فصلنامه
سال هشتم ـ ضمیمه شماره ۱۵ (پیاپی ۱۷) ۱۳۷۹

اعتبار یابی روشهای غیرمستقیم تخمین چگالی بدن کشتی گیران جوان

دکتر فرزاد ناظم
دانشگاه بوعلی سینا همدان

فهرست :

چکیده ۵۷
مقدمه ۵۸
روش شناسی تحقیق ۶۳
یافته‌های تحقیق ۶۴
بحث و نتیجه گیری ۶۵
منابع ومآخذ ۶۵

چکیده: *دانش کین آنتروپومتری، دانستنی های ارزشمندی را پیرامون وضعیت ساختاری، گونه پیکر، اندازه و محیط آناتومیکی ارگانیسم زنده در دسترس پژوهشگران علوم تندرستی و مربیان قرار می دهد. ویژگی مهارت های ورزشی، وابستگی اجرا و دستگاه های متابولیک، زمینه مناسب درک خصیصه های فیزیکی ورزشکار را برجسته می سازد. قهرمانان المپیک در هر رخداد ورزشی با سطوح گوناگون اجرای مهارت، احتمالاً الگوی یکپارچه ای از اندازه بدن و گونه پیکری را نمایش می دهند. با این حال، به نظر می رسد که هرچه درجه پیچیدگی و ممارست فرآیند مهارت اجرای حرکت افزوده شود، نیمرخ ترکیب بدن ورزشکاران به سوی ناهمگونی گرایش پیدا می کند. شواهد پژوهشی، نقش بارز اندازه های آنتروپومتری را در بازده کار، ظرفیت هوازی، قدرت موضعی و پتانسیل بی هوازی تا حدی روشن کرده است؛ اما شیوه سنجش ترکیب بدن می بایست ثبات و پایایی لازم را دارا باشد. درجه اعتبار آزمون یا انتخاب یک یا چند معادله ریاضی، این امکان را به آزمایشگر می دهد تا مشخص نماید که ابزار اندازه گیری یا نوع آزمون ـ چه میزان در تأمین هدف های اختصاصی توانمند بوده است. در برآورد ترکیب بدن، به کمک تکنیک های آماری تعیین اعتبار همزمان و اعتبار پیشگویی، معادلات همبستگی چند متغیری طراحی می گردد. در این میان، عوامل مؤثر بر اعتبار آزمون و شیوه اندازه گیری، نوع ابزار و حساسیت تخمین آن، شرایط اجرای آزمون،*

کالیبراسیون، بهره گیری از دستیاران مجرب، خصوصیات آزمودنی (جنس، نژاد، تجربه حرکتی، دهش ژنتیک، بلوغ، ابعاد بدن، تغذیه، اقلیم و ...) و شاخص های آماری R, CE, DSD, TE, R2 را می توان برشمرد. با وجود این، پژوهشگران، معادلات رگرسیونی فراگیر را در پیشگویی چگالی بدن (BD) گروه های نامتجانس مرد، زن، جوان، بزرگسال، لاغر، چاق و کم تحرک بکار بسته و به ساخت معادلات همبستگی ویژه رسیده اند.

در این پژوهش ۱۱۴ کشتی گیر جوان سبک آزاد با نشانه های فیزیکی سن ۰/۲۴ ± ۲۳/۴ سال، قامت ۰/۹ ± ۱۷۲/۸ سانتی متر، وزن ۲/۲ ± ۷۹/۴ کیلوگرم (X ± SEE) و بدون عوارض فیزیولوژیک و اسکلتی در وضعیت هیدراسیون شرکت داشتند. چگالی بدن و توزیع چربی تام (FD) بر پایهٔ گزینش سه رابطه ریاضی اسلوان، جکسون و لوهمن محاسبه گردید. در روش چگالی سنجی و اعتباریابی درصد بافت زیر جلدی به روشهای یاد شده، معادلات زیر به دست آمد:

$BD_1 = ۰/۹۷(BD_3) - ۰/۰۲۹$ [$R = ۰/۹۸۹$، $R^2 = ۰/۹۷۸$، $SEE = ۰/۰۰۲$، $P < ۰/۰۰۱$]

