستی اندازه‌گیری شد. روش وزن‌سنجی زیرآب نیز به عنوان روش معیار برای تعیین درصد چربی بدن استفاده شد. ضریب درون طبقه ای(ICC) برای تعیین پایایی، ضریب همبستگی پیرسون و آزمون t مستقل برای تعیین روایی ملاکی و رگرسیون خطی برای تعیین روایی هم‌زمان و خطای برآورد استاندارد استفاده شد. میزان پایایی روش لایهٔ چربی زیر پوستی برای زنان ورزشکار در دامنهٔ ۰/۹۹۱ تا ۰/۹۹۶ و برای زنان غیرورزشکار در دامنهٔ ۰/۹۲۶تا ۰/۹۶۴ قرار داشت. همبستگی

بین روش مقاومت بیوالکتریکی و روش وزن‌سنجی زیرآب، در برآورد درصد چربی به‌ترتیب برای زنان ورزشکار و غیرورزشکار ۰/۶۶ و ۰/۵۳ بود که بیشتر از میزان همبستگی روش لایهٔ چربی زیر پوستی و معیار در هر دو گروه است. با این وجود، بین میانگین درصد چربی برآورد

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شده با هردو روش با روش معیار، تفاوت معنی‌داری وجود داشت (p≤۰/۰۵). در پیش‌بینی درصد چربی بدن، روش مقاومت بیوالکتریکی در مقایسه با روش لایهٔ چربی زیر پوستی از ضریب تعیین و بتای بیشتر و خطای استاندارد برآورد کمتری برخوردار بود (p≤۰/۰۵). یافته‌ها نشان می‌دهند روش مقاومت بیوالکتریکی دارای روایی ملاکی و همزمان بالاتری است. بر اساس این مطالعه، به نظر می‌رسد برای برآورد درصد چربی زنان ورزشکار و غیرورزشکار، روش مقاومت بیوالکتریکی نسبت به روش لایهٔ چربی زیر پوستی مناسب‌تر است.

کلیدواژه‌های فارسی: درصد چربی بدن، مقاومت بیوالکتریکی، چربی زیر پوستی، روایی، پایایی.

مقدمه

شواهد پژوهشی نشان داده‌اند که بین میزان چربی بدن و عوامل آمادگی جسمانی از قبیل: قدرت، چابکی و توان عضلانی و ویژگی‌های ظاهری و زیبایی شناختی فرد ارتباط وجود دارد (۱،۲و۳). همچنین گزارش شده که نقش درصد چربی بدن در اجرای ورزشی به‌ویژه در ورزش‌های وزنی بسیار حائز اهمیت است (۴). در واقع، اولین دلیل برای ارزیابی ترکیب بدن ورزشکاران اطلاعاتی برای پیشرفت و بهبود عملکرد و اجرای ورزشی آنهاست (۵). معمولاً ورزشکاران رشته‌های وزنی تلاش می‌کنند وزن چربی را به حداقل برسانند تا قدرت با وزن کمتر، در اوج باقی بماند (۶). با این حال، چربی بسیار پایین (کمتر از ۵ درصد) نیز به سلامتی و عملکرد ورزشی آسیب می‌رساند (۷و۸). بنابراین، یک ورزشکار باید از درصد چربی بدنش آگاهی داشته باشد، تا براساس آن برنامه‌های مختلف تمرینی طرح‌ریزی شود (۹).

تاکنون روش‌ها و ابزارهای آزمایشگاهی و میدانی مختلفی برای ارزیابی ترکیب بدن به‌کار گرفته شده است، اگرچه برخی از این روش‌ها همانند جذب اشعهٔ X، اولتراسوند، اثرگذاری مادون قرمز و وزن سنجی زیرآب، دقیق و تخصصی هستند، اما پرهزینه اند و برخی روش ها همچون روش لایهٔ چربی زیر پوستی(اسکین‌فولد) [1] و مقاومت بیوالکتریکی [2] (BIA) دارای قابلیت استفادهٔ آسان و سریع هستند (۳). در این میان، از روش وزن‌سنجی زیرآب به سبب دقت و هزینهٔ کمتر، به عنوان روشی با استاندارد طلایی نام برده شده (۱۰و۱۱) و اعتبار آن مورد تأیید قرار گرفته است (۱۲، ۱۳و۱۴). اگر چه همواره استفاده از روش‌های دقیق‌تر برای برآورد ترکیب بدن توصیه می‌شود، اما باتوجه به پرهزینه بودن و عدم دسترسی به تجهیزات و امکانات این روش‌ها، استفاده از روش‌های

1. Skinfold
2. Bioelectrical Impedance

میدانی گسترش بیشتری یافته است. این روش‌ها نسبتاً ساده‌اند و به آسانی در مکان‌های مختلف قابل اجرا هستند (۱۵). برای ارزیابی ترکیب بدن با استفاده از روش لایهٔ چربی زیر پوستی، از ابزاری به نام کالیپر[1] استفاده می‌شود. در این روش، ضمن تعیین ضخامت چربی زیرپوستی چند نقطه از سمت راست بدن، با استفاده از معادله‌های پیشنهاد شده، اندازهٔ چگالی و درصد چربی بدن تعیین می‌شود. نقاط تعیین شده و معادله‌های یاد شده در روش‌های پیشنهادی مختلف، برای مردان و زنان متفاوت است (۱۶). روش مقاومت بیوالکتریکی، بر پایهٔ هدایت‌پذیری تودهٔ بدون چربی در مقایسه با بافت چربی است و به‌وسیلهٔ دستگاه و نرم افزاری پیشرفته به‌نام دستگاه ارزیابی ترکیب بدن[2] انجام می‌شود (۱۵). در استفاده از این دو روش جهت کسب نتایج دقیق، نیاز به مقدماتی است که حتماً باید رعایت شوند (۱۵و۱۷). با اجرای کامل تمامی مقدمات، باز هم برخی از عوامل همانند سن، جنسیت، قد، میزان چربی، فعالیت بدنی و نوع ورزش می توانند نتایج ارزیابی را تحت تأثیر قرار دهند (۳).

با وجود آنکه استفاده از روش‌های لایهٔ چربی زیر پوستی و مقاومت بیوالکتریکی برای ارزیابی ترکیب بدن آسان و قابل دسترس است، اما دقت اندازه‌گیری با این دو روش چندان قابل اعتماد و مشخص نیست. هرچند که تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام شده است، اما گزارش‌ها دربارهٔ گروه‌های مختلف (بر اساس جنسیت، سطح فعالیت بدنی، نژاد و عوامل دیگر) متفاوت است. بروزک و همکاران[3] (۱۹۶۳) وجود ارتباط معنی‌دار بین ضخامت چربی زیرپوستی و تودهٔ چربی بدن را گزارش داده‌اند. با این حال، چربی زیرپوستی تنها ۲۰ تا ۷۰ درصد کل وزن چربی را شامل می شود که این درصد نیز به عواملی مانند سن، جنسیت، سطح آمادگی و تکنیک اندازه گیری بستگی دارد (۱۸). شاه حسینی (۱۳۷۷) همبستگی روش لایهٔ چربی زیر پوستی با روش وزن‌سنجی زیرآب را به‌عنوان روش معیار در پسران ۱۴ تا ۱۶ ساله بیش از ۰/۹۳ گزارش کرد (۳). کماسی و همکاران (۱۳۷۹) نیز نتیجه گرفتند که درصد چربی برآورد شده از روش لایهٔ چربی زیر پوستی، کمتر از روش مقاومت بیوالکتریکی است، با این حال این تفاوت معنی‌دار نبود (۳). مشرف (۱۳۸۲) روایی هم‌عرض ۱۰ روش میدانی تعیین درصد چربی بدن را مورد بررسی قرار داد که روایی روش لایهٔ چربی زیر پوستی ۰/۹۹۷ گزارش شد (۱۹). با این حال، جکسون و پولاک[4] (۱۹۷۸) اعتبار روش لایهٔ چربی زیر پوستی را ۰/۶۵ گزارش کرده‌اند

---

1. Caliper
2. Body Composition Analyzer or IN-BODY
3. Brozek et al.
4. Jackson & Pollock

(۲۰). ماتئو و بوکرمن[1] (۲۰۰۴) و بیکر و دیویس[2] (۲۰۰۴) اختلاف معنی‌داری بین روش لایهٔ چربی زیر پوستی و وزن‌سنجی زیرآب نیافتند (۲۱). لوکاسکی و همکاران[3] (۱۹۸۶) اعتبار روش مقاومت بیوالکتریکی را برای مردان ۰/۹۷ و برای زنان ۰/۹۵ گزارش کرده‌اند. با این حال، زنان و مردان در این مورد تفاوت معنی‌داری نداشتند. در مجموع در برآورد درصد چربی بدن، مقدار خطای استاندارد روش مقاومت بیوالکتریکی نسبت به روش لایهٔ چربی زیر پوستی کمتراست (۲۲). گیراندولا و کانترسی[4] (۱۹۸۸) میزان همبستگی روش مقاومت بیوالکتریکی با روش معیار را برای مردان ۰/۷۶ و برای زنان ۰/۸۳ گزارش کرده اند (۱۱). کارتروفلو و همکاران[5] (۲۰۰۵) اختلاف معنی‌داری بین دو روش مقاومت بیوالکتریکی و وزن‌سنجی زیرآب گزارش نکرده‌اند (۲۳). راندال و همکاران[6] (۲۰۰۴) میزان همبستگی روش لایهٔ چربی زیر پوستی با روش معیار را بیش از همبستگی روش مقاومت بیوالکتریکی گزارش کرده‌اند (۰/۹۷ در مقابل ۰/۹۲)، میزان خطای استاندارد اندازه‌گیری روش لایهٔ چربی زیر پوستی نیز کمتر از روش مقاومت بیوالکتریکی بوده است (۱/۷۲ در مقابل ۲/۹۸) (۲۴). بارتوک و همکاران[7] (۲۰۰۴) نیز در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافته‌اند (۲۵).

در مجموع، به‌نظر می‌رسد که هیچ‌یک از این دو روش میدانی، به‌طور قطع برتری ویژه‌ای نسبت به دیگری ندارد. در برخی تحقیقات از روش مقاومت بیوالکتریکی حمایت گردیده و در برخی دیگر، روش لایهٔ چربی زیر پوستی به‌عنوان روشی مناسب معرفی شده است، اما از آنجا که انجام این‌گونه مطالعات برای زنان ایرانی هنوز ضروری به‌نظر می‌رسد؛ از این رو، هدف این تحقیق بررسی و مقایسهٔ پایایی[8]، روایی هم‌زمان[9] (پیش بین) و روایی ملاکی[10] دو روش لایهٔ چربی زیر پوستی و مقاومت بیوالکتریکی در ارتباط با روش وزن سنجی زیرآب به عنون روش معیار در زنان ورزشکار و غیر ورزشکار است تا بتوان دقیق‌ترین و مناسب‌ترین روش میدانی را برای ارزیابی میزان چربی بدن زنان ورزشکار و غیر ورزشکار ایرانی پیشنهاد کرد. مطالعهٔ حاضر، اولین پژوهش انجام یافته در ایران است که در آن به‌طور توأمان و با روش‌های یکسان، به‌ویژه

---

1. Matew & Bokerman
2. Baker & Davies
3. Lukaski et al.
4. Girandola & Contarsy
5. Curtrufello et al.
6. Randall et al.
7. Bartok et al.
8. Reliability
9. Concurrent validity
10. Criterion validity

روش وزن‌سنجی زیر آب، روی یک نمونه تقریباً زیاد در هر دو گروه زنان ورزشکار و غیرورزشکار انجام می‌شود.

روش‌شناسی تحقیق

آزمودنی‌های تحقیق شامل تعداد ۹۸ داوطلب زن ورزشکار با میانگین سن ۱/۵±۲۱/۴ سال، قد ۴/۷±۱۶۳/۲ سانتی‌متر، وزن ۸/۸±۵۰/۴ کیلوگرم و شاخص تودهٔ بدنی ۲/۵±۲۱/۶ کیلو گرم بر مترمربع و تعداد ۹۱ داوطلب زن غیرورزشکار با میانگین سن ۱/۹±۲۰/۶ سال، قد ۵/۴±۱۶۰/۹ سانتی‌متر، وزن ۹/۴±۵۶/۳ کیلوگرم و شاخص تودهٔ بدنی ۳/۱±۲۱/۶ کیلو گرم بر مترمربع بودند که در دامنهٔ سنی ۱۸ تا ۲۶ سال قرار داشتند. قبل از اجرای تحقیق، پرسشنامهٔ اطلاعات پزشکی ورزشی و فرم رضایت‌نامه توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد و آنها در یک جلسه توجیهی با تجهیزات، جزئیات و روش اجرای آزمون‌ها به‌شکل صحیح آشنا شدند. هیچ‌یک از آزمودنی‌ها، سابقهٔ بیماری‌های قلبی- ریوی و سایر عوامل محدود کنندهٔ شرکت در آزمون‌ها را نداشتند.

تجهیزات لازم برای سنجش چگالی بدن از طریق وزن سنجی زیرآب شامل: یک مخزن ۲۰۰۰ لیتری، صندلی قابل تنظیم از جنس آهن که به‌وسیلهٔ چهار زنجیر به دستگاه توزین متصل بود، دماسنج سیالات و ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) بوده است. ابزار اندازه‌گیری در روش لایهٔ چربی زیر پوستی ، کالیپر لافایت مدل ($۱۰gms/mm^2$، Lafayette Inc، USA) بود و برآورد چربی با استفاده از روش سه نقطه‌ای جکسون و پولاک (۱۶) انجام شد. برای ارزیابی چربی از طریق روش مقاومت بیوالکتریکی، از دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیب بدن مدل (IN-BODY 3.0, Jawon Inc, South Korea) و بالشتک (پد) مخصوص استفاده شد. برای سنجش وزن، از ترازوی دیجیتال و جهت سنجش قد آزمودنی‌ها نیز از قدسنج دیواری استفاده گردید.

ابتدا قد و وزن آزمودنی‌ها به‌ترتیب با استفاده از قدسنج دیواری بدون کفش و سنجش وزن با لباس سبک، اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی چگالی بدن از طریق روش وزن کشی زیرآب، ابتدا دمای آب مخزن در حد ۳۰-۳۴ درجه سانتی‌گراد کنترل شد. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که ۴ ساعت قبل از آزمون‌گیری از خوردن غذا و ۱۲ ساعت قبل از آزمون‌گیری از فعالیت بدنی خودداری کنند و قبل از ورود به آب، نسبت به رفع مزاج و تخلیه مثانه اقدام نمایند. آزمودنی‌ها دوش گرفتند و با پوشیدن مایوی شنا و دست کشیدن روی پوست، حباب‌های هوای احتمالی را از بین بردند. سپس به آرامی و بدون ایجاد موج وارد حوضچه شدند و آرام روی صندلی نشستند. صندلی طوری تنظیم شده بود که سطح آب زیر چانه آزمودنی قرار گیرد. از

آزمودنی‌ها خواسته شد، ۴ تا ۵ دم عمیق و سپس یک بازدم آهسته و کامل انجام دهند، به‌طوری‌که ۹۰ درصد بیرون از آب و ۱۰ درصد با فرو بردن سر زیر آب صورت گیرد و با خارج کردن تمام هوای داخل ریه، به مدت ۳ تا ۵ ثانیه در آب غوطه ور بمانند. با اعلام "تمام" آزمودنی سر خود را به آرامی بیرون می آورد و عدد ثبت شده روی ترازوی دیجیتال تا دو رقم اعشار ثبت می‌شد. این روند ۱۰ بار با فاصلهٔ استراحت ۲ تا ۳ دقیقه برای هر آزمودنی تکرار گردید. نهایتاً بیشترین مقدار ثبت شده برای محاسبهٔ مقدار وزن زیر آب ثبت می‌شد (۱۷). برای تعیین حجم باقی‌ماندهٔ ریوی، از معادلهٔ بورن و همکاران[1] (۱۶) و چگالی بدن، از معادلهٔ گلدمن و همکاران[2] استفاده شد (۱۷). سپس از طریق معادلهٔ بروزک و همکاران (۱۹۶۳) به درصد چربی بدن تبدیل شد (۱۶).

برای اندازه‌گیری چربی از طریق روش مقاومت بیوالکتریکی طبق دستورالعمل استفاده از دستگاه، افراد پس از مرطوب کردن کف دست‌ها و پاها و برطرف کردن آلودگی با محلول ۹ در هزار کلرور سدیم، روی دستگاه In-Body 3.0 قرار گرفتند و با وارد کردن میزان سن و قد و فشاردادن دکمهٔ استارت، پس از گذشت یک دقیقه میزان درصد چربی بدن، حجم آب موجود در دست‌ها، پاها و تنه و مقدار دقیق تودهٔ چربی و بدون چربی بدن در برگهٔ اطلاعات ثبت شد. برای اندازه‌گیری چربی از طریق روش لایهٔ چربی زیرپوستی، از شیوهٔ سه نقطه‌ای پولاک استفاده شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در سمت راست بدن انجام گردید. پس از علامت‌گذاری محل‌های موردنظر، ضخامت چربی زیرپوستی در سه ناحیهٔ پشت بازو، فوق خاصره و ران با استفاده از کالیپر اندازه گیری شد. اندازه‌گیری ها سه بار با فاصلهٔ زمانی ۳۰ ثانیه برای هرنقطه تکرار شد (۱۶و۱۷). پس از اندازه‌گیری چربی سه نقطه با استفاده از معادلهٔ جکسون و همکاران، چگالی بدن محاسبه و با استفاده از معادلهٔ بروزک و همکاران به درصد چربی بدن تبدیل شد (۱۶).

پس از اطمینان از همگن‌بودن توزیع نمونه‌های مطالعه با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف یک گروهی، برای تعیین پایایی دو روش لایهٔ چربی زیر پوستی و وزن کشی زیر آب، از همبستگی[3] ICC، و برای تعیین روایی ملاکی با معیار قرار دادن روش وزن‌سنجی زیرآب، از ضریب همبستگی پیرسون و آزمون t مستقل استفاده شد. برای تعیین روایی هم‌زمان (پیش‌بین) رگرسیون خطی مورد استفاده قرار گرفت و خطای برآورد استاندارد نیز محاسبه شد.

---

1. Boren et al.
2. Goldman et al.
3. Interclass Correlation

سطح معنی‌داری $p\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخهٔ ۱۳ انجام شد.

یافته‌های پژوهش

جدول شمارهٔ ۱ نشان می‌دهد، درصد چربی به‌دست آمده از روش لایهٔ چربی زیر پوستی در دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار، کمتر از میزان برآورد شده از دو روش دیگر است. همچنین درصد چربی برآورد شده از روش مقاومت بیوالکتریکی، اندکی بیش از میزان برآورد شده از دو روش دیگر است. یافته‌ها دربارهٔ روش وزن سنجی زیرآب نشان داد که میانگین ICC (پایایی) برای گروه ورزشکار در مقایسه با گروه غیرورزشکار اندکی بیشتر بود (۰/۹۹۱ دربرابر ۰/۹۸۳). ICC درصد چربی برای گروه ورزشکار در دامنهٔ ۰/۹۸۸ تا ۰/۹۹۴ و در گروه غیرورزشکار در دامنهٔ ۰/۹۷۶ تا ۰/۹۸۸ قرار داشت. میزان ICC برای یکبار اندازه‌گیری در گروه ورزشکار ۰/۹۷۴ و در گروه غیرورزشکار ۰/۹۵۱ بود که برهمکنش اندک دفعات اندازه‌گیری بریکدیگر را در دو گروه نشان می‌دهد. دربارهٔ روش لایهٔ چربی زیر پوستی ، میانگین ICC (پایایی) گروه ورزشکار ۰/۹۹۴ بود و در دامنهٔ ۰/۹۹۱ تا ۰/۹۹۶ قرار داشت. این میزان در مقایسه با ICC برای یکبار اندازه گیری ۰/۹۸۱ اندکی بیشتر بود. این موضوع نشان‌دهندهٔ برهمکنش اندک دفعات اندازه‌گیری بر یکدیگر است. در گروه غیرورزشکار میانگین ICC اندکی کمتر بود (۰/۹۴۸) و در دامنهٔ ۰/۹۲۶ تا ۰/۹۶۴ قرار داشت.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار درصد چربی بدن زنان ورزشکار و غیرورزشکار از طریق سه روش وزن‌سنجی زیر آب، لایهٔ چربی زیر پوستی و مقاومت بیوالکتریکی

روش‌ها	موارد	ورزشکار			غیرورزشکار		
		بار اول	بار دوم	بار سوم	بار اول	بار دوم	بار سوم
وزن‌سنجی زیر آب	چگالی بدن	۱/۰۴±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۰۱
	درصد چربی بدن	۲۴/۰۰±۳/۷۳	۲۴/۱۴±۳/۶۵	۲۴/۰۰±۳/۵۸	۲۵/۸۴±۴/۱۵	۲۵/۸۳±۴/۳۲	۲۶/۱۶±۴/۲۸
لایهٔ چربی زیر پوستی	چگالی بدن	۱/۰۵±۰/۰۱	۱/۰۵±۰/۰۱	۱/۰۵±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۰۱	۱/۰۴±۰/۰۱
	درصد چربی بدن	۲۱/۶۸±۴/۷۶	۲۱/۴۳±۴/۶۴	۲۱/۲۷±۴/۷۴	۲۵/۲۸±۶/۵۳	۲۵/۲۲±۶/۳۹	۲۴/۹۲±۶/۲۶
مقاومت بیوالکتریکی	درصد چربی بدن	۲۵/۳۲±۵/۴۱			۲۸/۸۳±۵/۳۹		

جدول شمارهٔ ۲، روایی ملاکی دو روش لایهٔ چربی زیر پوستی و مقاومت بیوالکتریکی در مقایسه با روش معیار (وزن سنجی زیرآب) نشان می‌دهد. همبستگی درصد چربی بر آورد شده از روش لایهٔ چربی زیر پوستی با روش معیار، در مقایسه با همبستگی درصد چربی برآورد شده از روش مقاومت بیوالکتریکی با روش معیار در هردو گروه کمتر بود (r=۰/۶۰۶ دربرابر r=۰/۶۵۶ در گروه ورزشکار و r=۰/۳۵۲ دربرابر r=۰/۵۳۴ در گروه غیرورزشکار). نتایج آزمون t مستقل در بررسی تفاوت میانگین دو روش مقاومت بیوالکتریکی و لایهٔ چربی زیر پوستی در مقایسه با روش معیار، نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌های دو گروه ورزشکار و غیر ورزشکار بود. این تفاوت تنها در مورد درصدچربی برآورد شده از طریق روش مقاومت بیوالکتریکی و روش معیار در گروه غیرورزشکار معنی‌دار نبود.

جدول ۲. همبستگی و تفاوت میانگین درصد چربی به‌دست آمده از طریق دو روش لایهٔ چربی زیر پوستی و مقاومت بیوالکتریکی با روش معیار

روش‌ها	ورزشکار						غیرورزشکار					
	همبستگی با روش معیار			تفاوت با روش معیار			همبستگی با روش معیار			تفاوت با روش معیار		
	r	تعداد	مقدار معنی‌داری	t	درجهٔ آزادی	مقدار معنی‌داری	r	تعداد	مقدار معنی‌داری	t	درجهٔ آزادی	مقدار معنی‌داری
لایهٔ چربی زیر پوستی	۰/۶۰۶	۹۳	۰/۰۱۶*	۶/۷۲۷	۹۲	۰/۰۰۰*	۰/۳۵۲	۸۸	۰/۰۰۱*	۵/۳۶۴	۸۷	۰/۰۰۰*
مقاومت بیوالکتریکی	۰/۶۵۶	۹۷	۰/۰۰۶*	۳/۲۸۸	۹۶	۰/۰۰۱*	۰/۵۳۴	۸۸	۰/۰۰۰*	۱/۳۴۵	۸۷	۰/۱۸۲

* در سطح p≤۰/۰۵ معنی‌دار است.

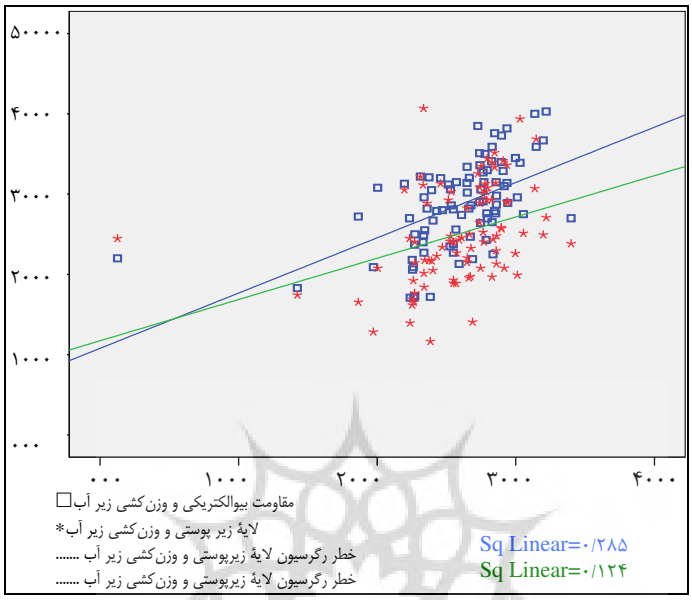
یافته‌ها دربارهٔ روایی هم‌زمان دو روش لایهٔ چربی زیر پوستی و مقاومت بیوالکتریکی در پیش-بینی میزان چربی از روش وزن‌سنجی زیرآب نشان داد (جدول شمارهٔ ۳) که در گروه ورزشکار، مقدار ضریب R تصحیح شده برای پیش‌بینی درصد چربی، روش معیار از طریق روش اندازه گیری چربی زیرپوستی کمتر از روش مقاومت بیوالکتریکی است. میزان خطای استاندارد برآورد روش لایهٔ چربی زیر پوستی نیز اندکی بیش از میزان آن در روش مقاومت بیوالکتریکی است. همچنین در گروه غیرورزشکار، میزان ضریب R تصحیح شدهٔ روش مقاومت بیوالکتریکی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیش از روش لایهٔ چربی زیر پوستی است. با این حال، این ضرایب نسبت به گروه ورزشکار بسیار کمتر است. خطای استاندارد برآورد روش لایهٔ چربی زیر پوستی نیز بیش از روش مقاومت بیوالکتریکی است و نسبت به گروه ورزشکار مقادیر بالاتری دارد. در هر دو گروه، میزان مجموع مجذورها برای رگرسیون کمتر از میزان آن برای واریانس باقی‌مانده است که این نشان‌دهندهٔ عدم تناسب دو روش یاد شده برای پیش‌بینی برآورد میزان چربی از طریق

روش وزن‌سنجی زیر آب است. در واقع، دو عامل پیش گفته نمی‌توانند بخش زیادی از واریانس نمرات میزان چربی از طریق روش وزن کشی زیر آب را توجیه کنند. این موضوع مخصوصاً در گروه غیرورزشکار در هردو روش بارزتر است. با این حال، میزان F برای هردو گروه در هر دو روش معنی‌دار است که پیش‌بینی بخش معنی‌داری از واریانس میزان درصد چربی از طریق روش وزن‌سنجی زیر آب است. میزان ضریب بتا برای روش مقاومت بیوالکتریکی در هردو گروه ورزشکار و غیرورزشکار، بیش از روش لایهٔ چربی زیر پوستی است که این موضوع در گروه غیرورزشکار بارزتر است. در واقع، نمرات درصد چربی محاسبه شده از روش مقاومت بیوالکتریکی، ۴۸/۸ درصد پراکندگی نمرات درصد چربی از طریق روش وزن‌سنجی زیر آب در گروه ورزشکار و ۵۰/۵ درصد پراکندگی نمرات را در گروه غیرورزشکار پیش‌بینی می‌کنند، درحالی که نمرات محاسبه شده از طریق روش لایهٔ چربی زیر پوستی ۳۶/۱ درصد پراکندگی نمرات را در گروه ورزشکار و تنها ۵ درصد پراکندگی میزان درصد چربی روش وزن کشی زیر آب را در گروه غیرورزشکار پیش بینی می‌کنند.

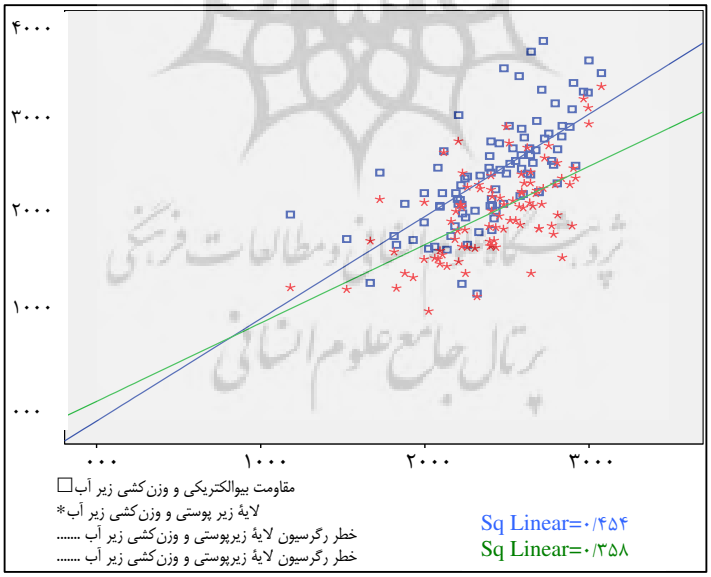
جدول۳. بررسی روایی هم‌زمان پیش بینی درصد چربی روش معیار از طریق دو روش لایهٔ چربی زیر پوستی و مقاومت بیوالکتریکی

گروه	ورزشکار						غیرورزشکار					
شاخص‌ها	SEE	Beta	Adjusted R Square	مقدار معنی‌داری	df	F	SEE	Beta	Adjusted R Square	مقدار معنی داری	df	F
لایهٔ چربی زیر پوستی	۲/۷۸	۰/۳۳۹	۰/۳۶۱	۰/۰۰۰	۱	۱۲/۱۴۰	۳/۹۳	۰/۰۴۷	۰/۱۱۴	۰/۰۰۱	۱	۵۲/۹۰۸
مقاومت بیوالکتریکی	۲/۷۵	۰/۴۸۸	۰/۴۲۵	۰/۰۰۰	۱	۷۱/۸۶۱	۳/۵۶	۰/۵۰۵	۰/۲۷۶	۰/۰۰۰	۱	۳۴/۲۲۲

شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهند که پراکندگی در خط رگرسیون روش لایهٔ چربی زیر پوستی، نسبت به روش مقاومت بیوالکتریکی در پیش‌بینی درصد چربی بدن هردو گروه ورزشکار و غیرورزشکار کمتر است که نشان‌دهندهٔ همبستگی بیشتر روش مقاومت بیوالکتریکی با روش وزن‌سنجی زیرآب و روایی هم‌زمان بیشتر این روش در پیش‌بینی درصد چربی بدن هر دو گروه است.



شکل ۱. روایی هم‌زمان پیش بینی درصد چربی روش معیار از دو روش لایهٔ پوستی و مقاومت بیوالکتریکی در زنان تمرین نکرده



شکل ۲. روایی هم‌زمان پیش‌بینی درصدچربی روش معیاراز دو روش لایهٔ پوستی و مقاومت بیوالکتریکی در زنان تمرین کرده

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش، پیرامون پایایی روش وزن‌سنجی زیرآب و روش لایهٔ چربی زیر پوستی نشان داده است که هر دو روش، در زنان ورزشکار و غیرورزشکار از پایایی نسبتاً بالایی برخوردار هستند که با نتایج مطالعهٔ توماس و اثریج[1] (۱۹۸۰) دربارهٔ پایایی روش وزن‌سنجی زیرآب برای ارزیابی ترکیب بدن همخوانی دارد. یافته‌های آنها نشان داد چنانچه در روش وزن‌سنجی زیرآب، حجم باقی‌مانده و نیز ظرفیت باقی‌ماندهٔ عملی مردان به‌طور دقیق اندازه‌گیری شود، این روش برای ارزیابی ترکیب بدن، از پایایی بالایی برخوردار خواهد بود (۱۴). همچنین، کچ[2] (۱۹۸۰) پایایی روش وزن سنجی زیرآب را با استفاده از اندازه‌گیری حجم باقی‌مانده در زنان و مردان دانشجو تأیید کرد، اما مقادیر حجم باقی‌مانده را تنها در مورد گروه‌های کم جمعیت معتبر دانست (۱۲). تیمسون و کافمن[3] (۱۹۸۴) پایایی روش وزن‌سنجی زیرآب را در مردان و زنان غیرورزشکار تأیید کردند (۲۶). جکسون و پولاک (۱۹۷۸) نیز پایایی برآورد درصد چربی بدن با روش‌های مختلف محاسبه RV را به اثبات رساندند (۲۰). در نهایت وندرپلوگ و همکاران[4] (۲۰۰۰) میزان ICC روش وزن‌سنجی زیرآب را ۰/۹۹ گزارش کردند (۲۷). این میزان در تحقیق حاضر، برای زنان ورزشکار ۰/۹۹ و برای زنان غیرورزشکار ۰/۹۴ گزارش شد. به‌طور کلی، پایایی روش وزن سنجی زیرآب در گروه های مختلف سنی و جنسیتی به اثبات رسیده است و این روش به عنوان روش معیار مورد استفاده قرار می گیرد (۲۸). پیرامون پایایی روش لایهٔ چربی زیر پوستی، پایایی این روش در ارزیابی درصد چربی بدن زنان ورزشکار ایرانی ۰/۹۹۷ گزارش شده است (۲۹).

یافته‌های این تحقیق پیرامون روایی ملاکی و روایی هم‌زمان دو روش مقاومت بیوالکتریکی و لایهٔ چربی زیر پوستی نشان داد که میزان همبستگی روش مقاومت بیوالکتریکی با روش معیار، در هردو گروه زنان ورزشکار و غیرورزشکار بیش از روش لایهٔ چربی زیر پوستی بود. با این حال، بین میانگین درصد چربی برآورد شده به‌وسیلهٔ این دو روش با روش معیار، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد که این تنها، در مورد روش مقاومت بیوالکتریکی در زنان غیرورزشکار معنی‌دار نبود. همچنین یافته‌های مطالعهٔ حاضر پیرامون روایی هم‌زمان نشان داد که روش مقاومت بیوالکتریکی نسبت به روش لایهٔ چربی زیر پوستی ، در هردو گروه زنان ورزشکار و غیرورزشکار،

---

1. Thomas & Etherdge
2. Katch et al.
3. Timson & Coffman
4. Vanderploeg et al.

از درصد چربی واقعی بدن(روش معیار) پیش بینی بهتری ارائه می‌دهد و دارای میـزان خطـای برآورد استاندارد کمتری است. نتایج حاصل از تحقیق حاضر همچنین نـشان داد کـه میـانگین درصد چربی برآورد شده از طریق روش مقاومت بیوالکتریکی در مقایسه با روش معیـار، انـدکی بیشتر است. از سویی دیگر، روش لایهٔ چربی زیر پوستی نیـز درصـد چربـی را انـدکی کمتـر از روش معیار برآورد می کند. این یافته‌ها، با نتـایج پـژوهش‌هـای البـرگ و همکـاران[1] (۲۰۰۴)، هیوارد و همکاران[2] (۲۰۰۱) و هیکز و همکاران[3] (۲۰۰۰) همخوانی دارد (۲۸،۳۰،۳۱). کماسـی و همکاران (۱۳۷۹) نتیجه گرفتند که درصد چربی برآورد شده از طریق روش لایهٔ چربـی زیـر پوستی کمتر از روش مقاومـت بیـوالکتریکی اسـت (۳). هیـوارد و همکـاران (۲۰۰۱) اخـتلاف معنی‌داری را بین نتایج روش لایـهٔ چربـی زیـر پوسـتی و روش معیـار در زنـان چـاق یافتنـد، درحالی‌که این اختلاف در افراد عادی مشاهده نشد (۲۸). با این حال، هیکز و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که در زنان روش لایهٔ چربی زیر پوستی سـه ناحیـه‌ای (روش مـورد اسـتفاده در تحقیق حاضر میزان چگالی بدن را در مقایسه با روش معیار بیـشتر گـزارش شـده اسـت. آنهـا همچنـین همبـستگی ایـن دو روش را ۰/۸۵ گـزارش کردنـد (SEE=۰/۷۶) (۲۳). محققـان در توجیه برآورد کمتر درصد چربی بدن توسط روش لایهٔ چربی زیر پوسـتی معتقدنـد کـه چربـی زیرپوستی تنها ۲۰ تا ۷۰ درصد کل وزن چربی را شامل می شود کـه بـه عـواملی ماننـد سـن، جنسیت، سطح آمادگی، ابزار و تکنیک اندازه گیری بستگی دارد (۱۸).

محققان، بیشترین میزان همبستگی روش های مختلف لایهٔ چربی زیر پوستی با روش معیـار را ۰/۶۵ گزارش کرده اند (۲۰، ۳۲ و ۳۳). این میزان با همبستگی مشاهده شده در این تحقیق در ورزشکاران همخوانی دارد، ولی در زنان غیرورزشکار این همبستگی ۰/۳۵ اسـت. بـا ایـن حـال، کلارک و همکـاران[4] (۱۹۹۴) ایـن میـزان را در مـردان ورزشـکار بـین ۰/۸۵ تـا ۰/۹۳ (۳۴) و جوریمی و همکاران[5] (۱۹۹۲) آن را در زنـان ۰/۵۳ گـزارش کردنـد (۳۵). کـاترفلو و همکـاران (۲۰۰۵) میزان همبستگی روش مقاومت بیوالکتریکی با روش وزن سنجی زیـرآب را در مـردان ورزشکار ۰/۹۵ گزارش کردند (۲۳). گیراندولا و همکاران (۱۹۹۱) همبـستگی ایـن دو روش را ۰/۸۲ گزارش کردند (۳). گیراندولا و کانترسی قبلاً روایی ملاکی روش مقاومت بیـوالکتریکی را در زنان تأیید کـرده بودنـد (r=۰/۸۳، SEE=۳/۱۵) (۱۱). لوکاسـکی و همکـاران (۱۹۸۶) ایـن

1. Elberg et al.
2. Heyward et al.
3. Hicks et al.
4. Clark et al.
5. Jurimi et al.

همبستگی را بسیار بالا گزارش کرده‌اند (r=۰/۹۵۴، SEE=۲/۷)، همچنین آنها تفاوت معنی‌داری را بین درصد چربی محاسبه شده به‌وسیلهٔ این دو روش گزارش نکردند (۴۰). حال آنکه در این پژوهش، تفاوت بین این دو روش معنی‌دار بود. با این حال، نتایج آنها به‌دلیل تعداد کم نمونه (۹ نفر) قابل مقایسه با این تحقیق نیست. از سویی دیگر، فورنتی و همکاران[1] (۱۹۹۹) پایایی و روایی ملاکی روش مقاومت بیوالکتریکی را در زنان ورزشکار بسیار بالا گزارش کردند (۰/۹۹- ICC=۰/۹۸، r=۰/۹۸). لیزلی و همکاران[2] (۲۰۰۱) نیز گزارش کردند که روش مقاومت بیوالکتریکی در مقایسه با روش لایهٔ چربی زیر پوستی، در برآورد درصد چربی بدن دارای روایی ملاکی بالاتری است (۳۶و۳۷). با این حال، راندال و همکاران (۲۰۰۴) و بارتوک و همکاران (۲۰۰۴) همبستگی بین روش معیار با روش لایهٔ چربی زیر پوستی را در مردان ورزشکار بیش از همبستگی آن با روش مقاومت بیوالکتریکی عنوان کردند. اختلاف میانگین درصد چربی به‌دست آمده از طریق روش مقاومت بیوالکتریکی با روش معیار نیز بیش از روش لایهٔ چربی زیر پوستی بود (۲۴و۲۵). یونسی (۱۳۸۵) همبستگی روش معیار با روش لایهٔ چربی زیر پوستی را در مردان ورزشکار بیش از همبستگی با روش مقاومت بیوالکتریکی گزارش کرد (SEE=۰/۸۴، r=۰/۹۷ در مقابل SEE=۱/۴، r=۰/۹۲) (۴). بیکر و دیویس[3] (۲۰۰۴)، گاس و همکاران[4] (۲۰۰۳)، پورکاری و همکاران[5] (۱۹۹۸) و ماتئو و بوکرمن[6] (۲۰۰۴) نیز اختلاف معنی‌داری بین درصد چربی به‌دست آمده توسط دو روش معیار و لایهٔ چربی زیر پوستی نیافتند (۲۱،۲۴،۳۵)، اما این اختلاف در مورد روش مقاومت بیوالکتریکی معنی‌دار بود (۲۱). آیزنمن و همکاران[7] (۲۰۰۴) نیز همبستگی بین نتایج حاصل از روش سنجش جذب مضاعف اشعهٔ ایکس (DEXA) به عنوان روش معیار با روش لایهٔ چربی زیر پوستی را بالا و با روش مقاومت بیوالکتریکی پایین گزارش کردند (۳۹). اما واگنر و همکاران[8] (۱۹۹۷) اختلاف معنی‌داری را بین روش مقاومت بیوالکتریکی و روش معیار در مردان سیاه پوست نیافتند (۴۰). اروین و همکاران[9] (۱۹۹۸) و هاوش و همکاران[10] (۱۹۹۷) نیز همبستگی بین روش لایهٔ چربی

---

1. Fornetti et al.
2. Leslie et al.
3. Baker & Davies
4. Goss et al.
5. Porcari et al .
6. Mateo & Bokerman et al.
7. Eisenmann et al.
8. Wagner et al.
9. Irwin et al.
10. Housh et al.

زیر پوستی و روش معیار را در زنان بالا گزارش کردند. آنها از روش مشابه با تحقیق حاضر در زمینه برآورد چگالی بدن در روش لایهٔ چربی زیر پوستی استفاده کرده بودند (۴۱و۴۲). ونسانت و همکاران[1] (۱۹۹۳) روایی ملاکی روش مقاومت بیوالکتریکی و روش لایهٔ چربی زیر پوستی را در پسران بالا و در دختران کم اعلام داشته اند. آنها همچنین پیشنهاد کرده‌اند که ترکیب بدنی افراد جوان‌تر، با ترکیب این دو روش میدانی بهتر تخمین زده می‌شود (۴۳). اختلاف در نتایج تحقیقات مختلف دربارهٔ روایی ملاکی و پیش‌بین دو روش مقاومت بیوالکتریکی و لایهٔ چربی زیر پوستی را شاید بتوان به نوع کالیپر مورد استفاده، سن آزمودنی‌ها، میزان چربی بدنی و تعداد نمونه‌ها مرتبط دانست. با وجودی‌که نتایج پژوهش‌های مختلف و به‌ویژه این تحقیق، از شیوهٔ مقاومت بیوالکتریکی حمایت می‌کند، اما نتایج آن برای ورزشکاران و بیماران با تردید همراه است (۱،۴۴،۴۵،۴۶) و نمی‌تواند به‌عنوان یک روش معیار مورد پذیرش قرار گیرد.

به طور خلاصه، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که روش مقاومت بیوالکتریکی برای اندازه-گیری و برآورد درصد چربی بدن زنان ورزشکار و غیرورزشکار، نسبت به روش اندازه‌گیری لایهٔ چربی زیر پوستی مناسب‌تر است. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود که به‌ویژه زنان غیر ورزشکار برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن خود، از این روش استفاده کنند؛ هرچند در مطالعات با حجم نمونهٔ بسیار زیاد، ممکن است استفاده از این روش با وقت زیادی صرف کند و مقرون به صرفه به نظر نباشد، اما با این وجود، برای افرادی که دقت اندازه‌گیری برای آنها اهمیت دارد، استفاده از روش مقاومت بیوالکتریکی دقیق‌تر به‌نظر می‌رسد.

منابع:

- ✓ Porcari, J., Heidi, Y., and Terry, L. (1998). Validity of body composition assessment methods for older men with cardio disease. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation 18(3):221-227.
- ✓ Wilmore, J., and Haskel, W. (1972). Body composition and endurance capacity of professional football players. Journal of Applied Physiology 33:546-567.
- ✓ شاه حسینی، ولی‌اله (۱۳۷۷). «تعیین اعتبار معیاری اندازه گیری چربی زیر پوستی (کالیپر) با وزن سنجی زیر آب روی سه ردهٔ سنی از شناگران منتخب پسر آموزشگاه های پسر استان آذربایجان غربی». پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان.

[1]. Vansant et al.

- ویلمور، جک اچ؛ کاستیل، دیوید، ال (۱۳۷۷). «فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی». ترجمهٔ ضیاء معینی، فرهاد رحمانی نیا، حمید رجبی، حمید آقا علی نژاد و فاطمه سلامی، تهـران: انتشارات مبتکران.
- Barr, S., McCarran, J., and Crawford, M. (1994). Practical use of body composition analysis in sport, Journal Sport Medicine 17: 277-282.
- Position of the American Dietetic Association and the Canadian Dietetic Association. (1993). Nutrition for physical fitness and athletic performance for adults, Journal of American Dietary Association 93:691-696.
- Heyward, V. Evaluation of body composition. (1996). Sports Medicine 22:146-156.
- Pollock, M., and Jackson, A. (1984). Research progress in validation of clinical method assessing body composition. Medicine and Science in Sport and Exercise 16:606-613.
- Webster, B., and Barr, S. (1993). Body composition analysis of female adolescent. Medicine Science in Sports and Exercise 25:648-53.
- Lozano, J., Hetman, S., and Bruflat, I. (2005). A comparison of hydrostatic weighing and the tanita body fat analyzer for estimating percent body fat in NCAA division collegiate wrestlers. Kinesiology Research 1:60-66.
- Girandola, N., and Contarsy, A. (1988). The validity of bioelectrical impedance to predict body composition, Department of Exercise Science University of Southern California 2:78-84.
- Katch, F., and Katch, V. (1980). Measurement and prediction errors in body composition assessment and the search for the perfect equation. Research Quarterly for Exercise and Sport 51:249-260.
- Jackson, A., Pollock, M., Graves, J., and Mahar, M. (1988). Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. Journal of applied physiology 64:529-534.
- Thomas, T., and Etherdge, G. (1980). Hydrostatic weighting at functional volume and Functional residual capacity. Journal of Applied Physiology 49:157-159.
- Heyward, V. (2004). Advanced fitness assessment and exercise prescription, Champaign, IL: Human Kinetics, 5^{ed} Edition.
- Eston, R., and Reilly, T. (1996). Kinantropometry and exercise physiology laboratoary manuals, test, procedures and data, Champaign, IL: E and Fn Spon,.
- Peter, J., and Foster, C. Physiological assessment of human fitness, Champaign, IL: Human Kinetics, 2^{ed}, 2006.

- ✓ Brozek, I., Grande, J., Anderson, t., and Keys, A. (1963). Densitometry analysis of body composition. A Review of Some Quantities Assumption 110:113-140.
- ✓ مشرف، لیلی (۱۳۷۸). «بررسی روایی هم عرض روشهای میدانی تخمین چربی بدن برای زنان ورزشکار ایرانی». پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.
- ✓ Jackson, A., and Pollock, M. (1978). Generalized equation for predicting body density of men. British Journal of Nutrition 40:497-504.
- ✓ Baker, S., and Davies, B. (2004). Resistive force selection during brief cycle ergo meter exercise: implication for power assessment in international rugby union players. Journal of Exercise Physiology 7:68-74.
- ✓ Lukaski, H., Bolonchuck, W., Hall, C., and Siders, A. (1986). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. Journal of Applied Physiology 60:1327-1332.
- ✓ Curtrufello, P., Deitrick, R., Dixon, C., Drapeau, L., and Pierce, J. (2005). Evaluation of the bod pod and leg-to-leg bioelectrical impedance analysis for estimating percent body fat in national collegiate athletic association deviation collegiate wrestlers. Journal of Strength and Conditioning Research 19: 85-91.
- ✓ Randall, R. (2004). Minimum weight prediction methods cross-validation by the four-component model. Medicine Science in Sport and Exercise 36:639-647.
- ✓ Bartok, C., Landry, L., and Gregory, G. (2004). The effect of dehydration on wrestling minimum weight. Medicine Science in Sport and Exercise 36:160-167.
- ✓ Timson, B., Coffman, J. (1984). Body composition by hydrostatic Weighting at total lung capacity and residual volume. Medicine Science in Sport and Exercise 16:411-415.
- ✓ Vanderploeg, G., Gunn, S., Withers, R., Modra, A., and Crockett, A. (2000). Comparison of two hydrodensiometric methods for estimating percent body fat. Journal of Applied Phisiology 88:1175-1180.
- ✓ Heyward, V. (2001). ASEP methods recommendation: body composition assessment. Journal of Exercise Physiology 4:1-12.
- ✓ یونسی، سعید (۱۳۸۵). «تعیین روایی روش های اسکین فولد و بیوالکتریکال امپدانس در برآورد درصد چربی بدن ورزشکاران». پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان.
- ✓ Elberg, J., Mcduffie, J., Sebring, N., Salaita, C., Keil, M., Rbotham, D., and Yanovski, J. (2004). Comparison of methods to assess change in children's body composition. American Journal Nutrition 80:64-69.

- ✓ Hicks, V., Stolarczyk, L., Heyward, V., and Baumgartner, R. (2000). Validation of near-infrared interactance and skin fold methods for estimating body composition of American – Indian women. Medicine and Science in Sport and Exercise 32:531-540.
- ✓ Danial, B., and Gratezer, S. (1995). Comparison between underwater weighting and skinfold thickness. Medicine and Science in Sport and Exercise 19:243-252.
- ✓ Jeffrey, R., Terry, J., Glen, O., Johnson, M., Dona, J., and Sharon, M. (1995). Validation of skin fold measurement underwater weighting. Journal of Applied Physiology 37:94-102.
- ✓ Clark, R., Jacqueline, K., and Sullivan, J. (1994). Lipid measurement in athletic. Research Quarterly for Exercise and Sport 1:21-39.
- ✓ Jurimi, A., Jagomagi, S., and Tiolip, B. (1992). Predicting of body Composition by underwater weighting and skin fold. Journal of Applied Physiology 85:324-335.
- ✓ Fornetti, C., Pirvarnik, M., and Foley, M. (1999). Reliability and Validity of body composition measures in female athletes. Department of Kinesiology and Surgical Specialties, Michigan State University 87:1114-1122.
- ✓ Leslie, A. (2001). Assessment body composition change in a community- based weight management program. Journal of American College Nutrition 20:26-31.
- ✓ Goss, F., Robertson, R., and Williams, A. (2003). A comparison of skin fold and leg-to-leg bioelectrical impedance for assessment of body composition in children. Journal of Dynamic Medicine 8:2-5.
- ✓ Eisenmann, C., Heelan, A., and Welk, G. (2004). Assessing body composition among 3-to 8- year- old children; anthropometry, bia and dxa. Obesity Research 12:1633-40.
- ✓ Wagner, D., Heyward, V., Kolina, P., Stolarczyk, L., and Wilson, W. (1997). Predictive accuracy of BIA equations for estimating fat-free mass of black men. Medicine and Science in Sport and Exercise 29:969-974.
- ✓ Irwin, M., Ainworth, B., Stolarczyk, L., and Heyward, V. (1998). Predictive accuracy of skinfold equations for estimating body density of African-American women. Medicine and Science in Sport and Exercise 30:1654-1658.
- ✓ Housh, T., Johnson, G., Housh, D., Eckerson, J., and Stout, J. (1996). Validity of skin fold estimates of percent fat in high school female gymnasts. Medicine and Science in Sport and Exercise 28:1331-1333.
- ✓ Vansant, G. (1993). Variability of estimation body composition measures by skin fold and bioelectrical impedance in child and youth. Medical Science Exercise 12:19-32.

- ✓ Young, H., Porcari, J., Terry, L., and Brice, G. (1998). Validity of body composition assessment methods for older men with cardiac disease. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation 18:221-227.
- ✓ Dueck, A., Matt, S., and Manore, M. (1996). Role of energy balance in athletic menstrual dysfunction. International Journal Sport Nutrition 6:165-190.
- ✓ Diboll, D., and Moffit, J. (2003). A comparison of bioelectrical impedance and near infrared interactions to skinfold measures in determining minimum wrestling weight for collegiate wrestlers. Journal of Exercise Physiology 6:13-18.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی