

نقش بلوغ بیولوژیک در برآورد چربی نام بدن دختران نوجوان ۱۲ تا ۱۶ ساله شهر همدان: اعتبارسنجی معادلات لگاریتمی دیورن-راهامان و خطی اسلاتر

فرزاد ناظم^{۱*}، زهرا صفایی شکیب^{**}، مهرداد عنبریان^{*}، مجید جلیلی^{***}

*دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا همدان

**کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا همدان

***دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا همدان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۳/۱۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۱۸

چکیده

اعتباریابی مدل‌های پیشگویی درصد چربی بدن دختران نوجوان ایرانی با توجه به وضعیت بالیدگی در سنجنش خطر فاکتورهای آنروپومتریک مفید خواهد بود. هدف این پژوهش ارزیابی صحت چهار مدل پیشگویی رایج درصد چربی بدن دختران نوجوان شهر همدان بوده است. نسبت چربی بدن ۲۶۶ دختر نوجوان ۱۲ تا ۱۶ ساله با میانگین‌های وزن (کیلوگرم 55.69 ± 10.18)، شاخص جرم بدن (کیلوگرم بر مترمربع 21.93 ± 3.6) و درصد چربی تام (29.65 ± 4.41) بوسیله روش مرجع (تحلیل بیوالکتریک ایمپدانس) و اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرجلدی با استفاده از مدل‌های پیشگویی دیورن، وستریت، اسلاتر و دیونبرگ اندازه‌گیری شد. بین برآورد نسبت چربی بدن به روش‌های ضخامت چربی زیرجلدی چهارگانه در وضعیت با و بدون مداخله بلوغ بیولوژیک با روش مرجع همبستگی معناداری حاصل شد. اما بیشترین دامنه همبستگی در وضعیت با و بدون مداخله بالیدگی در مدل لگاریتمی دیورن-راهامان مشاهده شد ($p < 0.01$ و $R = 0.82 - 0.92$). به نظر می‌رسد برای سنجنش مقدماتی ترکیب بدن دختران، کاربست مدل لگاریتمی دیورن-راهامان، به‌ویژه در کنار نقش اثرگذار بلوغ، کارآمدتر جلوه می‌کند. این نکته شاید از جنبه عملکرد ورزشی برای مربیان ورزش نوجوانان یا در پرتو مطالعات پیمایشی و همه‌گیرشناسی برای سازمان‌های بهداشتی راه‌گشا باشد.

واژه‌های کلیدی: مدل‌های پیشگویی لگاریتمی و خطی ضخامت چربی بدن، بالیدگی دختران.

Comparison of the predicting body fat equations during a maturation period in adolescent girls (12-16ys)

Nazem, F.*., Safaishakib, Z.**., Anbarian, M.*., Jalili, M.***

*Associate professor of physical education & sport science, Bu Ali Sina University.

**Master in Bu Ali Sina University.

*** PhD student of sport physiology in Bu Ali Sina University.

Abstract

Validation of predicting fatness methods in the Iranian girls with respect to the maturity process could help to identify anthropometric risk factors. This study evaluate the accuracy of four body composition prediction equations in the teenager students in Hamadan city. Method: The anthropometry profile of 266 adolescent girls (12-16 ys) including weight (55.69 ± 10.18 kg), body mass index (21.93 ± 3.6 kg/m²) and percent body fat averages ($29.65 \pm 4.41\%$) were measured using the bioelectrical impedance analysis (BIA) as a reference style and the selected skinfold prediction equations, ie, Durnin-Rahaman, Deurenberg, Westrate-Deurenberg, Slaugter. **Results:** Significant relationship was observed between BIA and four body composition prediction equations ($p < 0/05$) with intervene the maturity level. However the most relationship was found among BIA method and Durnin-Rahaman logarithmic equation ($R = 0.82 - 0.92$, $p < 001$). **Conclusion:** It seems that physical education coaches and health-related organizations for athletic performance and Clinical assessments of body composition in young individuals probably can accurately utilized fat prediction, especially by applying the Diurnin- Rahaman skinfold equation.

Keywords: Logarithmic and linear equations, Maturation, Adolescent girls.

مقدمه

اپیدمی اضافه وزن و چاقی کودکان و نوجوانان یکی از عوامل ایجادکننده بیماری‌های مزمن مانند دیابت نوع دوم، بیماری قلبی-عروقی، فشار خون، سکته مغزی و بعضی سرطان‌ها گزارش شده است (۱،۲). در کشور ما نیز براساس آمار وزارت بهداشت، بیش از ۲۷ درصد مردان و ۴۰ درصد زنان چاق هستند (۳-۵). در این میان، زیاد بودن چربی کودکان اغلب نشانه‌ای برای پیش‌بینی چاقی در دوره بزرگسالی است. وانگهی ارزیابی وضعیت چاقی به منظور جلوگیری از به‌خطراتادن سلامت کودکان و نوجوانان در آینده از اهداف اولیه سازمان‌های بهداشتی است. اهمیت این نکته زمانی روشن‌تر می‌شود که بدانیم نزدیک به ۸۰ درصد نوجوانان چاق معمولاً در بزرگسالی نیز به عارضه چاقی مبتلا می‌شوند (۶،۷). از سوی دیگر، مطالعات پیمایشی در مناطق مختلف شهری و روستایی ایران، وابستگی عوامل اجتماعی-اقتصادی را با تن‌سنجی نوجوانان (۸-۱۴)، و عبور ترکیب بدن افراد ۲ تا ۱۸ سال از آستانه هشدار $BMI > 18.5$ (۱۵،۱۶) گوشزد می‌کند. بنابراین، با توجه به روند افزایش جمعیت چاق‌پیکرها در جوامع صنعتی و کشورهای در حال توسعه مانند ایران و آثار سوء آن بر سلامت بدن و نیز اقتصاد جامعه، ارزیابی، پایش و پیگیری وضعیت اضافه وزن و چاقی در کودکان و نوجوانان اهمیت به‌سزایی پیدا کرده است.

سنجش آنترپومتری کودکان و بزرگسالان معمولاً براساس درصد چربی بدن ($\%BF$)^۱ و شاخص توده بدن (BMI)^۲ صورت می‌گیرد. با این حال، BMI به تنهایی معیار دقیق اندازه‌گیری دگرگونی ترکیب بدن نیست و بنابراین، نسبت بافت بدون چربی و بافت چربی که شالوده سنجش آنترپومتری را تشکیل می‌دهند معیار ترکیب بدن تلقی می‌شوند (۱۷). این موضوع در بچه‌های در حال رشد به دلیل مداخله مؤلفه‌های سن، نژاد، جنس، بالیدگی، جثه و ترکیب بدن بر متغیرهای متابولیک و فیزیولوژیک از اهمیت برخوردار می‌شود (۱۸،۱۹). بنابراین درک روند تغییرات ترکیب بدن در دوره رشد بیولوژیک برای مربیان ورزش و کارشناسان امور بهداشت، به‌ویژه در زمینه‌های استعدادیابی ورزشی یا غربال‌گری و تشخیص خطر فاکتورهای آنترپومتری جمعیت نوجوان، ضروری است.

به علت مشکلات اجرایی و هزینه‌های زیاد تأمین دستگاه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری استاندارد (وزن‌کشی هیدروستاتیک، محاسبه مقاومت بیوالکتریک (BIA)^۳، جذب انرژی اشعه ایکس ($DEXA$)^۴، مدل‌های آسان پیشگوی خطی و لگاریتمی تخمین چربی زیرجلدی برای طیف سنی نوجوان ارائه شده است. همچنین به نظر می‌رسد به علت تغییرات فیزیولوژیک مرتبط با بالیدگی، و به دلیل اینکه سن تقویمی همیشه هم‌سنگ با تکامل بیولوژیک پیش نمی‌رود (۷)، استفاده از معادلات خطی و لگاریتمی جهت پیش‌بینی درصد چربی بدن دختران نوجوان باید با احتیاط انجام شود. مطالعه انجمن بهداشت جهانی در زمینه تخمین درصد چربی بدن با استفاده از اندازه‌گیری چین پوستی بچه‌های ۱۷-۶ ساله آشکار کرد که معادلات تخمینی چربی بزرگسالان را نمی‌توان برای کودکان و نوجوانان به‌کار برد (۲۰). در این زمینه دزنبرگ و همکارانش تلاش کردند معادلاتی

1. Body Fat Percent (%BF)

2. Body Mass Index (BMI)

3. Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)

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

طراحی کنند که جمع نواحی چین پوستی با درصد چربی کودکان در آنها همبستگی داشته باشد و حتی الامکان اثر بلوغ بیولوژیک بچه‌ها بر تغییرات ترکیب بدن لحاظ شود (۲۱). بررسی‌های ایزجوارا و همکاران همبستگی معناداری بین روش‌های BIA و اندازه‌گیری چین پوستی با روش معیار وزن‌کشی زیر آب برای تخمین درصد چربی بدن دختران اندونزیایی گزارش کردند ($r=0.98$) (۲۲). مطالعه رایلی و همکاران نیز نشان داد که استفاده از برخی معادلات پیشگوی درصد چربی بدن با خطای منظم و خطای تصادفی همراه است (۲۳). لوهیونگ یو و همکاران همبستگی بین روش‌های برآورد درصد چربی بدن با مدل‌های مختلف دستگاه BIA با معادلات درصد چربی با استفاده از اندازه‌گیری چین پوستی گزارش کردند (۲۴). در مطالعه‌ای دقت دستگاه BIA در اندازه‌گیری درصد چربی بدن و وزن خالص دختران و پسران ۲۰-۸ ساله تأیید شد (۲۵). از آنجاکه پیشینه مطالعات داخل کشور پیرامون نقش مداخله‌گر بلوغ بیولوژیک در الگوی تغییرات ترکیب بدنی دختران چندان روشن نیست، و به دلیل اینکه هنوز روشن نیست که از لحاظ کاربرد در زمینه‌های استعدادیابی یا از جنبه پزشکی-بهداشتی، تا چه حد می‌توان این معادلات تخمینی را در جمعیت‌های نابالغ غیروپایی (ایران) به کار بست، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر سطوح بالیدگی در برآورد درصد چربی بدن و نیز اعتبارسنجی معادلات پیشگوی درصد چربی در دختران نوجوان ۱۲ تا ۱۶ ساله شهر همدان صورت گرفت. این مطالعه می‌تواند نقطه شروعی برای انتخاب یک مدل کارآمد پیش‌بین در تهیه هنجارهای ترکیب بدنی و مطالعات همه‌گیرشناسی افراد نوجوان با ملاحظه سن زیستی آنان به‌ویژه برای مربیان ورزش مدرسه‌ها یا باشگاه‌های ورزشی، پزشکان اطفال و سازمان‌های بهداشتی راه‌گشا باشد.

روش‌شناسی

این مطالعه پیمایشی به صورت میدانی و مقطعی انجام گرفت. ابتدا از جمعیت ۱۸۰۰ نفری دانش‌آموزان ۹ مدرسه راهنمایی و متوسطه دخترانه ناحیه یک شهر همدان، تعداد ۲۶۶ دختر به صورت نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی مطابق فرمول کوکران با میانگین‌های وزن $55/14 \pm 10/62$ کیلوگرم، شاخص توده بدن $21/8 \pm 3/7$ کیلوگرم بر مترمربع و درصد چربی $29/44 \pm 4/47$ ٪ انتخاب شدند (جدول ۱). اولیاء دانش‌آموزان پس از آشنایی با فرآیند تحقیق رضایت‌نامه شرکت در طرح را تکمیل کردند. بلوغ بیولوژیک با تکنیک سن دندانی در دو سطح بلوغ طبیعی (سن تقویمی برابر سن بیولوژیک) و غیرطبیعی (دیررس و زودرس) مشخص شد. برای همسان‌سازی سطح بالیدگی زودرس، دیررس یا طبیعی، از روش سن دندانی تحت نظارت متخصص دندان‌پزشک استفاده شد. شواهد علمی اعتبار درونی روش زمان رویش دندان‌ها یا سن دندانی با روش معیار (سن اسکلتی) در بچه‌ها را بیش از ۸۵ درصد گزارش کرده‌اند (۲۶). عوامل آنتروپومتریک قد، وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن به روش استاندارد اندازه‌گیری شد (۲۷). درصد چربی بدن با استفاده از اندازه‌گیری چین پوستی و استفاده از معادلات پیشگوی درصد چربی بدن لگاریتمی-خطی دیورن-راهامان، دیورنبرگ، وستریت-دیورنبرگ و اسلاتر، ویژه جمعیت‌های نوجوان، محاسبه شد (۲۷). محاسبه درصد چربی بدن به روش‌های غیرتهاجمی چین پوستی، به‌وسیله یک دستگاه کالیپر مکانیکی مدل هارپندن ساخت

کشور انگلستان صورت گرفت. نقاط معین چین یا لایه زیرپوست پس از پاکیزه شدن از ذرات چربی و تعریق در طرف راست بدن در بخش های بازویی قدامی، بازویی خلفی، تحت کتفی، و فوق خاصره ای در دو نوبت با فاصله یک دقیقه و با هدف رعایت خطای مجاز سنجش معادل $0/1$ میلی متر تعیین شد. هر نوبت سنجش لایه چربی زیرپوستی ظرف ۳ تا ۵ ثانیه انجام گرفت و میانگین اندازه های دو نوبت سنجش انتخاب شد (۲۸). روایی سنجش لایه چربی زیرپوستی را یک آزمایشگر با تناوب هر ۵۰ نفر برآورد کرد (میلی متر $SEE=1/8$ ، $R=0/92$). بعد از هر ۲۰ نوبت سنجش لایه چربی زیرپوستی، تنظیم دستگاه با وزنه فلزی استوانه ای ۱۰۰ گرمی و به قطر ۱۳ میلی متر صورت می گرفت. اندازه گیری عوامل آنروپومتریکی در دمای محیطی ۲۲-۱۸ درجه سانتی گراد با ۴۷-۵۱ درصد رطوبت اجرا شد.

مبنای تکنیک محاسبه مقاومت بیوالکتریک (BIA) به مثابه روش معیار برحسب اندازه سطح مقطع و شکل هدایت پذیری و شاخص مقاومت بافت زنده هنگام مواجهه با جریان الکتریکی است. این تکنیک سریع و غیرتهاجمی بوده و برای تشخیص اندازه بافت چربی و عناصر دیگر مانند جرم خالص و آب کل بدن طبق رابطه فیزیکی عمل می کند (۲۹-۳۰). اندازه های وزن، قد، نمایه جرم بدن و درصد چربی بدن مطابق برنامه نرم افزار رایانه با دستگاه BIA اندازه گیری شد. BMI دختران برحسب صدک های ۵ تا ۹۵ با بهره گیری از لوحه شطرنجی BMI دختران ۲ تا ۲۰ ساله اروپایی در دسته های وزن طبیعی، اضافه وزن و چاق تفکیک شد (۲۶). شروط ورود به مطالعه شامل نبود بیماری های قلبی-تنفسی، متابولیک یا اسکلتی عضلانی یا عفونت بود که با استفاده از سیاهه اطلاعات گزارش پزشکی (PAR-Q)^۱ مشخص شد. همچنین نبود کم آبی بدن، نبود وضعیت قاعدگی و مصرف نکردن داروی مؤثر با مراجعه به کارشناس بهداشت مدرسه و والدین بچه ها هنگام اجرای طرح انجام گرفت. جهت بررسی توزیع طبیعی داده ها و همسانی واریانس ها، به ترتیب از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و آزمون لوین استفاده شد. برای مقایسه متغیرهای تحقیق در آزمودنی های با بلوغ طبیعی و غیرطبیعی از آزمون تی مستقل استفاده کردیم. از روش آماری قابلیت تکرارپذیری درونی (ICC)^۲ و روش همبستگی جهت ارزیابی قدرت ارتباط بین روش های اندازه گیری درصد چربی بدن، و از تحلیل نمودار بلاد و آلتمن^۳ جهت ارزیابی توافق روش های اندازه گیری درصد چربی با استفاده از معادلات درصد چربی بدن و روش BIA به عنوان روش ملاک در این مطالعه استفاده شد. (۳۱). تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ در سطح پذیرش آماری ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

شاخص های منتخب آنروپومتری دختران در سطح بلوغ طبیعی و غیرطبیعی و بدون لحاظ بلوغ در جدول ۱ آمده است. اغلب متغیرهای آنروپومتریکی گروه بلوغ طبیعی بزرگ تر از دختران بلوغ غیرطبیعی بود. با وجود این، فقط در عوامل قد و وزن تفاوت معنادار در دو سطح بلوغ طبیعی و غیرطبیعی دختران مشاهده شد

1. Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)

2. Intra-Class Correlation Coefficients (ICC)

3. Bland and Altman Plot Analysis

($p < 0.05$). همبستگی معناداری نیز بین BMI و درصد چربی بدن دختران به دست آمد ($p < 0.01$) و ($R = 0.918$) (نمودار ۱). درصد چربی به دست آمده به روش های مختلف در جدول ۲ گزارش شده است. همان طور که ملاحظه می شود، تفاوت معناداری بین روش های برآورد درصد چربی بدن به روش اندازه گیری چین پوستی با تکنیک ملاک BIA مشاهده نشد ($p > 0.05$).

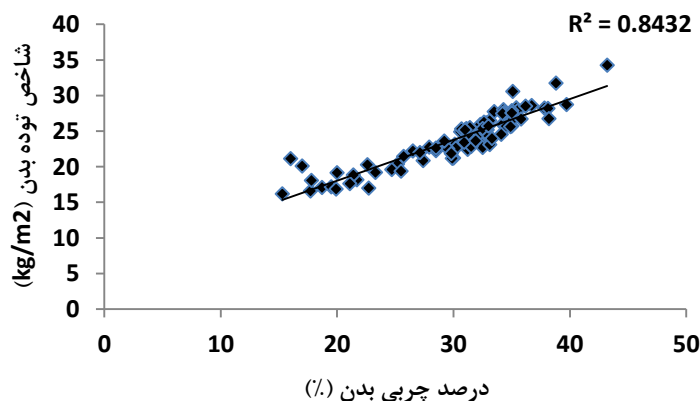
جدول ۱. مقایسه ویژگی های آنتروپومتریک دختران متناسب با سطح بالیدگی آزمودنی ها (mean±SD)

متغیرها	بالیدگی طبیعی (۵۹ نفر)	بالیدگی غیرطبیعی (۲۵ نفر)	p	بدون ملاحظه بالیدگی (۸۴ نفر)
سن (سال)	۱۴/۹۹±۰/۸۳	۱۴/۴۶±۱/۱۶	۰/۳۴۹	۱۴/۸۱±۰/۹۸
قد (cm)	۱۵۹±۶/۲۶	۱۵۷±۱۰/۶۹	۰/۰۰۰	۱۵۸/۳۸±۸
وزن (kg)	۵۵/۶۹±۱۰/۱۸	۵۴±۱۱/۴۶	۰/۰۱۳	۵۵/۱۴±۱۰/۶۲
شاخص توده بدن	۲۱/۹۳±۳/۶	۲۱/۵۵±۳/۸۹	۰/۴۳۲	۲۱/۸±۳/۷

جدول ۲. مقایسه اندازه گیری های درصد چربی بدن دختران نوجوان (mean±SD)

متغیرها	دیورنبرگ	دیورنبرگ-راهامان	وستریت-دیورنبرگ	اسلاتر	BIA	P
Mean±SD	۲۹/۶۲±۴/۶۸	۳۱/۷۵±۴/۴۶	۲۹/۳۳±۵/۳۱	۳۱/۴۳±۷/۵۲	۳۰/۲۰±۵/۹۹	$p > 0.05$

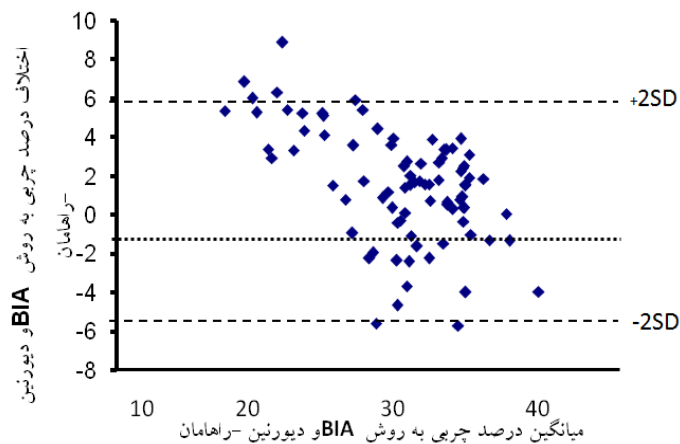
همان گونه که در جدول ۳ مشاهده می شود، بین درصد چربی بدن به روش های اندازه گیری چربی زیرپوستی و روش مرجع BIA همبستگی معناداری به دست آمد. با وجود این، بیشترین همبستگی ها در وضعیت با و بدون مداخله بالیدگی، در مدل لگاریتمی دیورنبرگ-راهامان مشاهده شد ($R = 0.822 - 0.918$ و $p < 0.01$). در واقع قابلیت تکرارپذیری قوی بین روش های اندازه گیری درصد چربی بدن به روش اندازه گیری لایه چربی زیرپوستی و روش معیار BIA حتی با در نظر گرفتن سطح بالیدگی مشاهده شد ($p < 0.01$) (جدول ۳). نمودار ۲ توافق بلاند-آلتمن اندازه اختلاف روش برآورد درصد چربی را از طریق مدل لگاریتمی دیورنبرگ-راهامان با تکنیک ملاک BIA را نشان می دهد.



نمودار ۱. همبستگی درصد چربی بدن با شاخص توده بدن در دختران نوجوان

جدول ۳. همبستگی معادلات درصد چربی به روش لایه چربی زیرپوستی با روش معیار BIA

بایدگی غیر طبیعی (۰.۳۳٪)		بایدگی طبیعی (۰.۶۷٪)		بدون مداخله بایدگی (۰.۱۰۰٪)		معادلات درصد چربی بدن
P	R	P	R	P	R	
۰/۰۰۰	۰/۹۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸۱۲	۰/۰۰۰	۰/۸۴۴	دیورنبرگ
۰/۰۰۰	۰/۹۱۸	۰/۰۰۰	۰/۸۲۲	۰/۰۰۰	۰/۸۵۵	دیورنبرگ - راهامان
۰/۰۰۰	۰/۹۰۳	۰/۰۰۰	۰/۸۱۷	۰/۰۰۰	۰/۸۴۷	وستریت-دیورنبرگ
۰/۰۰۰	۰/۸۷۷	۰/۰۰۰	۰/۸۰۸	۰/۰۰۰	۰/۸۳۵	اسلاتر



نمودار ۲. نمودار بلاند - آلتمن: میانگین درصد چربی (به روش BIA و دیورنبرگ - راهامان) در برابر اختلاف دو روش اندازه گیری. میانگین و فاصله اطمینان ۹۵ درصد ($\text{mean} \pm 2\text{SD}$) به ترتیب به وسیله خط تیره و خط نقطه چین.

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های مطالعه حاضر آشکار می‌کند که از چهار مدل پیشگوی ضخامت زیرجلدی منتخب، معادله لگاریتمی دیورنبرگ-راهامان در برآورد درصد چربی بدن بالاترین همبستگی را با تکنیک مرجع BIA نشان داد و چنین به نظر می‌رسد که این معادله کمترین خطا را در برآورد درصد چربی بدن دختران نوجوان دارد. به نظر می‌رسد که سن تقویمی به تنهایی اندازه رشد و نمو فیزیکی بدن کودکان و نوجوانان را مشخص نمی‌کند، بلکه افزایش در حجم و ابعاد آناتومیک دستگاه‌های بدن نشانه نخست تظاهرات بلوغ بیولوژیک در کودکان و نوجوانان است که در برآورد چربی بدن اثرگذار است. این تأثیر در مرحله نوجوانی، متناسب با سن وضعیت بایدگی بارزتر می‌شود. مطالعه پاتوین (۱۹۹۹)، دگرگونی‌های وزن، قد و اندازه‌های ضخامت زیرجلدی کودکان امریکایی را هم‌سنگ با افزایش سن تقویمی‌شان مرتبط دانست (۳۲). تفاوت الگوی تغییرات BMI نوجوانان در کشورهای مختلف شاید به دلیل اختلاف در فرایند رشد و بلوغ زیستی آنان باشد که با تغییرات هورمونی،

رشد جهشی دوره نوجوانی و زیاد شدن توده عضلانی و افزایش میزان چربی همراه است (۳۳). این عوامل در کنار عوامل محیطی و اجتماعی بر قد، وزن، BMI و درصد چربی بدن تأثیر می‌گذارد. روند تغییرات درصد چربی در مطالعه حاضر تأثیر چشمگیری بر سطح بلوغ دختران و ترکیب بدن آنان نشان داد. در مطالعه حاضر، بیشترین میزان افزایش تغییرات نسبت چربی تام در ۱۲ تا ۱۳ سالگی نشان می‌دهد که احتمالاً پدیده بیولوژیک بلوغ، در گذر از ۱۲ به ۱۳ سالگی بر ترکیب بدن اثر چشمگیری دارد؛ به طوری که در این مرحله، روند جهش فزاینده در توده چربی دختران به دنبال شتاب‌گیری عملکرد فیزیولوژیک استروژن، صفات ثانویه جنسی و افزایش لیپونز بافت آدیپوز بروز می‌کند (۲۰،۷). بنابراین می‌توان انتظار داشت که الگوی دگرگونی BMI دختران ایرانی ۱۲ تا ۱۶ در سطوح بالیدگی روند روبه‌رشدی داشته باشد.

ازیک سو به دلیل تأثیر ژنتیک، محیط و بلوغ زیستی بر روند بلوغ بیولوژیک و ترکیب بدن نوجوانان و از سوی دیگر به دلیل اینکه مطالعات منحنی‌های رشد و تکامل فیزیکی در کودکان با نژادهای متفاوت مربوط به کشورهای اروپایی-آمریکایی انجام گرفته است، ملاک دقیقی برای شناخت ترکیب بدن در فرایند رشد کودکان ایرانی به دست نمی‌آید. همچنین با توجه به گوناگونی و تنوع جثه و ابعاد جسمی در مناطق جغرافیایی مختلف ایران، لازم است مطالعات بیشتری با پراکندگی وسیع‌تر جغرافیایی انجام شود و اندازه‌های آنروپومتریکی در اقوام مختلف ایرانی با ملاحظه آب‌وهوای اقلیمی و آداب تغذیه بررسی شود. همچنین فرمول‌های برآورد وزن خالص یا جرم چربی غالباً بر مبنای بزرگسالان تهیه شده است و کاربرد آنها برای کودکان و نوجوانان در حال رشد، ممکن است به برآوردهای غیرطبیعی بالاتر یا پایین‌تر ترکیب بدن منجر شود (۱۹). استفاده از معادلات پیش‌گوی درصد چربی بدن افراد نوجوان این امکان را می‌دهد تا ترکیب بدن بدون استفاده از تکنیک‌های گران و پیچیده ارزیابی شود. اما بیشتر این مطالعات به جوامع غربی با سبک ویژه زندگی اختصاص داشته‌اند و ممکن است برای کشورهای آسیایی با ویژگی‌های فنوتیپ و ژنوتیپ متفاوت، اعتبار کافی نباشد (۵،۳۴،۳۵). پژوهشگران از مدل‌های خطی یا لگاریتمی گوناگون در برآورد ترکیب بدن بهره می‌گیرند که هریک از این معادلات پیش‌گو در کنار عوامل مداخله‌گر ژنتیکی و محیطی قوت و ضعف دارند. در مطالعه حاضر، بالاترین هم‌گرایی روش مرجع با الگوی لگاریتمی دیورن-راهامان مشاهده شد (نمودار ۲، جدول ۳). ایزجوارا و همکاران همبستگی معناداری بین روش‌های BIA و اندازه‌گیری چین پوستی (با استفاده از فرمول‌های وستریت، دیورنبرگ و اسلاتر) با روش استاندارد وزن‌کشی زیر آب برای تخمین درصد چربی بدن دختران اندونزیایی یافتند ($r=0.98$) (۲۲). مطالعه دیگری، بین درصد چربی بدن با استفاده از روش BIA و فرمول لوهمن در بزرگسالان، همبستگی معناداری کشف کرده است ($r=0.97$) (۲۳). همبستگی سنجش درصد چربی بدن به روش اندازه‌گیری چین پوستی و BIA در زنان و مردان به ترتیب $r=0.84$ ، $r=0.82$ درصد گزارش شد (۲۴). چاملیا و همکاران (۱۹۹۰) همبستگی روش BIA و روش اندازه‌گیری چین پوستی را گزارش کردند ($r>0.8$) (۲۹). مطالعه دیگری نیز BIA را روشی معتبر ($r=0.8$) در سنجش ترکیب بدن بچه‌ها معرفی می‌کند و با توجه گروه سنی افراد بر به کارگیری این معادلات تأکید می‌کند (۲۴). ویلیام و

همکارانش درصد چربی برآمده از ۸ معادله پیشگوی مختلف را با روش‌های آزمایشگاهی در دختران نوجوان مقایسه کردند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که معادله اسلاتر به دلیل دقت اندازه‌گیری درصد چربی دختران در این گروه سنی مناسب‌تر است (۳۶). رودریگیوز و همکاران با ملاحظه بلوغ، دقت کمی در معادلات پیشگو درصد چربی بدن در مقایسه با روش ملاک DEXA گزارش کردند. با این حال، معادله اسلاتر کمترین تورش را در هر دو گروه پسران و دختران نوجوان نسبت به دیگر معادلات پیشگو نشان داد (۳۷). در پژوهش حاضر بین نسبت چربی بدن به روش‌های چین پوستی و روش مرجع BIA همبستگی معناداری به دست آمد. با وجود این بیشترین همبستگی‌ها با و بدون ملاحظه سطح بلوغ، در مدل دیورنین-راهامان مشاهده شد. اگرچه بهترین روش برآورد سن بیولوژیک روش مشاهده‌ای تانر یا پرتونگاری استخوانی گزارش شده است، این تکنیک‌ها در مطالعه حاضر به دلیل، مداخلات فرهنگی و نیز امکان آسیب‌دیدگی بافت‌ها قابل استفاده نبود. بنابراین، از تکنیک سن دندانی برای تعیین سطح بلوغ بیولوژیک استفاده شد. به علاوه، معادله چین پوستی ویژه دختران نوجوان ایرانی در دسترس نبود و از معادلات اروپایی استفاده شد. همچنین به دلیل نبود روش استاندارد مانند توزین زیر آب یا روش DEXA، روش BIA روش معیار منظور شد. همچنین وضعیت تغذیه، سنجش بیوشیمیایی وضعیت قاعدگی و وضعیت اقتصادی-اجتماعی آزمودنی‌ها نیز کنترل نشد که محدودیت این مطالعه به‌شمار می‌آید. هنگام ارزیابی ترکیب بدن دختران نوجوان، نقش مداخله‌گر بلوغ بیولوژیک چشمگیر است. به علاوه، عوامل مخاطره‌آمیز اجتماعی-اقتصادی مانند سبک زندگی کم‌تحرک در پرتو آپارتمان‌نشینی، عادت به تماشای مفرط بازی‌های رایانه‌ای یا گرایش به مصرف غذاهای آماده پرکالری، همه زمینه افزایش وزن و شیوع سندرم چاقی آنان را فراهم می‌سازد و بدین ترتیب امکان بروز بیماری‌های مزمن متابولیک را در دوره بزرگ‌سالی فراهم می‌سازد (۳۸، ۳۹). از این رو، به نظر می‌رسد با ملاحظه نقش اثرگذار بلوغ زیستی بر مؤلفه‌های ترکیب بدن، کاربست الگوی لگاریتمی ضخامت زیرجلدی دیورنین-راهامان در وهله نخست از جنبه استعدادیابی ورزشکاران نوجوان، برای مربیان ورزش در سطح مدارس یا باشگاه‌های تندرستی و سپس برای سازمان‌های بهداشتی یا مشاوران علوم تغذیه با تأکید بر شناخت آستانه هشدار خطر فاکتورهای آنتروپومتریک هنگام سنجش بالینی ترکیب بدنی جمعیت‌های نوجوان، می‌تواند با دقتی فراتر از مقیاس BMI قابل توجه و شاید راه‌گشا باشد.

منابع

۱. دهری منیره، صفریان، محمد، حاجی فرجی، مجید هوشیارراد، آناهیتا، ابدی، علیرضا، (۱۳۸۹). بررسی رابطه اضافه وزن و چاقی با سن منارک و وضعیت تغذیه دختران ۱۱-۱۵ ساله شهر مشهد. مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد. سال ۵۳، شماره ۴، ص ۲۴۵-۲۵۳.
۲. عزیززی (۱۳۷۷). افزایش وزن و چاقی مشکل عمده بهداشتی درمانی حال و آینده پژوهش در پزشکی، سال ۲۲، شماره ۳، ص ۷۰.
۳. قراخلانو، رضا، صفری کرمی تهرانی، فاطمه، عباس پور، مهدی، (۱۳۷۹). مقایسه میزان چربی های خون، درصد چربی زیرپوستی، و تعیین رابطه آنها در دانش آموزان پسر ورزشکار و غیرورزشکار ۱۸-۱۵ سال. مجله المپیک، سال ۷۵- شماره ۱۸، ص ۸۸-۷۹.
۴. کلیشادی، رویا، هاشمی پور، مهین، صراف زادگان، نضال، صدری، غلامحسین، انصاری، رضوان، علیخانی، حسن، و همکاران (۱۳۸۰). فراوانی اضافه وزن و چاقی در نوجوانان و ارتباط با عوامل محیطی. مجله دانشکده علوم پزشکی تهران. سال ۶۱، شماره ۴، ص ۲۷۳-۲۶۰.
۵. مالیئا، ر. م. بوچارد، ک. (۱۳۸۱). نمو، بالیدگی و فعالیت بدنی. ترجمه: عباس بهرام، حسن خلجی. چاپ دوم، تهران. انتشارات امید دانش ۱۰۷-۱۰۵.
۶. مظفری، ح. نبی، ب (۱۳۸۱). بررسی شیوع چاقی و اضافه وزن در دانش آموزان دختر مقطع ابتدایی شهر تهران. فصلنامه پایش، سال اول، شماره ۴، ص ۱۹-۱۵.

۷. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی با همکاری صندوق کودکان سازمان ملل متحد یونیسف (۱۳۸۶). سیمای تغذیه کودکان در استان ها، ص ۲

8. Mohammadi N, Shobeiri F, Khirollahi A. (2012). Frequency of Over Weight & Obesity of Women in Referents to Medical and Health Centers in Hamadam City. *Hamedan Medical University Journal*;19(2):36-41.
9. Veghari G, Asadi J, Eshghinia S. (2009). Impact of Ethnicity upon Body Composition Assessment In Iranian Northern Children. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*; 3(1): 1779-83.
10. Hosseini Esfahani F, Mirmiran P, Djazayeri SA, Mehrabi Y, Azizi F. (2008). Change in food patterns and its relation to alterations in central adiposity in tehranian of district 13 adults (Persian). *Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism*; 10(4):299-312.
11. Mohammad Pour Ahranjani B, Rashidi A, Karandish M, Eshraghian MR, Kalantari N. (2004). Prevalence of overweight and obesity in adolescent Tehrani students, 2000–2002: an epidemic health problem. *Public Health Nutr*; 7(5): 645–8.
12. Kelishadi R, Pour MH, Sarraf-Zadegan N, Sadry GH, Ansari R, Alikhassy H, et al. (2003). Obesity and associated modifiable environmental factors in Iranian adolescents: Isfahan Healthy Heart Program-Heart Health Promotion from Childhood. *Pediatr Int*; 45(4): 435-42.
13. Zamani Alavijeh F, Faghihzadeh S, Sadeghi F. (2008). Application of the Health Belief Model for Unhealthy Eating Prevention among Primary School Children in Arak / Iran (2004-2005). *Behood Journal*; 11(4):352-67.
14. Nagaf Zareh R. (2007). Investigatiopn of risk factors, obeicity in women. *Tabib Shargh*; 9 (2):133- 138.
15. Amiri P, Ghofranipour F, Ahmadi F, Houman HA, Hoseinpanah F, Jalali Farahani S. (2010). Personal barriers to life style modification in overweight/obeso adolescents: a Qualitative study. *Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism*; 11(5):521-9.
16. Mirmiran P, Azizi F. (1998). Overweight and obesity: The major problem of present and future (Persian). *Journal of the Shaheed Beheshti University of Medical Sciences and Health Services*; 22(3): 81-69.
17. DeurenbergYM, Niti, Li F L, Ai SN, Yin. (2009). Diagnostic Accuracy of Anthropometric Indices for Obesity Screening Among Asian ADOLESCENT. *Ann Acad Med Singapore*; 38(1):3-6.
18. Wells J C. (2001). A critique of the expression of pediatric body composition data. *Arch Dis Child*; 85: 67-72.
19. Buskrik E. R. (1961). Under water weighting and body density a review of procedures. in j; 20(2):78-89.
20. Sheikholslami B. (2003). Study of changes of body fat and density 10-13 years old of hamedan girls and determination of reliability of slaughter. *Hamedan Medical University Journal*; 13(2):134-40.
21. Dezenberg CV, Nagy TR, Gower BA, Johnson R, Goran MI. (1999). Predicting body composition from anthropometry in pre-adolescent children. *International Journal of Obesity*; 23 (12):253-259.
22. Isjwara RI, Lukito W, Schultink JW. (2007). Comparison of body compositional indices assessed byunderwater weighing, bioelectrical impedance and anthropometry in Indonesian adolescent girls. *Asia Pac J Clin Nutr*; 16 (4):641-648.
23. Lo Hung U. (2008). Concurant validity of percent body fat wight scales and skinfold measure in adolescents. *Hong Kobaptis University. Dissertation.*
24. Wu YT, Nielsen DH, Cassady SL, Cook JS, Janz KF, Hansen JR. (1993). Cross-Validation of Bioelectrical Impedance Analysis of Body Composition in Children and Adolescents. *Phys Ther*. 1993 May; 73(5):320-8..
25. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. (2000). CDC growth charts: United States. *Adv Data*; 8(314): 1-27.
26. Eston R, Reilly T, (1996). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual tests, procedures and data. E & FN SPON. (2th edit).*
27. Peter J, Foster C. (2006). *Physiological assessment of human fitness. Champainign, IL. Human Kinetics, 2th edit.*
28. Baker, L.E. (1989). *Principles of the impedance technique. Institute of electrical and engineering. Engineering in medicine*; 3(21):11-15.
29. Masato N, Hideaki K, Yutaka M, Teruo O, Yasuhiro K, and Yoshio I. (2010). Estimating Visceral Fat Area by Multifrequency Bioelectrical Impedance. *Diabetes Care*; 33(5): 1077–1079.
30. Fernandes RA, Rosa CS, Buonani C, Oliveira AR, Freitas Junior IF. (2007). the use of bioelectrical impedance to detect excess visceral and subcutaneous fat. *J Pediatr*; 83(12): 529– 534.
31. Bland JM, Altman DG. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*; 9(31):307-310.
32. Potvin, L.; S. Desrosiers, M. Trifonopoulos, N. Leduc, M. Rivard, C. Macaulay, and G. Paradis (1999). Anthropometric Characteristics of Mohawk Children Aged 6 to 11 Years. *Journal of the American Dietetic Association*; 99(8):955-961.
33. De Onis M,B.,and Blossner, M., (2003). The World Health Organization Global Database on Child Growth and Malnutrition: Methodology and Applications". *International Journal of Epidemiology*; 32(12):518-26.
34. Deurnberg P, Deurnberg-Yap M. (2003). Validity of body composition methods across ethnic population groups. *Forum Nutr*; 56:299-301.1415.
35. Jaspal Singh Sandhu, MS, DSM, FAIS, FASM; Giniya Gupta, MSPT; Shweta Shenoy, PhD,(2010) . Prediction Equation for Calculating Fat Mass in Young Indian Adults. *Asian Journal of Sports Medicine*; 1 (2): 101-107.
36. William W Wong, Janice E Stuff, Nancy F Butte, E O'Brian Smith and Kenneth J Ellis. (2000). Estimation body fat in African American and white adolescent girls. *AM.J.Clini.Nutr*; 72(2):348-54.
37. Rodríguez G and Moreno LA. (2005). Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Clinical Nutrition*: 59, 1158–1166.
38. Azizi F, Salehi P, Etemadi A, Zahedi-Asl S, (2003). Prevalence of metabolic syndrome in an urban population: Tehran Lipid and Glucose Study. *Diabetes Res Clin Pract*; 61(1): 29–37.
39. Mijailovic V, Micic D, Mijailovi M. (2001). Effect of childhood and adolescent obesity on morbidity in adult life. *J Pediatr Endocrinol Metab*; 14(5): 1339–44.