$FD_1 = ۱/۳۵۸(FD_3) - ۱/۰۸۹$ [$R = ۰/۹۶۸$، $R^2 = ۰/۹۳۸$، $SEE = ۲/۱۳۵$، $P < ۰/۰۰۱$]

به نظر می رسد که معادلات چندمتغیری اسلوان، جکسون و لوهمن جهت تخمین غیرتهاجمی ترکیب بدن کشتی گیران جوان معتبر و مناسب می باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

دانش **کین آنتروپومتری**[1]، دانستنی های برجسته و سودمندی درباره وضعیت ساختاری، گونه پیکر یا شکل بدن، اندازه ها و محیط اعضاء را در اختیار پژوهشگران علوم تندرستی می نهد. ویژگی مهارت های ورزشی، وابستگی اجرای یک رخداد ورزشی با دستگاه های انرژی سوخت و سازی (گلیکولیتیک یا اکسیداسیون)، امکان درک خصیصه های فیزیکی ورزشکار را نسبتاً روشن می سازد. در این زمینه، رابطه اندازه و حجم بخش های بدن و سطح عملکرد ورزشکاران المپیک توکیو و مکزیکوسیتی آشکار می کند که مردان قایقران، پرتابگران و بسکتبالیست ها، به نشانه دارا بودن اندازه های بیشتر توده چربی و وزن بدون چربی (LBM)، بلندتر و سنگین وزن تر از دیگر ورزشکاران بودند؛ به طوری که مطالعات **اسپارینگ و کیورتون**[2]، تفاوت مهارت دویدن مردان و زنان را حدود ۳۰ درصد به توزیع چربی زیر جلدی نسبت می دهد. در اغلب رخدادهای ورزشی، تراکم بیشتر توده چربی (آدیپوسیت) شاید به منزله یک عامل محدودگر

1. kinanthropometry
2. Sparing & Curton

در عملکرد ورزشی بوده و بر سطح کیفی حرکات، اثر کاهنده داشته باشد؛ به بیان دیگر در ورزش ژیمناستیک که به تحمل و جابجایی سریع و انفجاری وزن بدن نیاز هست، هر اندازه که چربی بدن کمتر باشد، مزیت مکانیکی اجرا بیشتر است و یا در رخدادهایی که نیازمند چابکی و سرعت ناگهانی است، چربی اضافی بر جرم بدن افزوده و سرانجام از شتاب مهارت حرکتی می کاهد. با این حال، قهرمانان ورزشی در سطوح گوناگون نمایش اجرا، همواره الگوی مشابه و نسبتاً همسانی را از اندازه های بدن و گونه پیکری ارایه می دهند؛ اما هر قدر بر پیچیدگی یا دشواری نمایش حرکت یا فن افزوده گردد، الگوهای *ترکیب بدن*[1] بتدریج به سمت ناهمگونی گرایش پیدا می کند. بررسی *مالینا*[2] پیرامون نقش اندازه های آنتروپومتری در بازده کار، قدرت ایزومتریک و تکالیف حرکتی و یا مطالعات *سوارز*[3] و دستیارانش پیرامون رابطه عوامل آنتروپومتریک وزن، قامت، عرض شانه، پهنای لگن، محیط ران، کاف، بازو و هفت موضع ریز جلدی با عملکرد بی هوازی فوتبالیست ها، خاطرنشان می سازد که سطح همبستگی اندازه های آنتروپومتری با نمایش فیزیکی بی هوازی ورزشکاران و سوخت غالب کربوهیدرات ها در مسیر متابولیکی گلیکولیتیک، نشانه هایی از دست یابی به الگوهای یک دست فیزیکی است. *مودلسکی*[4] از جنبه ای دیگر، اثر گسترش ساختاری و عملکرد عضلانی ـ اسکلتی را بر تغییرات چگالی بدن (BD) و تخمین نسبت توده چربی بررسی نموده است تا بدین ترتیب اعتبار مقدار توزیع چربی بدن وزنه برداران را مطابق روش غیرتهاجمی *سایری*[5] ارزیابی نماید. بدین معنی که آیا معادله فراگیر سایری در جمعیت های همگانی ورزشکار و عادی بزرگسال و میانسال را می توان برای جمعیت اختصاصی ورزشکاران مقاومتی با نشانه LBM بیشتر (گونه پیکر عضلانی) بکار بست؟ در این مطالعه، چگالی بدن به شیوه های *استاندارد*[6] *توزین هیدروستاتیک*، تخمین آب تام بدن (TBW) با دتریوم رقیق و پرتونگاری ایکس اندازه گیری شد. چگالی بدن از طریق تخمین توده چربی با رابطه ریاضی سایری در حد چشمگیری بزرگ تر از شیوه تخمینی آب و مواد معدنی بود و تفاوت مقدار بافت چربی شاید نشانه LBM بزرگ تر ورزشکاران مقاومتی با درصد بیشتر آب و مواد پروتئینی و نسبت پایین تر مواد معدنی باشد.

نحوه توزیع بافت نرم زیرجلدی مردان و زنان به چهار انبارگاه چربی بدن وابستگی دارد *لوهمن*[7]، (۱۹۸۱). در سنجش توزیع چربی بدن (یک رهیافت پژوهشی)، امکان تمایز چربی کانونی و پیرامونی بدن است که اثر جایگاه های متفاوت چین زیرجلدی در برآورد چگالی روشن می شود. به طوری که چهار لایه پوستی سه سربازویی، زیر کتف، خاصره ای و شکمی در مناطق مرکزی و محیطی بدن با مجموع چهار نقطه همبستگی بالایی داشته است. وانگهی، عامل چاقی عمومی یک نشانه پراکندگی چربی در چین های پوستی بدن است *(گارنی)*[8]؛ بدین مفهوم که در میان جمعیت های چاق نمی توان یک الگوی فراگیر از توزیع چربی آدیپوسیت در نقاط معین ترسیم کرد. به بیان *مولر*[9]، اصل نخستین و ثانوی ترکیب چین زیر پوست، (دو شاخص عمده چاقی)، مقیاس اندام تحتانی

1. body composition
2. Malina
3. Soares
4. Modlesky
5. Siri
6. criterion
7. Lohman
8. Garne
9. Mueller

متناسب با جنس و تعداد جایگاه های **چین جلدی**[1]، یک فن آوری سنجش را در قلمرو مهندسی پدید آورده است. از سوی دیگر، همبستگی جایگاه های چین پوستی با اندازه چربی تام بدن چنان تنگاتنگ است که دیگر نیازی به اختصاص یافتن سهم توزیع چربی یا ضخامت های لایه پوست نیست؛ زیرا افراد از جنبه چاقی اندام فوقانی در برابر ناحیه پاها از ترکیب یا گونه پیکر متفاوت برخوردارند و این تمایز از راه شاخص بالینی نسبت کمر به پیرامون با سن (WIH) صورت می گیرد که اندازه آن در هنجاریابی جمعیت های مردان اروپایی متناسب با شرایط پاتولوژیک دستگاه گردش خون بوده است. کارایی این معیار فیزیکی یا آنتروپومتری در زنان، جهت تخمین سطح کارایی و سلامت دستگاه قلب و عروق به مراتب بیشتر از مقیاس BMI[2] یا چین پوستی درجایگاه های زیر کتف و سه سربازو به دست آمده است.

افق کاربرد برخی از معادلات پیشگوی همبستگی چگالی بدن چنان است که دامنه خطای تخمین را بیشتر از اندازه واقعی آن در شیوه هیدروستاتیک می نمایاند. از این رو، معادلات آنتروپومتری به جهت **دقت**[3] بیشتری نیاز دارند. در این باره، **ثورلند**[4] و دستیارانش در اعتبارسنجی معادلات آنتروپومتری برای تخمین BD ورزشکاران نوجوان از روی معادلات ویژه جوانان بزرگسال، مشخص کردند که برای تخمین BD افراد در سنین پایین تر از نوجوانی، بویژه در برابر استفاده از فرمول **بروزیک**[5]، می بایست معادلات نوینی ارایه شود؛ زیرا پیش فرض اساسی در معادله بروزیک این است که BD بافت خالص بدون چربی برابر ۱/۱۰۰ گرم در لیتر است؛ درحالی که چگالی LBM تا قبل از فرا رسیدن سن ۲۰ سالگی بر حسب فرمول لوهمن کمتر از ۱/۱۰۰ گرم در لیتر برآورد شده است. بنابراین امکان دارد که معادلات تخمینی بزرگسالان بر پایه سن، اندازه وزن بدون چربی کشتی گیران جوان را با صحت بیشتری برآورد کند. همچنین ثورلند و **تیپتون**[6]، حساسیت و احتمال تفاوت تکنیک های اندازه گیری عوامل توزیع چربی و آنتروپومتری ۸۶۰ کشتی گیر سفید پوست و سیاه پوست جوان را طی پنج سال در وضعیت فیزیولوژیک هیدراسیون و پس از اجرای کالیبراسیون و استاندارد سازی شیوه سنجش مطالعه کردند و معادلات جدیدی از ضخامت چین زیر جلدی و ابعاد آنتروپومتری ارایه دادند. مطالعات موازی **ساینینگ**[7] نشان داده است که معادلات چند متغیری **جکسون و پولاک**[8] با مجموع چهار موضع زیرجلدی (SK)، در پیشگویی BD گروه های مختلف ورزشی، به روش معیار هیدروستاتیک نزدیک تر است؛ زیرا دارای ارزش پیشگوی SEE ناچیز و انحراف استاندارد قابل قبول می باشد. از این رو، برای آن که شیوه های سنجش ترکیب بدن بتوانند هدف ویژه اندازه گیری را مشخص نمایند. می بایست که از خصیصه پایایی یا ثبات برخوردار باشند. درجه اعتبار یک آزمون یا گزینش یک معادله رگرسیونی، این امکان را به آزمایشگر می دهد که مشخص کند نوع آزمون یا ابزار سنجش تا چه اندازه قادر است به هدف های گزیده دست یابد.

مرحله حساس در مطالعه اعتبار **همزمان آزمون**[9]

1. skinfold site
2. body mass index
3. validity
4. Thorland
5. Brozek
6. Tipton
7. Sining
8. Jackson & Pollock
9. Concurrent validity

سن (سال)	تعداد	BD		Regression		مأخذ
		Mean	SEE	R	SEE	
۲۰_۲۹	۹۲	۱/۰۶	۰/۰۱۶	—	۰/۰۰۸	Durnin,(1974)
۲۲_۲۶	۵۵	۱/۰۷	۰/۰۱۰	۰/۷۸	۰/۰۰۶	Heisman , (1970)
۱۸_۲۲	۹۵	۱/۰۷	۰/۰۱۴	۰/۸۷	۰/۰۰۷	Pollock , (1976)
۲۰_۲۹	۱۰۰	۱۰/۳	۰/۰۲۱	—	۰/۰۱۱	Durnin , (1974)
۱۸_۲۲	۸۳	۱/۰۴	۰/۰۱۴	۰/۸۴	۰/۰۰۸	Pollock , (1975)
۱۷_۲۳	۴۴	۱/۰۶	۰/۰۱۰	۰/۸۱	۰/۰۰۶	Sinning , (1970)

جدول ۱: اعتبار معادلات رگرسیونی چگالی سنجی غیرتهاجمی مردان با روش هیدروستاتیک

برگزیدن شاخص، یک ملاک مناسب به شمار می آید. ترکیب بدن از دسته ملاک های از پیش تعیین شده است که می بایست مورد توجه پژوهشگران علوم ورزشی و بهداشت قرار گیرد. در این روش از ابزار معتبر استفاده شده و یک متغیر یا ارزش کمی به منزله شاخص ملاک در نظر گرفته می شود. آنگاه اعتبار آزمون را با محاسبه همبستگی پارامتریک میان نمره های آزمون و نمرات ابزار تخمین می زنند. در واقع «معادلات رگرسیونی همبستگی» اغلب جهت تعیین اعتبار همزمان بکار می رود. از طرف دیگر، ***اعتبار پیش بینی***[1]، یک شاخص برای پیش گویی عملکرد در شاخص دیگر است. به عنوان نمونه، جهت تعیین، درصد چربی به روش سنجش کالیبر از معادلات رگرسیونی چند متغیری در اعتبار پیش بینی استفاده می شود. از عوامل موثر بر اعتبار، خصوصیت آزمودنی (جنس، نژاد، تجارب حرکتی، دهش های ژنتیک، ویژگی فیزیکی و گونه پیکری و الگوی تغذیه شخص)، نوع ابزار و حساسیت اندازه گیری، ویژگی اجرای آزمون و مهارت آزمایشگر، رطوبت و دمای محیط و پوست، ناهنجاری های اسکلتی، متابولیکی و فیزیولوژیک، ارایه معادلات ویژه برای جمعیت های ورزشکار در دامنه سنی یا رشته ورزشی معین، مصرف مواد نیروزا، حجم نمونه، توان یا قدرت آزمون و ... را می توان برشمرد. به نظر می رسد که دامنه ۸۰ تا ۹۰ درصد، یک اندازه قابل قبول برای ضریب اعتبار می باشد. پژوهشگران از معادلات رگرسیون جهت پیش بینی BD استفاده می کنند. آنان برای جمعیت های بزرگ و نامتجانس مرد، زن، جوان، بزرگسال و کم تحرک، ***معادلات عمومی یا فراگیر***[2] را طراحی کرده اند. با وجود این، معادلات اختصاصی در گروه های نسبتاً متجانس ـ برحسب

1. predictive validity
2. generalized equation

متغیرهای آنتروپومتری	مردان بزرگسال		
	R	SEE(BD)	SEE(%F)
سن(سال)	-۰/۳۸	۰/۰۱۷	۷/۴
قد ایستاده (سانتی متر)	-۰/۰۱۰	۰/۰۱۸	۸
وزن (کیلوگرم)	-۰/۶۲	۰/۰۱۴	۶/۳
BMI(kg/m^2)	-۰/۰۶۹	۰/۰۱۳	۵/۸
جمع ۷ نقطه زیرجلدی	-۰/۸۸	۰/۰۰۹	۳/۸
جمع ۳ نقطه زیرجلدی	-۰/۸۹	۰/۰۰۸	۳/۶
جمع ۲ نقطه زیرجلدی	-۰/۸۶	۰/۰۰۹	۴/۱

جدول ۲: همبستگی چگالی بدن به شیوه های آنتروپومتری و معیار (هیدروستاتیک)

همگون سازی جنس، سن، الگوی زیستی و اقلیمی و ... ـ بدست آمده است. به هرحال، معادلات جمعیت های نامتجانس در مدل های همبستگی غیرخطی میان لایه زیرجلدی و BD در نمونه های بزرگ انسانی را در جدول های ۱ و ۲ ملاحظه می کنید.

از شواهد پژوهشی برمی آید که روش برآورد چربی پوست با توزین هیدروستاتیک، همبستگی بالایی داشته است. یافته های جکسون و پولاک نشان می دهد که معادله فراگیر چند متغیری، قابلیت جایگزین شدن چندین معادله مربوط به یک جامعه ویژه را دارد. این نکته برای افراد بزرگسال که سن و توزیع نسبت چربی متفاوتی دارند، از پایایی لازم برخوردار است. پژوهشگران اخیر در مطالعه پایایی تخمین ضخامت چین زیر جلدی (SF) به نکات ذیل توجه خاص معطوف داشته اند:

(۱) آزمایشگران می بایست آموزش دیده و از جزئیات تکنیک، نوع و حساسیت ابزار (کالیبراسیون) آگاهی داشته باشند و (۲). چنانچه در اندازه گیری لایه زیرجلدی موضع از نمونه های گوناگون انسان، همانند چاق، لاغر، بزرگسال، جوان، کم تحرک و ... استفاده می گردد، حتی الامکان، شرایط سنجش با بهره گیری از شیوه های عملی و سخنرانی، نمایش تصویر یا برگزاری کارگاه های آموزش همگون شود. آنان همچنین اندازه خطای SFE برآورد چربی SF را از یک روز تا روز دیگر و یا از یک آزمایشگر به آزمایشگر دیگر مطالعه کرده اند. تجزیه و تحلیل داده ها نشان داده است که مدل معادلات فراگیر درصد چربی بدن افراد، نه تنها همبستگی درونی دارد؛ بلکه از پایایی و ثبات لازم نیز برخوردار است.

یافته های جدول ۳ پیرامون اعتباریابی معادلات فراگیر تخمین ضخامت آدیپوسیت زیرجلدی روشن می کند که در میان جمعیت های همگون و یک

جایگاه زیر جلدی	تعداد	سن(سال)	روش هیدروستاتیک		اعتباریابی		مأخذ
			Mean	SD	R	SEE	
۳	۶۸	۱۹/۸	۱۲/۸	۴/۳	۰/۷۶	۰/۰۰۹	Smith, (1984)
۳	۷۱	۱۹/۸	۲۰/۱	۵/۳	۰/۸۰	۰/۰۰۷	Sinning, (1984)
۷	۲۶۵	۲۰/۳	۹/۲	۴/۴	۰/۸۴	۰/۰۰۵	Sinning, (1985)
۷	۶۸	۱۹/۸	۱۲/۸	۴/۳	۰/۷۳	۰/۰۰۸	Smith, (1484)

جدول ۳: اعتباریابی معادلات فراگیر تخمین چربی زیرجلدی مردان بزرگسال

معادله پیش بینی	R	CE	SEE	TE	DSD	Slop	Const
Lohman	۰/۹۵	۰/۲۵	۲/۴۵	۲/۴۷	-۰/۴۴	۰/۹۳۲	۴/۱۸
Benke	۰/۹۵	-۰/۸۳	۲/۳۶	۲/۵۴	۰/۲۰	۰/۹۹۲	-۰/۳۴
Jackson	۰/۹۳	۰/۸۲	۲/۶۷	۲/۹۵	۰/۶۰	۱/۰۲۲	-۰/۴۳
Katch	۰/۹۴	۰/۵۹	۲/۵۲	۲/۵۹	۰/۱۵	۰/۹۵۷	۳/۰۹

جدول ۴: درجه همبستگی اعتباریابی معادلات پیشگوی لوهمن، جکسون، بنکه و کاچ

دست جوان، سطح همبستگی به مراتب برتر از نمونه های ناهمگون انسانی است. به طوری که خطای معیارسنجش در دامنه ۰/۰۰۶ تا ۰/۰۰۹ گرم در هر سانتی متر مکعب نوسان دارد. با این حال، درجه همبستگی *اعتباریابی*[1] به توزیع پراکندگی نمونه های جامعه تحقیق وابسته می ماند.

برخی پژوهشگران در مطالعه اعتبار معادلات پیشگوی ترکیب بدن در جمعیت های ناهمگون خاطرنشان می کنند که اندازه خطای کل پیشگویی (TE) به مراتب حساس تر از پارامترهای ضریب تعیین (R^2) و انحراف معیار (SEE) است (جدول ۴).

روش شناسی تحقیق

برپایه پیشینه های یاد شده و تأثیر عوامل گوناگون بر ترکیب بدن، اعتبار معادلات همگانی برآورد BD به روش SF در جمعیت کشتی گیران جوان ایرانی در تابستان ۱۳۷۷ مورد ارزیابی قرار گرفت. به بیان دیگر، هدف ویژه مطالعه این پرسش بود که آیا کاربرد معادلات رگرسیونی چندگانه برگزیده از جمعیت های اروپایی برای کشتی گیران سبک آزاد از اعتبار و حساسیّت لازم برخوردار است؟ در این مطالعه ۱۱۴

1. cross- validation

ورزشکار نژاد سفید ایرانی با مشخصات فیزیکی سن ۲۳/۴±۰/۲۴ سال، قامت ۱۷۲/۸±۰/۹ سانتی متر و وزن ۷۹/۴±۲/۲ کیلوگرم (Mean ± SE) پیش از رده بندی اوزان کشتی در دو نوبت متوالی، دو ساعت پس از صرف غذای شبانه بررسی شدند. نخست، گروه تحقق با نمایش کارگاه آموزش توجیهی برای یکنواخت شدن، کالیبراسیون و مهارنسبی تفاوت های تکنیکی سنجش **غیرتهاجمی**[1] آشنا شدند. پس از هر ۵۰ نوبت اندازه گیری SF کالیبراسیون دستگاه کالیپر مکانیکی F-O-M[2] با استوانه فلزی به قطر ۲/۴ سانتی متر انجام می گرفت. همچنین سطح پایایی ارزش های کمی جایگاه های زیرجلدی دستیاران، به طور تصادفی در دو روز متناوب مقایسه گردید. نمونه های تحقیق، ناراحتی های دستگاه قلبی ـ عروقی، متابولیک، اسکلتی یا پرفشار خونی نداشتند. همه اندازه گیری های ترکیب بدن کشتی گیران در وضعیت هیدراسیون و در اتاقی به دمای ۲۴ درجه سانتی گراد انجام گرفت. چگالی بدن و توزیع چربی تام ورزشکاران، مطابق رابطه بروزیک و برحسب انتخاب سه معادله همبستگی فراگیر اسلوان، جکسون و لوهمن محاسبه شد.

تخمین نسوج نرم زیرپوست با دستگاه قطرسنج به روش لوهمن و جکسون، از سمت راست هر موضع SF و پس از زدایش سطح پوست از ترشحات عرق با دو بار سنجش انجام شد. هر نوبت اندازه گیری ظرف ۴ تا ۶ ثانیه در دمای ۲۳ـ۱۹ درجه سانتی گراد که تفاوت هر بار اندازه گیری از نوبت دیگر بیش از ۱/۲ میلی متر نبود، صورت گرفت.

دستگاه کالیپر دیجیتال الکترونیک Cynex، پس از گذشت نزدیک ۳۰ روز از عملیات، متعاقب چند نوبت سنجش متناوب و تصادفی با ارزش های دستگاه مکانیکی مرجع (مدل F-O-M)، همبستگی معنی دار ۹۷/۵ درصدی را حاصل نمود ($p < ۰/۰۰۱$).

یافته های تحقیق

مجموع یافته های نتایج تحقیق در دو بخش چگالی بدن و توزیع چربی تام کشتی گیران مطابق معادلات سه گانه اروپایی و به کمک رگرسیون ***چند مرحله ای***[3] تجزیه و تحلیل شد.

۱ـ چگالی بدن(BD)

ارتباط سه روش چگالی سنجی اسلوان (BD_1) و لوهمن (BD_2) و جکسون (BD_3) بررسی شد. در مرتبه نخست، ارزش چگالی به روش لوهمن به عنوان متغیر وابسته منظور گردید و ارزش کمی BD در روش معادله لوهمن از روی شیوه BD_1 و مطابق با معادله $y = ax + b$ پیش بینی شد:

معادلهٔ ۱:

$$BD_1 = ۱/۱۷۳(BD_2) - ۰/۱۸۶$$

$$[R^2 = ۰/۹۴۳ \ , \ SEE = ۰/۰۰۵ \ , \ P < ۰/۰۰۱]$$

در نوبت دیگر، ارزش های چگالی حاصل از روابط ریاضی لوهمن، جکسون و چگالی اسلوان بررسی گردید و مدل های رگرسیونی زیر به دست آمد.

معادلهٔ ۲:

$$BD_1 = ۱/۳۰۲(BD_3) - ۰/۳۳۵$$

$$[R^2 = ۰/۹۳۸ \ , \ SEE = ۰/۰۰۵ \ , \ P < ۰/۰۰۱]$$

معادلهٔ ۳:

$$BD_2 = ۰/۹۷(BD_3) - ۰/۰۲۹$$

$$[R^2 = ۰/۹۷۸ \ , \ SEE = ۰/۰۰۲ \ , \ P < ۰/۰۰۱]$$

1. Non invasive
2. Fat - o - meter
3. stepwise

۲ـ نسبت بافت نرم زیرجلدی

در سنجش درصد چربی بدن (SF) مطابق روش های سه گانه یاد شده و با بکار بستن رابطه بروزیک، همبستگی میان شیوه های غیرتهاجمی چین پوستی بررسی گردید و مدل های رگرسیونی زیر به دست آمد:

معادلهٔ ۴:

$$x = F_2D_2 \text{ (معادله جکسون)}، \quad y = F_2D_1 \text{ (معادله اسلوان)}$$

$$y = ۱/۳۵۸(x) - ۱/۰۸۹ \left[R^2 = ۰/۹۳۸, SEE = ۲/۱۴, P < ۰/۰۰۱\right]$$

معادلهٔ ۵:

$$x = F_2D_1، \quad y = F_2D_2 \text{ (معادله لوهمن)}$$

$$y = ۰/۶۹۵(x) + ۰/۴۵۳ \left[R^2 = ۰/۹۳۴, SEE = ۱/۵۸, P < ۰/۰۰۱\right]$$

بحث و نتیجه گیری

چنین به نظر می رسد که علی رغم نبود شیوه معیار توزین هیدروستاتیک برای دست یابی به اعتبار شیوه های سنجش SF کشتی گیران سبک آزاد ایرانی، همچنین دخالت عوامل چندگانه اندوژنی و اگزوژنی گوناگون برگونه پیکری و مهار نسبی محدودیت کاربرد معادلات اختصاصی تخمین چگالی بدن، معادلات فراگیر و چند متغیری اسلوان، جکسون و لوهمن که بر پایهٔ ترکیب بدن جمعیت های ناهمگون بزرگسال اروپایی برآورد شده است، برای سنجش غیرتهاجمی ترکیب بدن و تعیین چگالی بدن کشتی گیران ایران معتبر و مناسب می باشد.

منابع و مآخذ:

1. ACSM (1976) Position statement on weight loss in wrestlers. **Sport Med**., 11,2-3.
2. Day, J.A. (1986) **Prespectives in kinanthro- pometry**, Human Kinetics.
3. Fox, E.I, & Bower, R.W; (1988) The physiologiacal basis of physical education... (4th ed.). W.C.Brown.
4. Hughes, R .A., Cisar, C.y., & et. al. (1986). Validity of anthropometric estimations of body composition in high shcool wrestler. **Research Quarterly for Exer. Sport, 60**, 239-24
5. Housh, T.J., & Johnson, G.O (1990). The effects of age and body weight on minimal wrestling wiegt in high school Werslers. **Research Quarterly for Exer. Sport, 61**, 375-382.
6. Jackson, A.S, pollock, M.L; (1978). Generalized equation from predicting BD of men, **British. J. Nutrition, 40,** 497.
7. Lohman, T.G;(1981). Skinfolds and BD and their relation to body fat: A review. **Human Biclogy, 53**, 181-225.
8. MacDougall, D., & Wenger, H.A; (19) physiologicat testing of the high-performance
9. Oppliger, R.A., & Tipton, C.M; (1988). Iowa wrestling study. **Med. Sci Sport. xer. 20**, 310-316.
10. Stolarczyk, L.M., & Heyward, V.H; (1995). Predistive accuracy of bioimpedance equation in estimating FFM of Hispanic women, **Med. Sci. Sport. Exer, 27**, 1450.
11. Tcheng, TK., Bowers, R.W., and et al. (1988).The midwest wrestling study. **Federation Proceedings, 2**, A522.
12. Tgorland, W.G., & Johnson, G.O. (1985). Estimation of minimal wrestling weight measures of body composition. **J. Sport. Med., 8,** 365-70.
13. Williams, M.H;(1985). **Lifetime physical fitness.** W.C. Brown.
14. Williford, H.N, Smith, J.F., & et all. (1986). Validation of BC models for high school wrestlers. **Med. Sci Sport. Exer., 18**, 216-24.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی