

## آنالیز مؤلفه‌های اصلی متغیرهای آنترپومتریکی و بیومکانیکی ورزشکاران کاراته‌کار نوجوان نخبه

### چکیده

دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۹ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۶

**هدف:** علیرغم اهمیت استعدادیابی و شناسایی افراد مستعد برای رشته‌های ورزشی، مستندات و مطالعات مرتبط با استعدادیابی در کاراته بسیار اندک است. هدف از انجام این تحقیق آنالیز مؤلفه‌های اصلی متغیرهای آنترپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نوجوان نخبه است.

**روش‌ها:** آزمودنی‌ها به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به دو گروه کاراته‌کاهای نوجوان نخبه (۱۹ نفر) و نوجوان غیر کاراته‌کا (۲۰ نفر) تقسیم شدند. برخی متغیرهای آنترپومتریکی و بیومکانیکی شامل لایه‌های زیرپوستی، محیط و طول اندام، سرعت اندام، چابکی، تعادل و قدرت اندام انتخاب و اندازه‌گیری شد. برای کاهش حجم داده‌ها و آنالیز مؤلفه‌های اصلی متغیرهای آنترپومتریکی و بیومکانیکی، روش آماری آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) به کار برده شد.

**یافته‌ها:** نتایج این تحقیق نشان داد که مهم‌ترین متغیرهای آنترپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نوجوان نخبه به ترتیب چربی زیرپوستی سینه‌ای، قد، پرش سارجنت، تعادل ایستا، قدرت نسبی پنجه دست، محیط سینه، محیط مچ پا، تعادل نیمه پویا، چربی زیرپوستی شکم و طول ظاهری پا می‌باشد. **نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان از این متغیرها برای استعدادیابی کاراته‌کاها استفاده کرد. **کلید واژگان:** استعدادیابی، کاراته، بیومتریک، نوجوان

سید احسان نقیبی<sup>۱\*</sup>، مهرداد عنبریان<sup>۲</sup>، محمد یوسفی<sup>۳</sup>، الهام شیرزاد<sup>۴</sup>، سعیده عزیزیان<sup>۵</sup>

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی غیردولتی شانددیز، مشهد، ایران.
۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۳. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۴. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۵. گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی غیردولتی شانددیز، مشهد، ایران.

\* نویسنده مسئول: مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی غیردولتی شانددیز، مشهد، ایران.  
تلفن: ۰۹۱۵۳۲۳۴۶۷۷  
E-mail: s.e.naghbi@gmail.com

### مقدمه

چگونگی ارزیابی نتایج عینی برخاسته از اجرای الگوهای مورد استفاده در فرایند استعدادیابی از جمله مباحث چالش‌برانگیز در حوزه استعدادیابی و پرورش استعدادیابی ورزشی است (۱). فقدان اجماع نظر قاطع در این موضوع به عواملی از جمله ماهیت پویا و چندبعدی استعداد بازمی‌گردد (۱).

یکی دیگر از چالش‌های پیش روی برنامه‌های استعدادیابی، قدرت پیش‌بینی و صحت انتخاب افراد مستعد است. متأسفانه مدل‌های

طی دهه‌های گذشته طراحی و اجرای برنامه‌های شناسایی و پرورش استعداد از بحث‌های چالش‌برانگیز در حوزه علوم ورزشی بوده است. روش‌های مختلف شناسایی استعداد، تنوع پارامترهای مؤثر بر شناسایی و پرورش استعداد، تعیین آزمون‌های برخوردار از اعتبار و روایی لازم، انتخاب روش‌های تک‌بعدی در برابر الگوهای ترکیبی و چندبعدی و

است که این موضوع ممکن است در ترویج، توسعه و پیشبرد این رشته‌ی ورزشی تأثیر منفی داشته باشد (۷).

بسیاری از تحقیقاتی که در حوزه استعدادیابی و خصوصاً در رشته ورزشی کاراته صورت گرفته، متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی را به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر موفقیت ورزشکاران در نظر گرفته است (۷، ۱۰). همچنین اکثر این تحقیقات رده‌های سنی بزرگسال را مورد بررسی قرار داده‌اند و به رده‌های سنی پایه توجه خاصی نشده است. این در حالی است که در استعدادیابی باید بر رده‌های سنی پایین متمرکز بود (۷، ۱۱، ۱۲).

Giametro و همکاران، پژوهشی را با عنوان بررسی ویژگی‌های آنتروپومتریکی و ساختار بدنی در کاراته‌کاهای نخبه و آماتور بزرگسال، انجام دادند که نتایج نشان داد که گروه کاراته‌کاهای نخبه دارای تیپ بدنی اکتومورف-مزومورف یعنی عضلانی و لاغر اما در آماتورها فقط تعداد کمی عضلانی بودند. همچنین گروه کاراته‌کاهای نخبه نسبت به گروه آماتور دارای درصد چربی پایین‌تری بودند (۱۳). Kazemi و همکاران، در کشور کانادا تحقیقی را تحت عنوان نیم‌رخ ویژگی‌های آنتروپومتریکی تکواندوکاران برتر المپیک ۲۰۰۸ انجام داده‌اند. نتایج به دست آمده نشان داد که از نظر قد تکواندوکاران مدال‌آور زن و مرد بلندتر و از نظر وزن سبک‌تر بودند (۱۴). Simonovic و همکاران، تحقیقی را تحت عنوان تفاوت در توانایی‌های حرکتی بین کاراته‌کاهای غیر کاراته‌کاهای انجام دادند. نتایج نشان داد که بین فاکتورهای توان انفجاری، استقامت عضلانی و هماهنگی کاراته‌کاهای غیر کاراته‌کاهای تفاوت معناداری وجود داشت (۱۵).

تحلیل عاملی یک روش آماری چند متغیری است که در تحلیل جداول یا ماتریس‌های ضرایب همبستگی به کار می‌رود. هدف اصلی آنالیز مؤلفه‌های اصلی اطلاعات (Principal Component Analysis) و سایر انواع تحلیل‌های عاملی، کاهش مجموعه بزرگی از داده‌ها به تعداد کمتری عامل کلی است، به گونه‌ای که بیشترین واریانس مجموعه داده‌ها را تبیین نماید. در PCA به این عامل‌ها، مؤلفه گفته می‌شود. در این روش به تعداد متغیرها مؤلفه استخراج می‌شود (۱۶).

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و آن چه طی مقالات به آن اشاره شد می‌توان دریافت که تحقیقات اندکی وجود داشت که مهم‌ترین متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نخبه را بررسی کرده باشد. در واقع می‌توان دریافت که ملاک دقیقی برای انتخاب مهم‌ترین متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نخبه وجود نداشت. بنابراین شناخت چنین ویژگی‌هایی در رشته کاراته لازم به نظر می‌رسد. این پژوهش

استعدادیابی از قدرت پیش‌بینی پایینی بهره‌مند بوده و هنوز در مورد سودمندی و اعتبار آن‌ها پرسش‌های زیادی وجود دارد (۲). اگر چه بسیاری از مطالعات بر این باورند که به دلیل کمبود شواهد و مدارک علمی و سوابق تجربی در خصوص اجرای برنامه‌های استعدادیابی بهتر است به برنامه‌های پرورش استعداد پرداخت؛ با این وجود بسیاری از فدراسیون‌ها، تیم‌های ورزشی و مدارس ورزش به دنبال اجرای برنامه‌های استعدادیابی هستند (۳). با توجه به نقش دو طرفه محیط و وراثت، این یک سؤال مهم است که یک استعداد چگونه شناسایی می‌شود و به اوج می‌رسد؟ این پژوهش قصد دارد به بررسی یکی از مدل‌های استعدادیابی که در کشور به اجرا درآمده است بپردازد و دانش‌تئوری موجود را به صورت یک محتوای نیمه تجربی ارزیابی نماید تا در آینده به توسعه‌ی روش‌های مبتنی بر پژوهش‌های کاربردی بپردازد.

در دهه‌های اخیر ویژگی‌های آنتروپومتریکی به عنوان یکی از عوامل اساسی موفقیت در عملکرد ورزشکاران نخبه شناخته شده و مورد توجه فراوانی قرار گرفته است (۴). با این وجود دستیابی به اهداف قهرمانی تنها از طریق ویژگی‌های آنتروپومتریکی نمی‌تواند میسر واقع گردد و باید ویژگی‌های دیگری نظیر عوامل بیومکانیکی، فیزیولوژیکی و روانی نیز مورد توجه قرار گیرد. برای مثال برخی متغیرهای بیومکانیکی نظیر تعادل و سرعت حرکت اندام از فاکتورهای مهمی محسوب می‌شود که برخورداری از آن و توسعه آن در موفقیت ورزشکاران بسیار اثرگذار است (۵). درک صحیح از متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی می‌تواند در شناسایی استعدادیابی ورزشی و پرورش آن مفید واقع گردد.

کاراته در جهان به عنوان یکی از محبوب‌ترین و عمومی‌ترین ورزش‌های رزمی شناخته شده است (۶). این رشته به لحاظ مدال‌آوری در مسابقات بسیار مهمی نظیر بازی‌های آسیایی و المپیک (رشته کاراته از سال ۲۰۲۰ وارد بازی‌های المپیک خواهد شد) از سهم مدال‌آوری چشمگیر در ارزیابی سازمان‌های رسمی کشور ایران برخوردار است (۷). همچنین مسابقات و تمرینات کاراته به دو صورت کاتا (فرم) و کمیته (مبارزه) انجام می‌گیرد. کمیته شامل حرکات برخوردی رو به جلو، رو به عقب، این سو و آن سو رفتن و حرکات بسیار فعال است که همه‌ی این حرکات همراه با تکنیک‌های کوتاه حمله یا دفاع هستند (۶، ۸، ۹).

با این وجود کمبود یا نبود برنامه‌های مدون و الگوهای موفق سازمان‌یافته در استعدادیابی و پرورش ورزشکاران مستعد در این رشته به عنوان یک تهدید شناخته می‌شود. متأسفانه موضوع استعدادیابی و شناسایی افراد مستعد برای رشته‌های ورزشی به ویژه رشته‌ی رزمی کاراته با رکود مواجه

ایران و هماهنگی با سرمربیان تیم‌ها و هیئت‌های کاراته از آنان درخواست همکاری شد و پس از طی مراحل اداری با توجه به محدودیت‌های زیاد و در دسترس نبودن آن‌ها به صورت نمونه‌گیری در دسترس ۱۹ کاراته‌کای نوجوان (۱۲ تا ۱۵ سال) نخبه (میانگین قد:  $162 \pm 0.8$  سانتی‌متر و میانگین جرم:  $11/23 \pm 47/65$  کیلوگرم) که در مسابقات قهرمانی کشور مقام قهرمانی داشتند برای انجام تست‌ها انتخاب شدند. همچنین گروه دیگر را ۲۰ نوجوان (۱۲ تا ۱۵ سال) غیر کاراته‌کا (میانگین قد:  $154 \pm 0.8$  سانتی‌متر و میانگین جرم:  $10/98 \pm 48/81$  کیلوگرم) تشکیل دادند که به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. ملاک ورود آن‌ها به تحقیق، نداشتن سابقه ورزشی و فعالیت بدنی بود.

متغیرها و ابزار اندازه‌گیری

متغیرهای آنروپومتریکی، مقدار لایه چربی زیرپوستی و بیومکانیکی اندازه‌گیری شده در این تحقیق از هر دو گروه به همراه ابزار اندازه‌گیری در جدول ۱ ارائه شده است.

می‌تواند راهنمای مفیدی برای مدیران، مربیان، متخصصان و کاراته‌کاها در کشور باشد و در راستای برنامه‌ریزی‌های منظم ورزش پایه مورد بهره‌برداری قرار گیرد و امکان استعدادیابی در سنین پایه به منظور پشوانه سازی برای تیم‌های کاراته در کشور را فراهم آورد و به این ترتیب کمک شایانی به پیشرفت سطح قهرمانی کاراته کشور خواهد نمود. لذا با توجه به آن چه ذکر شد این تحقیق برآنست که به آنالیز مؤلفه‌های اصلی متغیرهای آنروپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نوجوان نخبه دست یابد.

## روش شناسی

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و روش تحقیق توصیفی-همبستگی (تحلیل ماتریس همبستگی) است. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه کاراته‌کاهای نوجوان مرد نخبه و غیر کاراته‌کاهای نوجوان کشور است. برای انتخاب نمونه ابتدا با هماهنگی فدراسیون کاراته جمهوری اسلامی

جدول ۱.

متغیرهای آنروپومتریکی، مقدار لایه چربی زیرپوستی و بیومکانیکی مورد اندازه‌گیری همراه با ابزار اندازه‌گیری

ابزار اندازه‌گیری	فاکتورهای اندازه‌گیری
ترازوی دیجیتال Zenittmed با دقت یک صدم گرم ساخت کشور آلمان	جرم (کیلوگرم)
متر نواری، خط کش و کولیس با دقت یک میلی‌متر ساخت کشور ایران	قد (متر)، قد نشسته، طول کف پا، محیط مچ پا، محیط ساق پا، طول ران، محیط ران، محیط لگن، طول ظاهری پا، طول حقیقی پا، محیط کمر، نسبت دور کمر به لگن، طول کف دست، محیط مچ دست، محیط ساعد، محیط استراحتی و انقباضی بازو، طول اندام فوقانی، طول گستره دست‌ها، محیط سینه، محیط شانه، محیط گردن و محیط سر (سانتی‌متر)
فرمول شاخص توده بدنی	شاخص توده بدنی
کالیپر mitutoyo با دقت یک میلی‌متر ساخت کشور آمریکا	عرض کف پا، پهنای مچ پا، پهنای زانو، پهنای کف دست، پهنای مچ دست و پهنای آرنج (سانتی‌متر)
کولیس بلند mitutoyo با دقت یک میلی‌متر ساخت کشور ژاپن	طول ساق پا، پهنای لگن، طول ساعد، طول بازو، پهنای سینه و عرض شانه (سانتی‌متر)
کالیپر Slim guide با دقت نیم سانتی‌متر ساخت کشور ایران	مقدار لایه چربی زیرپوستی ساق، ران، فوق خاصره‌ای، شکم، سه سر و دو سر بازویی، سینه‌ای و تحت کتفی (میلی‌متر)
تست استورک، تست گردش ستاره	تعداد ایستا، نیمه پویا (ثانیه)
گونیا متر ساخت کشور چین	زاویه کیو (درجه)
تست اصلاح شده نشستن و رسیدن به جلو توسط جعبه مخصوص مدرج	انعطاف‌پذیری (سانتی‌متر)
پرش سارجنت اصلاح شده و پرش سارجنت اصلاح شده با توجه به وزن بدن	توان انفجاری (سانتی‌متر) و توان عضلات پا (کیلوگرم سانتی‌متر)
دینامومتر دستی و دینامومتر دستی با توجه به وزن بدن	قدرت مطلق (کیلوگرم) و نسبی پنجه دست (کیلوگرم/وزن)
دراز و نشست	استقامت عضلات شکم (تعداد در دقیقه)
آزمون سرعت حرکت نلسون و زمان عکس‌العمل پای نلسون	سرعت واکنش دست‌ها و پاها (سانتی‌متر)
آزمون بیست متر سرعت، آزمون ده متر اول سرعت و ده متر دوم سرعت، T تست	شتاب، سرعت و چابکی (ثانیه)

همچنین تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 (با سطح معناداری  $p=0/05$ ) و رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار EXCEL 2010 استفاده شد.

## نتایج

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق در جداول ۳، ۴ و ۵ ارائه شده است.

روش‌های تحلیل آماری از روش‌های آمار توصیفی برای تعیین میانگین، واریانس و انحراف استاندارد هر کدام از متغیرها و رسم نمودارهای مختلف استفاده شد. در بخش آمار استنباطی ابتدا از آزمون شاپیرو-ویلک برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. سپس برای کاهش حجم داده‌ها و تعیین آنالیز مؤلفه‌های اصلی متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی از روش آماری آنالیز مؤلفه‌های اصلی اطلاعات (استخراج مؤلفه‌های با واریانس بالا که هر کدام تعدادی متغیر را تحت پوشش قرار می‌دهند) به کار برده شد.

### جدول ۲.

نحوه اندازه‌گیری و ابزارهای مورد استفاده برخی متغیرهای مقدار لایه چربی زیرپوستی و بیومکانیکی

فاکتورهای اندازه‌گیری	نحوه اندازه‌گیری
مقدار لایه چربی زیرپوستی ساق (میلی‌متر)	آزمودنی پای خود را روی یک جعبه با زاویه ۹۰ درجه قرار داد. چین پوستی به صورت عمودی در قسمت میانی و داخلی ساق پا، قسمتی که بیشترین محیط را دارد؛ گرفته شد (۵).
مقدار لایه چربی زیرپوستی ران (میلی‌متر)	آزمودنی در وضعیت نشسته زانوی خود را ۹۰ درجه خم کرد. در این حالت پوست در نقطه میانی و در سطح قدامی ران که بین خط کشاله ران و بالاترین قسمت استخوان کشکک ران قرار دارد؛ عمودی گرفته شد (۵).
مقدار لایه چربی زیرپوستی فوق خاصره‌ای (میلی‌متر)	کالپر بالای تاج خاصره و ۲ تا ۳ سانتی‌متر به سمت ناف (در ۱ سانتی‌متر جلوتر از انگشتان) قرار گرفت و همچنین جهت آن به طرف جلو و کمی متمایل به پایین (مورب) بود. سپس اندازه‌گیری انجام شد (۵).
مقدار لایه چربی زیرپوستی شکم (میلی‌متر)	در حالی که آزمودنی ایستاده بود؛ پوست او به صورت عمودی در ناحیه ۵ سانتی‌متری ناف (سمت راست) گرفته و سپس اندازه‌گیری انجام شد (۵).
مقدار لایه چربی زیرپوستی سه سر بازو (میلی‌متر)	آزمودنی در حالت ریلکس اندام فوقانی را در حالت سوپینیت قرار داد. در نقطه‌ی میانی بین آکرومیون (لبه خارجی زائده آخرمی) و لبه خارجی استخوان رادیوس در قسمت خلفی بازو، پوست به صورت عمودی و موازی با محور طولی استخوان گرفته شد (۵).
مقدار لایه چربی زیرپوستی دو سر بازویی (میلی‌متر)	آزمودنی به حالت آناتومیکی قرار گرفت و بازوی خود را ریلکس نگه داشت، فاصله میانی بین آکرومیون و رادیوس در محل عضله دوسر علامت زده شد و پوست به حالت موازی با محور طولی استخوان بازو گرفته شد (۵).
مقدار لایه چربی زیرپوستی سینه‌ای (میلی‌متر)	آزمودنی به صورت ریلکس به صورت ایستاده قرار گرفت و پوست در ناحیه‌ی بین زیر بغلی و نوک سینه به صورت مورب گرفته شد (۵).
مقدار لایه چربی زیرپوستی تحت کتفی (میلی‌متر)	به طور مورب چین پوستی یک سانتی‌متر زیر زاویه تحتانی کتف، تقریباً در زاویه ۴۵ درجه با سطح افقی، به دنبال خطوط طبیعی شکافتگی پوست گرفته و اندازه‌گیری شد (۵).
سرعت واکنش دست‌ها	آزمودنی مقابل یک میز نشست و دست‌هایش را راحت بر روی میز قرار داد. کف دست‌ها رو به یکدیگر و فاصله آن‌ها از هم حدود ۳۰ سانتی‌متر بود و با دو خط کوچک بر روی میز علامت‌گذاری شد. آزمون‌گیرنده خط‌کش را به گونه‌ای نگاه داشت که درست در وسط فاصله میان دو دست قرار گرفت و لبه انتهایی آن در راستای لبه میز بود. پس از اعلام فرمان "آماده" آزمون‌شونده تلاش کرد تا با سرعت هر چه تمام‌تر خط‌کش را که رها شده با دو دست مهار کند. او نباید برای مهار کردن خط‌کش دست‌ها را به بالا و پایین حرکت می‌داد. امتیاز برای زمان واکنش و سرعت حرکت شامل عددی بود که در ارتفاع لبه بالایی دست‌های آزمودنی دیده شد. این آزمون سه مرتبه اجرا گشت و بهترین اجرا به عنوان رکورد محاسبه شد (۵).
سرعت واکنش پاها	آزمودنی بر روی میزی که حدود ۲/۵ سانتی‌متر از دیوار فاصله داشت نشست. پا را طوری قرار داد که سینه پا حدود ۲/۵ سانتی‌متر از دیوار فاصله داشت و پاشنه پا حدود ۵ سانتی‌متر از لبه میز دورتر بود. لبه انتهایی در برابر انتهای انگشت شست پا بود. به آزمودنی گفته شد با رها شدن خط‌کش، توسط سینه پا واکنش نشان داده و خط‌کش را به دیوار بچسباند. امتیاز بدست آمده، عددی بود که درست در بالای انگشت شست پا دیده شد (۵).
شتاب و سرعت (ثانیه)	برای اندازه‌گیری سرعت از تست ۲۰ متر سرعت استفاده شد. ۲۰ متر به دو ۱۰ متر اول و دوم برای ارزیابی جدا شد. زمان ۱۰ متر اول برای شتاب اولیه و ۱۰ متر دوم برای سرعت ثبت شد. به آزمودنی آموزش داده شده بود که با استارت ایستاده قبل از نقطه شروع تست بدونند و با حداکثر سرعت از نقطه ۲۰ متر علامت‌گذاری شده عبور کند. زمان‌ها به عنوان رکورد ثبت شد (۵).

فاکتورهای اندازه‌گیری	نحوه اندازه‌گیری
چابکی (ثانیه)	جهت اندازه‌گیری چابکی از تست T که به چهار مخروط نیاز دارد؛ استفاده شد. در شروع تست آزمودنی مسافت ۱۰ متر را به سمت جلو دوید و مخروط را با دست راستش لمس نمود، سپس مسافت ۵ متری را با پای پهلو به سمت چپ رفت و پس از لمس مخروط این بار مسافت ۱۰ متری را با پای پهلو به سمت راست برگشت و پس از لمس مخروط دوباره به پای پهلو مسیر ۵ متری را به سمت مرکز برگشت و پس از لمس مخروط ۱۰ متر را به سمت عقب دوید و تست را به پایان رساند. فرد آزمون‌گیرنده با استفاده از کرونومتر زمان را ثبت کرد (۵).

## جدول ۳.

شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای آنتروپومتریکی دو گروه

ردیف	متغیرهای آنتروپومتریکی	میانگین و انحراف استاندارد دو گروه
		کاراته‌کاهای نخبه
۱	جرم (کیلوگرم)	۴۸/۸ ± ۱۰/۹۸
۲	قد (متر)	۱/۵۴ ± ۰/۰۸
۳	شاخص توده بدن	۲۰/۴۵ ± ۴/۴
۴	قد نشسته (سانتی‌متر)	۸۰/۷۶ ± ۴/۴۱
۵	طول کف پا (سانتی‌متر)	۲۴/۴۸ ± ۱/۳۵
۶	عرض کف پا (سانتی‌متر)	۹/۴۶ ± ۰/۸۲
۷	پهنای مچ پا (سانتی‌متر)	۶/۷۶ ± ۰/۴۲
۸	محیط مچ پا (سانتی‌متر)	۲۱/۶۷ ± ۲/۱۷
۹	طول ساق پا (سانتی‌متر)	۳۴/۶۷ ± ۲/۱
۱۰	محیط ساق پا (سانتی‌متر)	۳۲/۲۸ ± ۳/۵۶
۱۱	پهنای زانو (سانتی‌متر)	۹/۷۶ ± ۰/۷۴
۱۲	طول ران (سانتی‌متر)	۴۱/۰۶ ± ۳/۳۳
۱۳	محیط ران (سانتی‌متر)	۴۹/۵۳ ± ۷/۱۶
۱۴	پهنای لگن (سانتی‌متر)	۲۵/۶۴ ± ۲/۹۶
۱۵	محیط لگن (سانتی‌متر)	۸۴/۲۲ ± ۸/۹۴
۱۶	طول ظاهری پا (سانتی‌متر)	۸۹/۵۵ ± ۴/۹۴
۱۷	طول حقیقی پا (سانتی‌متر)	۸۲/۷۳ ± ۵/۰۹
۱۸	محیط کمر (سانتی‌متر)	۶۸/۶۱ ± ۹/۳
۱۹	نسبت دور کمر به لگن	۰/۸۱ ± ۰/۰۴
۲۰	طول کف دست (سانتی‌متر)	۱۷/۲۸ ± ۱/۱۳
۲۱	پهنای کف دست (سانتی‌متر)	۷/۷ ± ۰/۴۴
۲۲	پهنای مچ دست (سانتی‌متر)	۵/۳۲ ± ۰/۴۱
۲۳	محیط مچ دست (سانتی‌متر)	۱۶/۱۷ ± ۱/۲۷
۲۴	طول ساعد دست (سانتی‌متر)	۲۴/۸۹ ± ۱/۸۳
۲۵	محیط ساعد دست (سانتی‌متر)	۲۲/۶۳ ± ۲/۴۲
۲۶	پهنای آرنج دست (سانتی‌متر)	۶/۱۶ ± ۰/۴۵
۲۷	طول بازو (سانتی‌متر)	۳۲/۵ ± ۲/۵۴
۲۸	محیط استراحتی بازو (سانتی‌متر)	۲۳/۳۱ ± ۳/۴۸
۲۹	محیط انقباضی بازو (سانتی‌متر)	۲۵/۷۷ ± ۳/۷۲
۳۰	طول اندام فوقانی (سانتی‌متر)	۷۰/۴۹ ± ۴/۴۷
۳۱	طول گستره دست‌ها (سانتی‌متر)	۱۵۸/۵۶ ± ۹/۲۵
۳۲	پهنای سینه (سانتی‌متر)	۲۴/۶ ± ۲/۱۹

۷۴/۳ ± ۱۷/۴۶	۸۰/۳۸ ± ۷/۴۶	محیط سینه (سانتی متر)	۳۳
۳۱/۳۳ ± ۲/۰۹	۳۰/۴۳ ± ۲/۶۵	پهنای شانه (سانتی متر)	۳۴
۸۹/۹۹ ± ۶/۴۷	۹۱/۰۲ ± ۸/۳۹	محیط شانه (سانتی متر)	۳۵
۳۲/۲۶ ± ۱/۹	۳۲/۴۴ ± ۲/۴۴	محیط گردن (سانتی متر)	۳۶
۵۴/۷۹ ± ۱/۶۴	۵۴/۰۵ ± ۱/۸۸	محیط سر (سانتی متر)	۳۷

جدول ۴.

شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مقدار لایه چربی زیر پوستی دو گروه

میانگین و انحراف استاندارد دو گروه		مقدار لایه چربی زیر پوستی دو گروه	ردیف
کاراته‌کاهای نخبه	غیر کاراته‌کاهای		
۹/۲ ± ۴/۶۱	۱۳/۵۲ ± ۷/۶	مقدار لایه چربی زیر پوستی ساق پا (میلی متر)	۱
۱۱/۱۵ ± ۴/۶۴	۱۷ ± ۱۲/۱۵	مقدار لایه چربی زیر پوستی ران (میلی متر)	۲
۵/۹۲ ± ۴/۰۹	۱۰/۲۲ ± ۹/۸	مقدار لایه چربی زیر پوستی فوق خاصره‌ای (میلی متر)	۳
۸/۷۸ ± ۵/۶۳	۱۵/۳ ± ۱۴/۲	مقدار لایه چربی زیر پوستی شکم (میلی متر)	۴
۷/۷۴ ± ۳/۴۹	۱۱/۲ ± ۶/۹۵	مقدار لایه چربی زیر پوستی سه سر بازویی (میلی متر)	۵
۳/۵۶ ± ۲/۱۸	۶/۷۸ ± ۵/۹۳	مقدار لایه چربی زیر پوستی دو سر بازویی (میلی متر)	۶
۵/۲۵ ± ۴/۲۶	۹/۰۲ ± ۸/۷	مقدار لایه چربی زیر پوستی سینه‌ای (میلی متر)	۷
۶/۸۳ ± ۳/۳۴	۹/۷۴ ± ۸/۰۸	مقدار لایه چربی زیر پوستی تحت کتفی (میلی متر)	۸

جدول ۵.

شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای بیومکانیکی دو گروه

میانگین و انحراف استاندارد دو گروه		متغیرهای بیومکانیکی	ردیف
کاراته‌کاهای نخبه	غیر کاراته‌کاهای		
۳۱/۳۳ ± ۲/۰۹	۳۰/۴۳ ± ۲/۶۵	پهنای شانه (سانتی متر)	۱
۸۹/۹۹ ± ۶/۴۷	۹۱/۰۲ ± ۸/۳۹	محیط شانه (سانتی متر)	۲
۳۲/۲۶ ± ۱/۹	۳۲/۴۴ ± ۲/۴۴	محیط گردن (سانتی متر)	۳
۵۴/۷۹ ± ۱/۶۴	۵۴/۰۵ ± ۱/۸۸	محیط سر (سانتی متر)	۴
۱۷/۸۹ ± ۴/۴۵	۱۹/۶۵ ± ۴/۳۷	زاویه کیو (درجه)	۵
۶/۹۱ ± ۲/۷۶	۳/۲۷ ± ۲/۳	تعادل ایستا (ثانیه)	۶
۳۰/۹۷ ± ۴/۸	۲۷/۲۸ ± ۶/۲۲	انعطاف پذیری (سانتی متر)	۷
۳۷/۳۳ ± ۴/۰۵	۳۱/۲۳ ± ۶/۹۶	پرش سارجنت (سانتی متر)	۸
۶۴۴/۴۷ ± ۱۵۹/۶۹	۵۹۳/۷۳ ± ۱۲۵/۶۵	توان عضلات پا (کیلوگرم سانتی متر)	۹
۳۳/۰۵ ± ۹/۱۸	۲۳/۹ ± ۷/۲۸	قدرت مطلق پنجه دست (کیلوگرم)	۱۰
۰/۷ ± ۰/۱۴	۰/۵ ± ۰/۱۷	قدرت نسبی پنجه دست (کیلوگرم/وزن)	۱۱
۴۹/۶۳ ± ۷/۱۵	۳۶/۲ ± ۹/۱۲	دراز و نشست (تعداد در دقیقه)	۱۲
۲۵/۴۵ ± ۸/۴۶	۲۹/۷۹ ± ۷/۱۷	سرعت واکنش دست‌ها (سانتی متر)	۱۳
۱۳/۶ ± ۶/۸۷	۱۸/۹۸ ± ۵/۵۳	سرعت واکنش پاها (سانتی متر)	۱۴
۳/۲۶ ± ۰/۲۶	۳/۴۱ ± ۰/۳۴	بیسست متر سرعت (ثانیه)	۱۵
۱/۸۲ ± ۰/۱۵	۱/۷۸ ± ۰/۱۸	ده متر اول سرعت (ثانیه)	۱۶
۱/۴۳ ± ۰/۱۴	۱/۶۳ ± ۰/۲۲	ده متر دوم سرعت (ثانیه)	۱۷
۱۲/۶۸ ± ۰/۶۴	۱۴/۸۱ ± ۱/۶۱	چابکی (ثانیه)	۱۸
۰/۹۵ ± ۰/۰۵	۰/۸۲ ± ۰/۰۹	تعادل نیمه پویا	۱۹

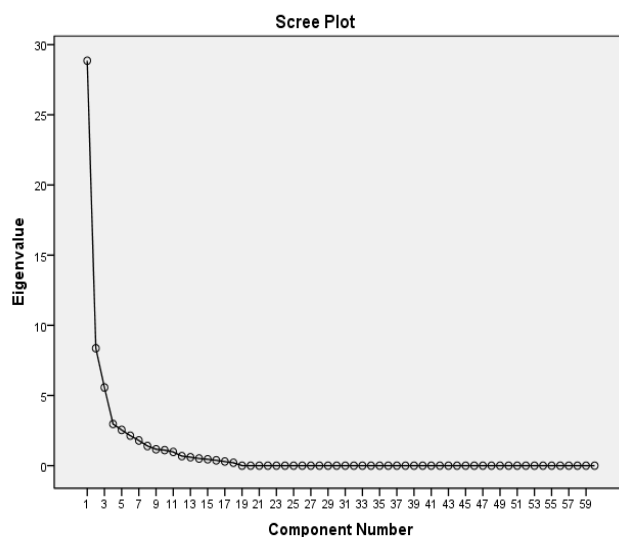
داده‌ها را در برمی‌گیرند. در واقع این ۱۰ عامل برجسته شده، مؤلفه‌های اصلی متغیرهای آنترپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نوجوان نخبه می‌باشند.

با توجه به نتایج به دست آمده برای کاراته‌کاهای نوجوان نخبه (جدول ۳، ۴، ۵ و شکل ۱) ۱۰ عامل برجسته شده است که ۹۳/۱۷۸ درصد از واریانس کل

جدول ۶.

درصد واریانس و مقادیر ویژه عامل‌ها (متغیرهای آنترپومتریکی و بیومکانیکی)

عامل (مؤلفه)	مقادیر ویژه اولیه			استخراج مجموع مربعات			چرخش مجموع مربعات		
	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی
۱	۲۸/۸۵۵	۴۸/۰۹۱	۴۸/۰۹۱	۲۸/۸۵۵	۴۸/۰۹۱	۴۸/۰۹۱	۱۹/۳۷۸	۳۲/۲۹۷	۳۲/۲۹۷
۲	۸/۳۶۴	۱۳/۹۳۹	۶۲/۰۳۱	۸/۳۶۴	۱۳/۹۳۹	۶۲/۰۳۱	۱۵/۳۰۱	۲۵/۵۰۲	۵۷/۸۰۰
۳	۵/۵۶۹	۹/۲۸۲	۷۱/۳۱۳	۵/۵۶۹	۹/۲۸۲	۷۱/۳۱۳	۵/۲۸۸	۸/۸۱۳	۶۶/۶۱۲
۴	۲/۹۶۸	۴/۹۴۶	۷۶/۲۵۹	۲/۹۶۸	۴/۹۴۶	۷۶/۲۵۹	۳/۰۸۳	۵/۱۳۹	۷۱/۷۵۱
۵	۲/۵۴۷	۴/۲۴۵	۸۰/۵۰۴	۲/۵۴۷	۴/۲۴۵	۸۰/۵۰۴	۲/۷۰۲	۴/۵۰۴	۷۶/۲۲۵
۶	۲/۱۳۵	۳/۵۵۸	۸۴/۰۶۲	۲/۱۳۵	۳/۵۵۸	۸۴/۰۶۲	۲/۳۷۳	۳/۹۹۵	۸۰/۲۱۰
۷	۱/۷۹۷	۲/۹۹۴	۸۷/۰۵۶	۱/۷۹۷	۲/۹۹۴	۸۷/۰۵۶	۲/۲۵۱	۳/۷۵۱	۸۳/۹۶۱
۸	۱/۴۰۱	۲/۳۳۴	۸۹/۳۹۱	۱/۴۰۱	۲/۳۳۴	۸۹/۳۹۱	۲/۱۸۰	۳/۶۳۴	۸۷/۵۹۵
۹	۱/۱۶۶	۱/۹۴۴	۹۱/۳۳۴	۱/۱۶۶	۱/۹۴۴	۹۱/۳۳۴	۱/۷۷۶	۲/۹۶۰	۹۰/۵۵۵
۱۰	۱/۱۰۶	۱/۸۴۴	۹۳/۱۷۸	۱/۱۰۶	۱/۸۴۴	۹۳/۱۷۸	۱/۵۷۴	۲/۶۲۳	۹۴/۱۷۸



شکل ۱. نمودار اسکری گراف برای تعیین تعداد عامل‌ها

جدول ۷.

ماتریس عاملی دوران یافته

ردیف	عامل آنترپومتریکی و بیومکانیکی	عامل									
		۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱	وزن	۰/۰۰۲	-۰/۰۱۵	۰/۰۶۵	-۰/۱۱۳	-۰/۰۰۴	۰/۰۱۴	۰/۰۳۷	۰/۰۹۰	۰/۵۶۲	۰/۸۰۶
۲	قد	۰/۰۳۲	۰/۰۵۲	-۰/۰۹۱	-۰/۰۶۵	-۰/۱۳۳	۰/۰۲۲	۰/۰۶۵	-۰/۱۴۹	-۰/۹۲۷	۰/۲۵۳
۳	شاخص توده بدنی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۵۰	۰/۱۱۲	۰/۰۹۹	۰/۰۲۴	۰/۰۱۲	-۰/۰۶۳	۰/۲۳۶	۰/۹۵۵
۴	قد نشسته	۰/۲۵۱	-۰/۰۴۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	-۰/۲۲۰	۰/۱۴۵	۰/۰۷۶	۰/۱۶۴	۰/۸۰۱	۰/۳۸۹
۵	طول کف پا	۰/۰۶۶	۰/۰۸۵	-۰/۰۱۷	-۰/۱۳۵	۰/۲۹۹	۰/۲۲۳	۰/۱۷۲	۰/۲۷۰	-۰/۷۲۷	۰/۳۴۱
۶	عرض کف پا	۰/۰۷۳	-۰/۱۳۷	-۰/۰۱۴	۰/۴۵۲	۰/۳۵۰	-۰/۲۷۰	-۰/۰۰۱	۰/۲۳۱	۰/۵۳۴	۰/۴۰۰
۷	پهنای مچ پا	۰/۰۶۴	۰/۱۰۶	۰/۱۷۷	-۰/۳۱۵	۰/۲۲۱	۰/۰۰۲	۰/۰۶۰۶	-۰/۰۲۶	۰/۳۸۰	۰/۴۲۱

۰/۰۰۱	۰/۸۰۳	۰/۱۹۱	۰/۰۴۹	۰/۰۴۰	۰/۲۵۲	۰/۰۳۸	۰/۲۰۳	۰/۳۹۸	۰/۰۹۴	۸	محیط مچ پا
-۰/۳۱۶	۰/۱۲۱	۰/۰۶۳	-۰/۱۴۸	-۰/۰۳۰	-۰/۱۳۳	۰/۰۳۴	۰/۰۵۸	۰/۸۳۵	۰/۳۲۲	۹	طول ساق پا
۰/۰۴۰	۰/۲۲۱	-۰/۱۵۵	۰/۱۰۵	۰/۱۴۱	-۰/۲۳۱	۰/۱۶۸	۰/۰۵۵	۰/۳۴۷	۰/۷۶۲	۱۰	محیط ساق پا
۰/۰۲۷	۰/۰۱۴	۰/۰۳۳	۰/۰۷۷	-۰/۱۹۰	-۰/۲۶۱	۰/۱۳۰	-۰/۱۶۰	۰/۲۰۴	۰/۸۹۰	۱۱	چربی زیرپوستی ساق
۰/۱۱۳	۰/۰۷۴	۰/۱۶۳	۰/۱۲۲	۰/۱۸۱	-۰/۵۰۴	۰/۳۸۳	-۰/۱۷۸	۰/۳۸۳	۰/۴۸۴	۱۲	پهنای زانو
۰/۰۲۳	۰/۱۲۴	-۰/۲۰۴	۰/۲۳۵	۰/۱۶۴	-۰/۱۳۲	۰/۳۹۲	-۰/۱۴۸	۰/۷۰۸	-۰/۰۰۵	۱۳	طول ران
۰/۰۱۵	۰/۰۴۲	۰/۱۳۰	۰/۰۴۹	۰/۰۴۵	-۰/۰۰۵	۰/۰۵۱	۰/۱۱۸	۰/۲۷۱	۰/۹۲۸	۱۴	محیط ران
-۰/۲۱۰	-۰/۰۲۳	-۰/۰۵۸	-۰/۰۵۱	-۰/۰۵۷	-۰/۲۴۶	۰/۰۵۹	-۰/۱۸۸	۰/۰۸۳	۰/۸۸۵	۱۵	چربی زیرپوستی ران
-۰/۰۳۲	-۰/۰۱۴	۰/۲۰۱	۰/۰۲۰	۰/۱۳۲	۰/۰۲۰	۰/۰۴۸	-۰/۰۳۲	۰/۳۹۸	۰/۸۵۵	۱۶	پهنای لگن
۰/۰۱۵	-۰/۰۸۰	۰/۱۴۰	۰/۰۶۷	-۰/۰۰۶	۰/۰۷۴	-۰/۱۶۲	۰/۰۸۸	۰/۳۷۴	۰/۸۸۵	۱۷	محیط لگن
-۰/۱۷۰	۰/۰۹۰	۰/۱۰۴	-۰/۰۴۲	-۰/۱۲۱	-۰/۰۲۵	۰/۱۱۵	۰/۰۵۶	۰/۸۹۸	۰/۳۱۷	۱۸	طول ظاهری پا
-۰/۲۸۱	۰/۱۸۴	۰/۰۹۷	-۰/۰۴۵	-۰/۰۰۹	-۰/۱۳۲	۰/۰۶۳	۰/۰۹۶	۰/۸۶۸	۰/۲۸۴	۱۹	طول حقیقی پا
-۰/۰۰۱	-۰/۰۱۸	۰/۰۳۴	۰/۰۶۷	۰/۰۶۸	-۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	-۰/۱۳۰	۰/۱۹۷	۰/۹۳۸	۲۰	چربی زیرپوستی فوق خاصه‌ای
-۰/۰۲۷	۰/۱۴۱	۰/۱۰۸	۰/۰۹۳	۰/۲۱۲	۰/۰۲۵	۰/۰۶۹	۰/۰۴۳	۰/۳۳۷	۰/۸۸۷	۲۱	محیط کمر
-۰/۰۷۷	۰/۵۴۲	-۰/۰۴۰	۰/۰۸۹	۰/۵۲۶	-۰/۰۸۳	۰/۵۴۸	-۰/۰۷۳	۰/۰۴۳	۰/۲۶۱	۲۲	نسبت دور کمر به لگن
۰/۰۰۶	۰/۰۷۷	-۰/۰۹۰	-۰/۰۶۱	-۰/۰۰۴	۰/۰۸۱	-۰/۰۴۵	-۰/۰۴۲	۰/۰۸۴	۰/۹۶۸	۲۳	چربی زیرپوستی شکم
۰/۰۴۰	۰/۰۷۸	-۰/۴۵۸	۰/۳۳۸	۰/۲۸۴	۰/۳۳۰	۰/۰۲۵	۰/۳۲۷	۰/۴۹۴	۰/۱۶۹	۲۴	طول کف دست
۰/۱۲۴	۰/۰۴۱	-۰/۰۰۷	۰/۴۲۳	۰/۲۷۱	۰/۲۰۸	۰/۰۰۸	۰/۲۹۹	۰/۷۰۹	۰/۲۲۹	۲۵	پهنای کف دست
۰/۲۲۹	۰/۰۳۹	۰/۱۱۲	۰/۱۵۳	۰/۱۰۰	۰/۳۹۱	۰/۱۲۷	۰/۲۲۷	۰/۶۸۷	۰/۳۱۶	۲۶	پهنای مچ دست
۰/۱۶۷	۰/۰۲۶	۰/۱۰۰	۰/۳۲۴	۰/۲۲۱	۰/۱۳۲	۰/۰۹۶	-۰/۰۶۳	۰/۶۰۳	۰/۵۸۳	۲۷	محیط مچ دست
۰/۰۳۶	-۰/۰۵۹	-۰/۲۳۹	۰/۱۳۴	-۰/۲۲۹	۰/۰۹۸	-۰/۰۶۰	۰/۰۳۹	۰/۸۱۴	۰/۲۸۶	۲۸	طول ساعد دست
۰/۱۰۶	۰/۲۰۱	۰/۱۳۸	۰/۲۳۶	-۰/۰۱۴	۰/۲۳۱	۰/۰۶۰	۰/۱۴۳	۰/۵۶۷	۰/۶۴۱	۲۹	محیط ساعد دست
۰/۱۶۱	-۰/۰۰۴	۰/۶۳۱	-۰/۰۰۳	۰/۱۴۰	۰/۰۱۵	۰/۳۰۵	۰/۰۱۳	۰/۵۲۸	۰/۲۱۵	۳۰	پهنای آرنج دست
-۰/۳۴۸	۰/۰۹۰	۰/۰۰۹	-۰/۱۹۰	۰/۱۱۲	-۰/۰۸۰	۰/۰۰۴	-۰/۰۴۱	۰/۷۹۷	۰/۳۵۶	۳۱	طول بازو
۰/۱۳۶	۰/۱۹۵	۰/۰۵۴	۰/۱۷۴	۰/۰۰۷	۰/۱۴۲	-۰/۱۰۰	۰/۱۸۸	۰/۳۱۰	۰/۸۵۲	۳۲	طول استراحتی بازو
۰/۱۱۰	۰/۱۲۹	۰/۰۶۴	۰/۲۵۲	۰/۰۹۵	۰/۱۷۴	-۰/۱۸۵	۰/۱۵۳	۰/۳۵۹	۰/۸۰۷	۳۳	طول انقباضی بازو
-۰/۱۰۰	۰/۰۹۷	-۰/۰۰۳	-۰/۰۹۷	-۰/۰۵۳	-۰/۱۲۹	-۰/۰۱۱	۰/۰۱۷	۰/۰۶۵	۰/۹۴۸	۳۴	چربی زیرپوستی سه سر بازویی
۰/۰۰۰	-۰/۰۸۸	-۰/۰۹۶	۰/۰۲۴	-۰/۰۸۶	-۰/۰۲۶	۰/۱۳۷	-۰/۱۰۴	۰/۱۱۲	۰/۹۴۶	۳۵	چربی زیرپوستی دو سر بازویی
-۰/۱۲۴	۰/۰۳۸	-۰/۰۲۴	۰/۰۴۰	۰/۱۳۸	۰/۰۶۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۱	۰/۸۸۷	۰/۳۶۶	۳۶	طول اندام فوقانی
-۰/۰۱۲	-۰/۰۱۹	-۰/۰۹۹	۰/۰۸۱	۰/۰۶۹	۰/۱۴۵	-۰/۱۳۶	۰/۱۷۷	۰/۸۶۴	۰/۳۰۹	۳۷	طول گستره دست‌ها
-۰/۱۰۸	-۰/۱۰۴	۰/۲۷۰	۰/۱۹۴	۰/۰۱۴	۰/۱۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۲۸	۰/۲۱۶	۰/۸۲۹	۳۸	پهنای سینه
-۰/۰۱۴	۰/۱۰۵	۰/۱۳۷	۰/۷۶۶	-۰/۰۹۳	۰/۰۰۶	-۰/۱۲۴	۰/۱۹۴	-۰/۰۲۵	۰/۴۵۹	۳۹	محیط سینه
-۰/۱۰۰	-۰/۰۵۰	۰/۰۰۸	-۰/۰۷۱	-۰/۰۴۷	-۰/۰۴۹	۰/۰۶۸	-۰/۰۵۳	۰/۰۹۴	۰/۹۷۶	۴۰	چربی زیرپوستی سینه‌ای
-۰/۰۹۷	-۰/۱۶۴	-۰/۰۴۶	۰/۴۰۷	-۰/۰۲۰	-۰/۰۵۵	۰/۱۴۲	-۰/۰۰۵	۰/۲۴۸	۰/۹۱۶	۴۱	چربی زیرپوستی تحت کتفی
-۰/۱۸۰	-۰/۰۸۷	-۰/۲۲۱	-۰/۰۰۶	۰/۳۶۴	-۰/۰۸۹	-۰/۱۶۷	۰/۲۰۱	۰/۶۳۴	۰/۴۴۲	۴۲	پهنای شانه
-۰/۱۴۷	-۰/۰۲۳	۰/۰۶۷	۰/۱۵۸	۰/۱۶۸	۰/۰۶۶	-۰/۰۹۸	۰/۲۸۸	۰/۵۴۸	۰/۶۹۱	۴۳	محیط شانه
۰/۰۴۸	۰/۰۶۹	-۰/۰۶۸	۰/۱۵۴	-۰/۱۱۶	-۰/۱۰۰	-۰/۲۹۸	۰/۱۴۹	۰/۶۷۴	۰/۵۸۴	۴۴	محیط گردن



۰/۳۰۴	۰/۲۱۱	۰/۳۸۷	-۰/۲۰۹	-۰/۰۸۰	۰/۰۲۷	-۰/۱۷۴	۰/۳۱۴	۰/۶۳۰	۰/۱۹۵	محیط سر	۴۵
-۰/۱۴۲	۰/۰۲۴	-۰/۱۱۵	-۰/۰۲۰	-۰/۶۸۹	۰/۰۳۲	-۰/۲۳۸	۰/۴۳۷	۰/۱۲۵	۰/۲۱۱	زاویه کیو	۴۶
-۰/۱۹۱	-۰/۱۶۳	۰/۰۴۹	۰/۱۰۴	۰/۰۲۴	۰/۰۶۲	۰/۹۱۸	-۰/۱۳۴	-۰/۰۱۶	۰/۰۹۸	تعادل ایستا	۴۷
-۰/۰۲۵	-۰/۲۷۷	۰/۱۱۴	۰/۲۷۸	-۰/۰۴۸	۰/۲۸۱	-۰/۶۶۶	۰/۱۱۳	۰/۰۳۴	۰/۱۸۲	انعطاف پذیری	۴۸
۰/۱۴۲	۰/۱۹۱	-۰/۰۹۶	۰/۱۳۵	-۰/۰۳۹	۰/۰۲۹	۰/۰۷۱	۰/۹۰۳	۰/۲۱۱	۰/۰۶۳	پرش سارجنت	۴۹
۰/۰۲۰	۰/۰۳۱	۰/۰۳۳	۰/۱۳۶	-۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۴۲	۰/۲۶۴	۰/۵۷۴	۰/۷۵۶	توان عضلات پا	۵۰
۰/۰۱۳	۰/۱۴۸	۰/۰۹۵	۰/۰۸۹	-۰/۰۶۷	۰/۵۹۷	-۰/۱۰۶	۰/۲۸۰	۰/۶۲۱	۰/۲۹۷	قدرت مطلق پنجه دست	۵۱
۰/۰۶۲	۰/۱۱۵	۰/۱۱۰	-۰/۰۱۷	-۰/۰۶۵	۰/۸۳۹	-۰/۰۶۴	۰/۲۳۲	۰/۲۱۲	-۰/۲۷۸	قدرت نسبی پنجه دست	۵۲
-۰/۰۱۷	-۰/۰۳۷	۰/۴۲۶	۰/۲۰۲	-۰/۱۰۳	-۰/۱۶۷	۰/۰۷۷	۰/۳۲۶	-۰/۶۴۸	۰/۱۸۶	درازنشست	۵۳
-۰/۱۹۱	-۰/۳۷۷	-۰/۰۹۷	-۰/۳۵۰	۰/۱۸۴	۰/۳۱۳	۰/۰۲۷	-۰/۳۰۹	-۰/۴۴۹	-۰/۱۹۹	سرعت واکنش دست‌ها	۵۴
-۰/۰۵۰	-۰/۲۳۳	-۰/۷۴۹	-۰/۱۹۸	-۰/۰۴۵	-۰/۲۳۱	۰/۱۲۳	۰/۲۴۴	۰/۲۶۵	-۰/۲۲۱	سرعت واکنش پاها	۵۵
۰/۰۳۶	-۰/۰۰۷	۰/۰۱۵	-۰/۰۲۶	۰/۰۴۲	-۰/۱۳۹	۰/۱۴۳	-۰/۹۵۱	-۰/۱۵۲	۰/۰۵۸	بیست متر سرعت	۵۶
۰/۰۶۸	-۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۲۷۷	۰/۰۶۲	-۰/۰۱۵	-۰/۸۵۷	-۰/۱۱۱	۰/۱۸۱	ده متر اول سرعت	۵۷
-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۵	۰/۰۱۷	-۰/۰۷۶	-۰/۲۰۷	-۰/۳۱۳	۰/۲۷۳	-۰/۸۳۴	-۰/۱۶۰	-۰/۰۸۰	ده متر دوم سرعت	۵۸
-۰/۱۸۲	۰/۱۲۲	-۰/۰۳۱	-۰/۱۷۲	۰/۶۰۴	-۰/۱۰۳	۰/۰۷۳	-۰/۶۱۱	۰/۱۰۸	۰/۰۸۲	چابکی	۵۹
۰/۷۵۳	۰/۰۲۰	۰/۱۶۵	۰/۰۲۱	۰/۰۲۹	۰/۰۳۵	-۰/۲۷۸	۰/۰۸۴	-۰/۴۴۰	-۰/۲۹۹	تعادل نیمه پویا	۶۰

جدول ۸.

متغیرهای استخراجی اصلی

ردیف	عامل اصلی	عامل (مؤلفه)																		
		۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱									
۱	لایه چربی زیرپوستی سینه‌ای									۰/۹۷۶										
۲	قد										۰/۹۲۷									
۳	پرش سارجنت											۰/۹۰۳								
۴	تعادل ایستا												۰/۹۱۸							
۵	قدرت نسبی پنجه دست													۰/۸۳۹						
۶	محیط سینه														۰/۷۶۶					
۷	محیط مچ پا															۰/۸۰۳				
۸	تعادل نیمه پویا																۰/۷۵۳			
۹	لایه چربی زیرپوستی شکم																			۰/۹۶۸
۱۰	طول ظاهری پا																			۰/۸۹۸

بالا از هر يك از مؤلفه‌ها استخراج می‌شود و در جدول (۸) ارائه می‌گردد. با توجه به جدول (۸) مهم‌ترین متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نوجوان نخبه به ترتیب چربی زیرپوستی سینه‌ای، قد، پرش سارجنت، تعادل ایستا، قدرت نسبی پنجه دست، محیط سینه، محیط مچ پا، تعادل نیمه پویا، چربی زیرپوستی شکم و طول ظاهری پا می‌باشد.

ملاک کایزر بیان می‌کند متغیری که بار عاملی کمتر از ۰/۶ داشته باشد ارزش عامل شدن ندارد و باید از عامل حذف گردد (۵). ولی بیشتر تحقیقات بیومکانیکی بار عاملی کمتر از ۰/۷ را حذف می‌کنند (۱۷، ۱۸). بنابراین ما در این تحقیق متغیرهایی را که بار عاملی کمتر از ۰/۷ دارند را حذف می‌نماییم.

از جدول (۷) متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی اصلی با بار عاملی

## بحث

اهداف از تحقیق حاضر آنالیز مؤلفه‌های اصلی متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نوجوان نخبه می‌باشد. نتایج تحقیق نشان داد که مهم‌ترین متغیرهای آنتروپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نوجوان نخبه به ترتیب چربی زیرپوستی سینه‌ای، قد، پرش سارجنت (اندازه‌گیری توان انفجاری)، تعادل ایستا، قدرت نسبی پنجه دست، محیط سینه، محیط مچ پا، تعادل نیمه پویا، چربی زیرپوستی شکم و طول ظاهری پا می‌باشد.

فقدان تحقیقات مشابه در کاراته از یک طرف و یکسان نبودن نحوه اجرا و نوع آزمون در محدوده مطالعات انجام شده از طرف دیگر، موجب شده تا امکان مقایسه مستقیم نتایج این تحقیق با دیگر تحقیقات فراهم نباشد. در ورزش کاراته، به دلیل اهمیت توان انفجاری، مقدار لایه چربی اضافی عامل محدودکننده اجرا به شمار می‌رود (۱۹). تمرینات شدید، سنگین و دراز مدت بدنی کاراته‌کاهای نخبه که در اکثر موارد نوعی بیش‌ترینی محسوب می‌شود و عواملی همچون کم‌خوابی، کم‌اشتهایی و افزایش میزان سوخت و ساز پایه بدن را به بار می‌آورد که این خود در دراز مدت یکی از عوامل مهم کاهش مقدار لایه چربی در بدن محسوب می‌شود (۲۰). مقدار لایه چربی زیر پوستی و درصد چربی بدن از عوامل ایجاد تفاوت میان ویژگی‌های آنتروپومتریکی ورزشکاران نخبه و غیر نخبه می‌باشند. مطالعات مختلف، کاراته‌کاهای دارای مقدار لایه چربی بدنی پایین و تیب بدنی برخوردار از عدد اکتومورفی بزرگ معرفی نموده‌اند (۲۱، ۲۲، ۲۳) که به نظر می‌رسد، مقدار لایه چربی زیر پوستی زیاد بر موفقیت کاراته‌کاهای اثر منفی دارد و می‌تواند عاملی بازدارنده برای دستیابی به اوج اجرای ورزشی باشد. به نظر می‌رسد از آنجایی که در کمیته تعداد ضربات دست بیشتر از پا می‌باشد (۲۴)، پس اندام فوقانی نقش به‌سزایی را در امتیاز گرفتن ایفا می‌نماید، همچنین با توجه به ماهیت این رشته و ضرباتی که رد و بدل می‌شود، کاراته‌کاهای نخبه باید از مقدار لایه چربی شکمی کمتری برخوردار باشند. لذا برای این که کاراته‌کاهای نخبه به این هدف برسند بایستی بسیاری از تمریناتشان را بر روی این نقاط متمرکز کنند، پس باید از مقدار لایه چربی کمتری در این نقاط (لایه چربی زیر پوستی شکمی و سینه‌ای) برخوردار باشند.

پژوهشگران وجود اختلاف میان درصد چربی و مقدار لایه چربی زیر پوستی ورزشکاران نخبه و غیر نخبه را گزارش نموده‌اند (۲۵، ۲۵). به‌منظور توضیح این یافته اغلب به تفاوت در نوع و شدت تمرینات

افراد نخبه و غیر نخبه اشاره شده است (۲۵، ۲۶). در این راستا توجه به این نکته ضروری است که در ورزش کاراته قدرت عضلانی نقش اساسی در اجرای فنون دارد. بیشتر بودن بافت چربی به معنی کاهش نسبی بافت فعال (عضله) به بافت غیرفعال (چربی) است که فقط جرم اندام را سنگین‌تر می‌کند؛ قدرت عضلانی ناکافی موجب کاهش کارایی و خستگی عضلانی و در نتیجه افزایش خطا در اجرای صحیح و کامل فنون شده و باعث افزایش خطر بروز آسیب‌دیدگی شود (۲۷). مقدار پایین لایه چربی اندام در تحقق سطوح بالای کارایی حرکتی نقش مهمی را ایفا می‌کند. مطالعات متعدد از ارتباط مستقیم و معکوس میان مقدار لایه چربی اندام با فاکتورهایی نظیر توان و چابکی حکایت دارد (۱۹). به‌ویژه در فعالیت‌هایی مانند مبارزات کاراته که ماهیتی درگیرانه دارد؛ کمتر بودن مقدار لایه چربی می‌تواند موجب بهبود اجرای ورزشی کاراته‌کاهای شود. در این راستا Gao در پژوهشی نشان داد که درصد پایین چربی بدن عامل مؤثری در عملکرد موفق رزمی کاران است (۱۹).

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که متغیر قد و طول ظاهری پا از جمله متغیرهای اساسی به شمار می‌رود. کاراته از جمله ورزش‌هایی است که در آن، تنوع تکنیکی زیادی وجود دارد. وجود انواع تکنیک‌های تهاجمی و تدافعی که با استفاده از اندام فوقانی و تحتانی اجرا می‌شود و هدف‌گذاری بخش‌های مختلف بدن جهت ورود ضربات باعث شده است تا طول اندام به‌عنوان یکی دیگر از فاکتورهای آنتروپومتریکی مورد توجه قرار گیرد (۲۸، ۲۸). از منظر بیومکانیکی بلندتر بودن طول اندام، خصوصاً اندام پایین‌تنه (به لحاظ ماهیت سبک ضربات پایین‌تنه از امتیازات بیشتری برخوردارند) موجب می‌شود که بازوی محرک اهرم بلندتر گردد و در نتیجه، میزان گشتاور افزایش یابد و ورزشکار نیروی بیشتری را برای ضربه زدن به حریف تولید نماید (۱۱). بنابراین طول اندام عاملی مهم و مؤثر بر عملکرد ورزشی کاراته‌کاهای خواهد بود. در واقع کشیده‌تر بودن اندام (قد و طول ظاهری پا) باعث می‌شود هنگام کاربرد ضربات دست و پا علیه حریف، گشتاور نیروی بیشتری انتقال یابد. این مسئله به‌ویژه برای کاراته‌کاهای سبک‌های کنترلی، مزیتی اساسی محسوب می‌شود زیرا در این سبک‌ها استفاده از ضربات دست و پا اهمیت ویژه‌ای در موفقیت کاراته‌کا دارد (۲۹).

در مورد متغیرهای محیط سینه و محیط مچ پا، محقق موفق به یافتن پژوهشی که این عامل را در کاراته‌کاهای بررسی نموده باشد، نگردید. محیط سینه در رشته ورزشی کاراته یکی از نقاطی است که توسط حریف در مبارزات مورد هدف قرار می‌گیرد؛ بنابراین داشتن محیط

امتیاز یک مزیت به شمار می‌آید، که این مورد می‌تواند اهمیت توان انفجاری عضلات پا را در رشته‌ی کاراته سبک‌های کنترلی دو چندان نماید.

در کاراته، تعادل یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در اجرای ماهرانه به شمار می‌رود (۳۵، ۳۶). در بسیاری از رشته‌های رزمی از جمله کاراته، ورزشکار باید برای اجرای بسیاری از ضربات، مرکز ثقل خود را روی یک پا حفظ نماید و نداشتن تعادل مناسب، به آسانی باعث سرنگون شدن او می‌شود که این امر، عملکردش را مختل خواهد ساخت (۳۷). این نکته در رشته ورزشی کاراته با توجه به قوانین مسابقات از اهمیت بیشتری نسبت به بقیه رشته‌های رزمی برخوردار است. با توجه به قوانین مسابقات کاراته، کمیته‌کاران برای اینکه بتوانند در مسابقه امتیاز بگیرند باید ضربات خود را به صورت کنترلی وارد نمایند و همچنین ضربه وارد شده را با سرعت و همراه با حفظ تعادل اجرا نمایند (اندامی را که هنگام اجرای ضربه به سمت حریف هدایت کرده بلافاصله و با حفظ تعادل به وضعیت قبل بازگرداند).

ارزیابی قدرت پنجه‌های دست، از آزمون‌های متداول در رشته کاراته است (۳۸). برخی پژوهش‌ها از وجود همبستگی مثبت میان قدرت گرفتن دست با طول و پهنای دست حکایت دارد (۳۹). به‌طور کلی از نظر اصول فیزیولوژی و بیومکانیکی هر چه سطح مقطع عضله یا گروه عضلانی بیشتر شود عضله نیروی بیشتری تولید می‌کند و در نتیجه نیروی انقباض آن افزایش می‌یابد. در واقع به موازات افزایش طول استخوان‌ها، عضلات نیز طویل‌تر (برخورداری از بازوی اهرمی بهتر در عضلات برای تولید نیروی انقباضی بیشتر) خواهند شد. از طرف دیگر به موازات افزایش در ابعاد اندام‌ها و متناسب با آن قطر عضلات، قدرت انقباضی عضلات نیز بالا می‌رود (۳۹). لذا در این پژوهش داشتن قد و اندامی بلند و پهنای دست بزرگ‌تر برای کاراته‌کاهای نخبه به دلیل این که از بازوی اهرمی بهتر در عضلات (خصوصاً دست‌ها) برای تولید نیروی انقباضی بیشتر جهت ضربه زدن به حریف برخوردارند؛ می‌تواند دلیلی بر اهمیت قدرت نسبی پنجه دست در کاراته‌کاهای نخبه باشد.

## نتیجه‌گیری نهایی

نتایج تحقیق نشان داد که مهم‌ترین متغیرهای آنترپومتریکی و بیومکانیکی کاراته‌کاهای نوجوان نخبه چربی زیرپوستی سینه‌ای، قد، پرش سارجنت، تعادل ایستا، قدرت نسبی پنجه دست، محیط سینه، محیط میچ پا، تعادل

سینه‌ای کمتر یک مزیت برای ورزشکاران نخبه‌ی این رشته به شمار می‌رود و برخورداری از این امتیاز مثبت از دادن امتیازات بیشتر به حریف جلوگیری می‌کند.

قانون وُلف بیان می‌کند استخوان‌های یک انسان یا حیوان سالم خود را با میزان فشار و باری که بر آن‌ها تحمیل می‌شود سازگار می‌کنند. با کاهش فشار بر استخوان‌ها، آن‌ها نیز در طول زمان ضعیف‌تر و باریک‌تر می‌شوند (۳۰). همان‌طور که پیداست عضله مهم‌ترین رابط بین نیرو و استخوان است، این بدان معنا است که اگر نیرویی به بدن وارد شود؛ مهم‌ترین منبع جذب نیرو در بدن عضله است. همچنین اگر عضله نیرو را خوب جذب نماید به ساختارهای دیگر فشار کمتر وارد شده و آسیب‌دیدگی ساختارهایی از جمله رباط و استخوان کمتر است (۳۱). به نظر محقق از آن جایی که در کاراته‌کاهای کومیته‌کار نخبه عضلات در جذب نیرو به خوبی فعال هستند (کاراته‌کاهای از عضلات قدرتمندی برخوردارند) لذا به ساختار استخوانی فشار کمتری وارد می‌شود و همچنین چون آن‌ها با توجه به ماهیت رشته نیاز به جابجایی‌های سریع‌تری دارند پس تعادل بهتر و نیاز به سطح اتکای کمتری (سطح مفصلی میچ پا) دارند و در نتیجه محیط میچ پای آن‌ها از ضخامت و حجم کمتری برخوردار است (۵). لذا این موضوع می‌تواند توجیهی بر محیط و ضخامت باریک‌تر میچ پای کاراته‌کاهای کومیته نخبه باشد. لازم به ذکر است که این قضیه در کاراته‌کاهای کاتا کار نخبه می‌تواند کاملاً برعکس باشد.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که متغیر توان انفجاری عضلات پا از جمله متغیرهای اساسی در کاراته‌کاهای نوجوانان نخبه به شمار می‌رود. کاراته ورزشی است که از ماهیت بی‌هوازی بیشتری برخوردار است. نیاز بالای ورزش کاراته به سیستم بی‌هوازی، اهمیت توان بی‌هوازی در این رشته را مشخص می‌کند و به همین علت، بیشترین حجم تمرینات جسمانی در ورزش کاراته، بر فعالیت‌های بی‌هوازی متمرکز شده است (۱۹، ۳۲). در اکثر تحقیقات انجام شده، ظرفیت و توان بی‌هوازی ورزشکاران رشته‌های رزمی از جمله کاراته در حد بالا گزارش شده است (۱۹، ۳۳). در واقع، اهمیت آمادگی بی‌هوازی، به دلیل تأثیر آن بر اجرای حرکات سریع، استقامت در توان و عملکرد خوب با وجود بالا بودن سطح اسید لاکتیک است (۳۴). Izadi و Arazi بیان نمودند که بیشتر حرکات و ضربات در کاراته به صورت انفجاری صورت می‌گیرد (۶). در رشته کاراته سبک‌های کنترلی، هر کاراته‌کایی که ضربه‌ی خود را سریع‌تر به حریف برساند امتیاز می‌گیرد؛ لذا به نظر می‌رسد، به همین دلیل توان انفجاری عضلات پا در استارت اولیه برای رساندن سریع‌تر ضربات دست و پا و همچنین گرفتن

گرفتند. شاید بتوان با توجه به نتایج این پژوهش فاکتورهای شاخصی را در این رشته در سطح کشور معرفی نمود و از این فاکتورها برای توسعه رشته کاراته به ویژه در پستوانه سازی برای تیم‌های ملی بهره برد.

نیمه پویا، چربی زیرپوستی شکم و طول ظاهری پا می‌باشد و همچنین پرش سارجنت، تعادل ایستا، قدرت نسبی پنجه دست و تعادل نیمه پویا متغیرهای بیومکانیکی بسیار مهمی بودند که اکثر تحقیقات آن‌ها را نادیده

## References

1. Vaeyens R, Lenoir M, Williams M, Philippaerts R. Talent Identification and Development Programmes in Sport Current Models and Future Directions. *Sports Med.* 2008;38(9):703-14.
2. Williams AM, Reilly T. Talent identification and development in soccer. *J Sport Sci.* 2000;18(9):657-67.
3. Durand-Bush N, Salmela JH. The development of talent in sport. 2nd edition, New York: In: Singer RN, Hausenblas HA, Janelle CM, editors; 2001:269-89.
4. Cabral BGAT, Cabral SAT, de Miranda HF, Dantas PMS, Reis VM. Discriminant effect of morphology and range of attack on the performance level of volleyball players. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2011;13(3):223-9.
5. Naghibi SE. Designing, reliability and validity assessment modeling talent karate athletes Based on artificial intelligence algorithms. M.S.D Thesis, BU-Ali-Sina University, Department of Physical Education and Sport Science, 2013:2-17.
6. Arazi H, Izadi M. Physical and physiological profile of Iranian world-class karate athletes. *Biomedical Human Kinetics.* 2017 Feb 23;9(1):115-23.
7. Rasouli SH, Jafari A, Bagheri SKh. The Comparison of some Anthropometric, Motor and Physical Fitness Features of Iran and Pakistan National Karate Athletes. *Journal of Sport medicine and physical fitness.* 2014;1(2):81-94.
8. Sahebozamani M, Beyranvand R. A review of injury assessment in Iranian martial artists: Systematic review. *J Rehab Med.* 2016;5(2):235-48.
9. Zarrouk N, Hammouda O, Latiri I, Adala H, Bouhleb E, Rebai H, Dogui M. Ramadan fasting does not adversely affect neuromuscular performances and reaction times in trained karate athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2016;13(1):1-10.
10. Vieten M. Application of biomechanics in martial art training. 2008;554-64.
11. Mousavi-Nezhad MH, Farhadi H. A comparison of anthropometric and physiological characteristics of Elite cycling and karate athletes. *Scholars Research Library.* 2012;3(1):628-31.
12. Sanchez-Puccini MB, Argothy-Bucheli RE, Meneses-Echavez JF, Lopez-Alban CA, Ramirez-Velez R. Anthropometric and Physical Fitness Characterization of Male Elite Karate Athletes. *Int. J. Morphol.* 2014;32(3):1026-31.
13. Giampetro M, Pujia A, Bertini I. Anthropometric features and body composition of young athletes practicing karate a high and medium competitive level. *Acta Diabetol.* 2003;40:145-48.
14. Kazemi M, Perri G, Soave D. A Profile of 2008 olympic taekwondo competitors. *journal of sport science and medicine.* 2010;54(4):243-9.
15. Simonović Z, Bubanj S, Projojić A, Kozomara G, Bubanj R. Differences in motor abilities between karate athletes and non-athletes. *Sport Scientific & Practical Aspects.* 2011 Jun 1;8(1).
16. Shuangyan Y, Zhihui L, Zhenyu H, Yiu-ming Ch, Yang L. Joint sparse principal component analysis. *Pattern Recognition.* 2017;61: 524-536.
17. Sadeghi H, Prince F, Zabjek KF, Allard P. Sagittal hip muscle power during walking in old and young men. *J Aging Phys Activity.* 2001;9:172-83.
18. Sadeghi H. Local or global asymmetry in gait of people without impairments. *Gait and Posture.* 2003;17(3):197- 204.
19. Shan G, Evans J, Chang ST. Development of a real-time bio-feedback tool for martial arts coaching practice. In *ISBS-Conference Proceedings Archive 2016 May 5 (Vol. 33, No. 1).*
20. ZilaeiBouri Sh, Khedri A, Ahangar pour A, ZilaeiBouri M. Comparing the Effects of Aerobic Exercises of High and Moderate Intensity on Serum Leptin Levels and Capacity of Fat Oxidation among Young Obese Girls. *Journal of Fasa University of Medical Sciences.* 2013;3(1):81-7.
21. Fritzsche J, Raschka C. Sports anthropological investigations on somatotypology of elite karateka. *Anthropol Anz.* 2007;65(3):317-29.
22. Chaabène H, Hachana Y, Franchini E, Mkaouer B, Chamari K. Physical and Physiological Profile of Elite Karate Athletes. *Sports Medicine.* 2012;42(10):829-43.
23. Jukic J. Gender Differentiations of Some Anthropological Characteristics of Karate Players – Cadets. *Coll. Antropol.* 2015;1(39):83-94.
24. Aziziyani S. Comparison of type injuries and injured organs in female martial arts elite. M.S.D Thesis, Imam Reza International

- University, 2014:66-83.
25. Shakiri K, Zaborski B, Sylejmani B, Kostovski Ž. Differences in the morphological characteristics with athletes and non athletes at the age of 16-18 years. 2015;8(2):8-10.
26. Chaabene H, Hachana Y, Franchini E, Tabben M, Mkaouer B, Negra Y, Hammami M, et al. Criterion Related Validity of Karate Specific Aerobic Test (KSAT). *Asian J Sports Med.* 2015;Sep;6(3):e23807.
27. Shojaedin SS, Mahmoodkhani MR. Biometric parameters associated with injury in elite martial arts athletes and preventive strategies. *Research in Rehabilitation Sciences.* 2013;9(2):243-52.
28. Khanzadeh S, Sadeghi H, Choghagalani SK, Hoseynpour S. Muscle stimulation timing while implementing Ura Mawashi Geri in Iranian elite women. *Journal of Human Sport and Exercise.* 2015;10:677- 86.
29. Macan J, Bundalo-Vrbanac D, Romc G. Effects of the new karate rules on the incidence and distribution of injuries. *Br J Sports Med.* 2006;40(4):326-30.
30. Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *The Angle orthodontist.* 1994;64(3):175-88.
31. Winter DA. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement.* 2009, (Fourth Edition).
32. Chaabene H, Hachana Y, Franchini E, Mkaouer B, Chamari K. Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Int. J Sports Med.* 2012;1(10):829-43.
33. Koropanovski N, Berjan B, Bozic P, Pazin N, Sanader A, Jovanovic S, et al. Anthropometric and Physical Performance Profiles of Elite Karate Kumite and Kata Competitors. *Journal of Human Kinetics.* 2011;30(1):107-14.
34. Sheikh M, Shahbazi M, Amini A, Gholamalizadeh R. Current Talent Identification Models, Development of a New Model for Karate in Iran Based on Physical and Mental Readiness. *Journal of Development & Motor Learning.* 2010;2(4):45-56.
35. Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *Journal of athletic training.* 2002;37(2):129-32.
36. Pirani MA, Miri H, Hemayattalab R, Dabagh Nikookheslat S, Haidari moghadam R, Khoshdast M, et al. Comparison between balance and reaction time in Iranian elite Karate athletes. *Journal of Research in Sport Rehabilitation.* 2014;1(2):49-57.
37. Arab Ameri E, Dehkhoda MR, Taheri M, Sayyah M. Determining the index profile talent in the field of Taekwondo (women) Iran. *Sport Management Studies.* 2011;3(12):27-42.
38. Lermakov SS, Podrigalo LV, Jagiello W. Hand-grip strength as an indicator for predicting the success in martial arts athletes. *Arch Budo.* 2016;12:179-86.
39. Jalili M. anthropometry and hand grip strength. *MCIJ.* 2007;26(3):330-6

## Principal Component Analysis of Anthropometric and Biomechanical Variables in Adolescent Elite Karateka Athletes

### Abstract

Received: Dec. 29, 2016 Accepted: Oct. 8, 2017

Seyed Ehsan Naghibi\*<sup>1</sup>,  
Mehrdad Anbarian<sup>2</sup>,  
Mohammad yousefi<sup>3</sup>,  
Elham Shirzad Araghi<sup>4</sup>,  
Saeedeh Azizian<sup>2</sup>,

1. Department of Sport Biomechanics, Shandiz Institute of Higher Education, Mashhad, Iran.

2. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Sports Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran.

3. Department of Sport Biomechanics, Kharazmi University, Tehran, Iran.

4. Department of Sport Biomechanics, Health & Sports Medicine, Tehran, Tehran, Iran.

5. Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Shandiz Institute of Higher Education, Mashhad, Iran

**Objective:** Despite the importance of identifying people susceptible to sports, there is little documentation and studies related to karate talent identification. The purpose of this study was principal component analysis of anthropometric and biomechanical variables in adolescent elite karateka athletes.

**Methods:** Subjects divided to adolescent elite karateka athletes (n = 19) and non-karateka athletes adolescent (n=20) by convenience sampling method. Based on the previous literature, some biomechanical and anthropometric variables including subcutaneous layeres, circumference and length of the limbs, limb velocity, agility, balance and strength of the limbs was selected and measured. The principal component analysis (PCA) was performed to reduce the number of variables and identify the principal component Analysis anthropometric and biomechanical variables.

**Results:** The results of this study showed that the most important anthropometric and biomechanical variables of adolescent elite karate athletes were thoracic subcutaneous fat, height, Sarjent jumping, static balance, handgrip relative strength, chest circumference, ankle circumference, dynamic balance, abdominal subcutaneous fat and apparent leg length.

**Conclusion:** According to the results of the present study, the extracted anthropometric and biomechanical characteristics can be used for identifying the talent karateka athletes.

**Keywords:** Talent identification, Karate, Biometric, Adolescent

\* Corresponding author:  
Department of Sport Biomechanics,  
Shandiz Institute of Higher Education,  
Mashhad, Iran.  
Tel: 09153234677  
Email: s.e.naghibi@gmail.com

دکتر الهام شیرزاد عراقی، استادیار دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، دارای دکترای تخصصی مهندسی پزشکی ورزشی در سال ۱۳۸۵ از دانشگاه صنعتی امیرکبیر می‌باشد. زمینه تحقیقاتی مورد علاقه‌ی ایشان: آسیب‌های اندام تحتانی خصوصاً در ورزشکاران



نخبه می‌باشد. ایشان دارای یک کتاب تألیفی: انتشارات کمیته ملی المپیک و ۲ کتاب ترجمه: انتشارات حتمی و آوند دانش و همچنین ارائه بیش از ۲۰ مقاله در کنفرانس‌های داخلی و بین‌المللی و چاپ بالغ بر ۴۰ مقاله در مجلات علمی-پژوهشی داخلی و مجلات خارجی می‌باشد.

خانم سعیده عزیزیان، دارای مدرک کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه بین‌المللی امام رضا مشهد و عضو هیئت‌علمی موسسه آموزش عالی شانندیز می‌باشد. زمینه تحقیقاتی مورد علاقه ایشان بررسی و میزان آسیب‌های



ورزشکاران رزمی کار نخبه می‌باشد. ایشان دارای یک مقاله ارائه شده در همایش داخلی و دارای دو کتاب تألیفی: انتشارات راشدین است.

آقای سید احسان نقیعی، دارای مدرک کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه بوعلی سینا همدان و عضو هیئت‌علمی موسسه آموزش عالی شانندیز می‌باشد. زمینه تحقیقاتی مورد علاقه ایشان استعدادیابی با روش‌های PCA و شبکه عصبی



می‌باشد. ایشان دارای بیش از ۵ مقاله ارائه و چاپ شده در همایش‌ها و مجلات داخلی و دارای دو کتاب تألیفی: انتشارات راشدین و همچنین یک طرح ملی است.

آقای دکتر مهرداد عنبریان، استاد دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا، دارای مدرک دکترای تخصصی بیومکانیک ورزشی در سال ۲۰۰۵ میلادی از دانشگاه مونترال کانادا می‌باشد. زمینه تحقیقاتی مورد علاقه‌ی ایشان: بیومکانیک اندام تحتانی



و نقش دفورمیتی‌های ساختاری پا در حرکات انسان می‌باشد. ایشان دارای ۲ کتاب تألیفی: انتشارات دانشگاه پیام نور و یک کتاب ترجمه: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا و ارائه بیش از ۵۰ مقاله در کنفرانس‌های داخلی و بین‌المللی و چاپ بالغ بر ۴۰ مقاله در مجلات علمی-پژوهشی داخلی و مجلات خارجی می‌باشد.

آقای دکتر محمد یوسفی، دارای دکترای تخصصی بیومکانیک ورزشی در سال ۱۳۹۶ از دانشگاه خوارزمی تهران می‌باشد. زمینه تحقیقاتی مورد علاقه ایشان: اغتشاش و آنالیز بیومکانیکی راه رفتن در افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، پردازش سیگنال‌های حیاتی



و پردازش تصاویر پزشکی می‌باشد، ایشان دارای بیش از ۳۰ مقاله علمی-پژوهشی، ISI و کنفرانسی و دارای چندین ثبت اختراع در زمینه ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی می‌باشد.