

## مقایسه متغیرهای منتخب کینماتیکی استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن شناگران پسر نخبه

### چکیده

دریافت: ۱۳۹۶/۹/۲۴ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰

محمدفاضل صباغی<sup>۱</sup>، مسعود میرمعزی<sup>۲\*</sup>، پرستو محمدیان<sup>۳</sup>

**هدف:** در طی سال‌های اخیر با توجه به پیشرفت‌های علمی در جنبه‌های مختلف ورزشی، توسعه و بهبود سریعی در استانداردهای اجراهای ورزشی و همچنین عملکرد ورزشکاران رخ داده است. در مسابقات شنا استارت به موقع و صحیح از جمله عواملی است که در موفقیت شناگران به ویژه شناگران سرعتی نقش به‌سزایی دارد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه متغیرهای منتخب کینماتیکی استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن شناگران پسر نخبه بود. **روش‌ها:** تعداد ۱۴ شناگر نخبه پسر با میانگین سنی  $17/86 \pm 1/92$  سال به صورت هدف‌دار و در دسترس از بین کسانی که استارت بهتری داشتند در این پژوهش شرکت کردند. متغیرهای منتخب کینماتیکی در نظر گرفته شده در این تحقیق شامل زاویه‌های از سکو، سرعت‌هایی از سکو، زاویه ورود به آب، سرعت ورود به آب و مسافت پرواز بود. از دوربین فیلم‌برداری سرعت بالای ۱۰۰ فریم بر ثانیه برای تعیین موقعیت بدن و اندازه‌گیری پارامترهای کینماتیکی در طی اجرای دو تکنیک استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن استفاده شد. آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها و سپس از آزمون تی-زوجی برای مقایسه کمیت‌های کینماتیکی بین دو نوع استارت در سطح آلفای ۰/۰۵ استفاده گردید.

**یافته‌ها:** مسافت پرواز در دو تکنیک استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن شناگران پسر نخبه اختلاف معناداری داشت ( $p < 0/05$ ) و در استارت تک‌پای عقب وزن بیشتر از استارت جلو وزن بود. در سایر مؤلفه‌ها از جمله زاویه و سرعت‌هایی از سکو، زاویه و سرعت ورود به آب در دو نوع استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن تفاوت معناداری وجود نداشت ( $p > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** به دلیل تفاوت مسافت پروازی و زمان جدا شدن از سکو به دلیل موقعیت قرارگیری مرکز ثقل بدن در دو نوع استارت توصیه می‌شود مربیان و شناگران بسته به نوع مسابقه (سرعتی و استقامتی بودن ماده شنا)، از هر یک از دو نوع استارت استفاده کنند.

**کلید واژگان:** شنا، استارت تک‌پا، کینماتیک

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد کرج، البرز، ایران.  
۲. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد تهران مرکز، تهران، ایران.  
۳. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد واحد کرج، البرز، ایران.

\* نویسنده مسئول؛ گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد تهران مرکز، تهران، ایران.

تلفن: ۰۹۱۲۶۸۲۵۰۰۷

E-mail: Massoudmirmoezi@live.com

### مقدمه

ورزشی می‌تواند تأثیر به‌سزایی در رسیدن به اوج عملکرد ورزشکاران از طریق تجزیه و تحلیل حرکتی آنان داشته باشند (۲). دستیابی به اوج عملکرد متأثر از عوامل متعددی از جمله ژنتیک، ساختار بدنی، عوامل بیومکانیکی، وضعیت روانی ورزشکاران، شرایط تمرینی و غیره است. هرکدام از این عوامل به‌نوبه خود در دستیابی به این هدف نقش مهمی ایفا می‌کنند (۱). شنای رقابتی یک ورزش منحصر به فرد است. در این رشته ورزشی که اختلاف زمانی در رقابت‌ها بین صدم‌های ثانیه است، اجرای بهینه تکنیک‌ها

در طی سال‌های اخیر با توجه به پیشرفت‌های علمی در جنبه‌های مختلف ورزشی، توسعه و بهبود سریعی در استانداردهای اجراهای ورزشی و همچنین عملکرد ورزشکاران رخ داده است. از این رو بسیاری از کارشناسان و محققان علوم ورزشی را بر آن داشته تا در جستجوی راه‌ها و روش‌های اصلاح و بهبود تکنیک مهارت‌های ورزشی باشند (۱). بیومکانیک‌های

از سکو جدا می‌شوند ولی در استارت گرب شناگر با سرعت رهایی و ضربه عمودی بیشتری می‌تواند از سکو جدا شود و در ۶ متر اول تفاوت معناداری بین دو استارت وجود ندارد (۹). Jorgic و همکاران نیز اختلاف معناداری در متغیرهای منتخب کینماتیک بین دو استارت گرب و استارت ترک گزارش نکردند (۴). همچنین درزمینه قرارگیری وزن بدن در جلوی سکو (جلو وزن) و قرارگیری وزن بدن به سمت عقب سکو (عقب وزن) نیز اطلاعات محدودی در دست است. تنها در تحقیقی Welcher و همکاران که برای شناگران زن صورت گرفت به این نتیجه رسیدند که در استارت تک‌پای جلو وزن شناگر سریع‌تر سکوی استارت را نسبت به استارت تک‌پای عقب وزن و استارت گرب رها می‌کند و در استارت تک‌پای عقب وزن افقی بیشتری را نسبت به دو استارت دیگر دارد (۸). مرور انجام شده در مطالعات قبلی، تأثیر اجرای تکنیکی مطلوب را در شنا به عنوان موضوعی مورد بحث همچنان باقی گذاشته است. از همین رو مطالعه پیرامون ابعاد تکنیکی و متغیرهای منتخب کینماتیکی استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن شناگران پسر به عنوان موضوع مورد مطالعه در این تحقیق قرار گرفت. به طور مشخص هدف از انجام این تحقیق مقایسه متغیرهای منتخب کینماتیکی استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن شناگران پسر نخبه بود.

## روش شناسی

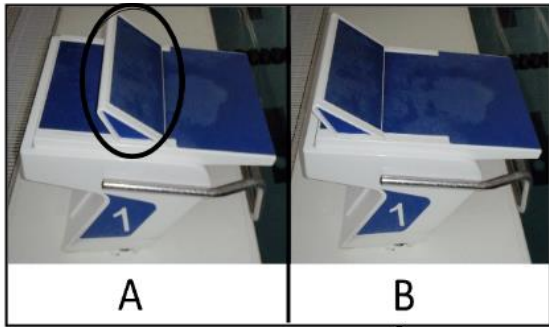
روش پژوهش حاضر از نوع علی-مقایسه‌ای و طرح پژوهش، میدانی بود. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه شناگران منتخب استان قزوین در رده سنی ۱۵ تا ۲۰ سال است. نمونه آماری این تحقیق شامل ۱۴ نفر شناگر منتخب با میانگین سنی  $17/86 \pm 1/92$  سال، وزن  $68/21 \pm 5/94$  کیلوگرم و سابقه فعالیت  $8/21 \pm 1/53$  سال بودند که به صورت هدف‌دار و در دسترس از بین کسانی که استارت بهتری داشتند در این پژوهش شرکت کردند.

با مراجعه به هیئت شنای استان قزوین، شناگران منتخب شناسایی شده و جمع‌آوری اطلاعات از شناگران در یک جلسه آزمون‌گیری از قبل تعیین شده صورت گرفت. پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی از افراد، اطلاعات پرسشنامه‌ای شامل قد، وزن، سن و سابقه فعالیت توسط آزمونگر کامل گردید. برای اندازه‌گیری قد آزمودنی از متر نواری منعطف مدل Lufkin و برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال مدل Hanamo استفاده گردید. آزمودنی‌ها ابتدا بدن خود را گرم کردند سپس نشانگرهای مورد تشخیص دوربین روی برجستگی‌های سر استخوان اطراف مفاصل بدن (کنار

و مهارت‌ها بسیار تأثیرگذار است. شروع رقابت شنا با استارت همراه است و یک استارت مناسب می‌تواند تأثیر ویژه‌ای در نتیجه نهایی داشته باشد. مدت زمانی که شناگر صرف استارت می‌کند کمتر از زمانی است که صرف انجام استروک (ضربات هماهنگ دست‌ها) و برگشت می‌کند (۳). در دوره‌های مختلف، شناگران از استارت‌های مختلفی برای غلبه بر حریفان استفاده کرده‌اند. در گذشته شناگران با تاب دادن دست می‌پریزند که به استارت سویینگ (Swing start) معروف بود و بعد از آن استارت گرب (Grab start) معرفی شد. در استارت گرب پاها موازی و در کنار هم هستند اما در استارت ترک (Track start)، یک‌پا در جلو (پای غالب یا راهنما) و پای دیگر (پای تکیه‌گاه) در عقب قرار دارد (۴). بیشتر تحقیقات گذشته به بررسی و مقایسه استارت تک‌پا (ترک) و دوپا انجامیده است که نتایج به دست آمده حاکی از آن است که اجرای استارت تک‌پا در شناگران رقابتی و نخبه می‌تواند بازدهی بیشتری داشته باشد. همان‌گونه که امروزه مشاهده می‌کنیم در مسابقات سطح اول جهانی و المپیک بیشتر شناگران از استارت تک‌پا استفاده می‌کنند. برای مثال Holthe و همکاران، به برتری استارت تک‌پا نسبت به استارت گرب در بهبود ارتفاع پرواز و فاصله پرواز در پژوهش خود رسیدند (۵). Issurin و همکاران نیز برتری استارت ترک را در سرعت عکس‌العمل شناگر در استارت و میانگین سرعت بهتر نسبت به استارت گرب گزارش کردند (۶). همچنین با تغییر سکوی جدید در مسابقات المپیک سال ۲۰۰۸ توسط فیفا برتری استارت تک‌پا نسبت به استارت گرب بیشتر شد (۷).

با معرفی استارت تک‌پا شناگران و مربیان به این نتیجه رسیدند که می‌توانند این استارت را با دو تکنیک متفاوت اجرا کنند. یک تکنیک استارت تک‌پا به صورت جلو وزن که شناگر طوری روی سکو استارت قرار می‌گیرد که وزن بدن و مرکز ثقلش متمایل به جلو بوده و بیشتر نیروی وزنش روی پای جلو است و دوم تکنیک استارت تک‌پا به صورت عقب وزن، که وزن و مرکز ثقل متمایل به عقب بوده و بیشتر نیروی وزن را پای عقب متحمل می‌شود (۸). در این میان تحقیقاتی صورت گرفته که عوامل تأثیرگذار در استارت مطلوب را بیان کرده است، از جمله این عوامل سرعت عکس‌العمل، تعادل مطلوب روی سکو، توزیع وزن بدن روی سکو، توان عضلات پا، قرارگیری بالاتر باسن نسبت به شانه‌ها و ورود به آب مطلوب در وضعیت استریم‌لاین (Streamline) است (۴، ۹، ۱۰).

با مرور بر مطالعات محدود انجام شده در اجرای تکنیک‌های استارت، تناقضاتی نیز در نتیجه‌گیری‌ها مشاهده می‌شود. Benjanuvatra و همکاران بیان داشتند که هر چند شناگران در استارت تک‌پا سریع‌تر از استارت گرب



شکل ۱. سکوی استارت امگا OSB11 که تفاوت اصلی این سکو با مدل قبلی جاپای متحرک آن است که با دایره مشکی نمایش داده شده است. قسمت A درجه اول و قسمت B درجه پنجم این سکو را که توسط شناگر قابل تنظیم است را نشان می‌دهد.

تکنیک استارت عقب وزن را اجرا کردند بعد به صورت ضربدری نفرات تعویض شد و تکنیک‌های استارت را اجرا کردند تا احتمال خستگی و تداخل بین یادگیری و یادداری حذف شود. کلیه مراحل استارت با استفاده از دوربین سرعت بالای دیجیتال مدل Exilim ZR200 شرکت Casio با سرعت فیلم‌برداری ۱۰۰ فریم در ثانیه که در صفحه ساجیتال عمود بر سکوی استارت کالیبره شده بود، ثبت و فیلم‌برداری شد. با استفاده از نرم‌افزار تحلیل حرکت kinovea، کلیه مؤلفه‌های منتخب کینماتیکی مدنظر در تحقیق از جمله زاویه‌های از سکو، سرعت‌های از سکو، زاویه ورود به آب، سرعت ورود به آب و مسافت پرواز شناگر اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که زاویه‌های، زاویه‌ی بین ساق پا و سکوی استارت در لحظه‌ی رهایی از سکو مدنظر بود و نیز زاویه ورود به آب، زاویه‌ی بین ساعد دست و خط افقی آب در نظر گرفته شد.

قدامی گردن استخوان نازک‌نی در قسمت فوقانی ساق و روی برجستگی قوزک خارجی مچ پا، رأس برجستگی بزرگ استخوان ران، اپی‌کندیل خارجی ران، زائده اکرومیون، کندیل خارجی آرنج، سر خارجی دیستال استخوان زند زیرین) قرار داده شد. دو نشانگر نیز زیر سکوی استارت، به‌گونه‌ای نصب شد که نمایشگر خط افق تصویر باشد (شکل ۲). طول و ارتفاع سکوی استارت اندازه‌گیری شد تا برای کالیبره کردن تصویر در نرم‌افزار kinovea بتوان از آن استفاده کرد. در جلسه آزمون‌گیری، شناگران پس از ۲۰ دقیقه گرم کردن، بر اساس دستورالعمل ذیل به اجرای استارت پرداختند.

در هر دو تکنیک استارت شناگر باید همانند استارت دوهای سرعت یک پای خود را جلو و پای دیگر را عقب قرار دهد. با تشخیص پای راهنما از کلیه شناگران خواسته شد که پای راهنمای خود را پای جلو قرار دهند. پای جلو در جلوی سکوی استارت طوری قرار می‌گیرد که با انگشتان پا لبه سکو گرفته شود. پای عقب در انتهای سکو به حالت تکیه قرار می‌گیرد به طوری که سینه پا در تماس کامل با سطح سکوی استارت باشد (شکل ۱). شناگر از کمر خم شده و با پنجه دست لبه سکوی استارت را می‌گیرد.

سر رو به پایین و نزدیک به پای جلو قرار می‌گیرد (شکل ۲). هر شناگر می‌تواند سه بار به اجرای دو تکنیک استارت جلو وزن و عقب وزن مبادرت نماید تا اجرای برتر او ثبت گردد. با شروع آزمون و با شنیدن فرمان رو، شناگر خود را به دورترین نقطه از سکوی استارت پرتاب می‌کند و نسبت به اجرای مهارت استارت مبادرت نماید. تعداد آزمودنی‌ها ۱۴ نفر بود که به دو گروه هفت نفره تقسیم شدند. ابتدا هفت نفر اول اقدام به استارت تک‌پای جلو وزن نمودند، سپس هفت نفر دیگر



شکل ۲. A نحوه اجرای استارت تک‌پای جلو وزن، B نحوه اجرای استارت تک‌پای عقب وزن.

نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مشخص کرد که داده‌ها توزیع نرمال دارند ( $p > 0.05$ ). نتایج آزمون زوجی نشان داد که بین زاویه و سرعت رهایی، زاویه و سرعت ورود در دو نوع استارت تک‌پا (جلو وزن-عقب وزن) اختلاف معنادار وجود ندارد ولی مسافت پرواز در دو نوع اجرای تکنیک تک‌پا اختلاف معنادار دارد ( $p = 0.01$ ) (جدول ۲).

بر اساس نتایج شکل ۳، در زاویه و سرعت رهایی از سکو، زاویه و سرعت ورود به آب تفاوتی مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). اما مسافت پرواز در دو تکنیک استارت تک‌پا جلو وزن و عقب وزن اختلاف معنادار دارد ( $p < 0.05$ ).

روش‌های آماری مورد استفاده، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها و آزمون تی-زوجی برای مقایسه کمیت‌های کینماتیکی بین دو نوع استارت بود. از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ در سطح معناداری ۰/۰۵ برای بررسی و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

## نتایج

ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱.

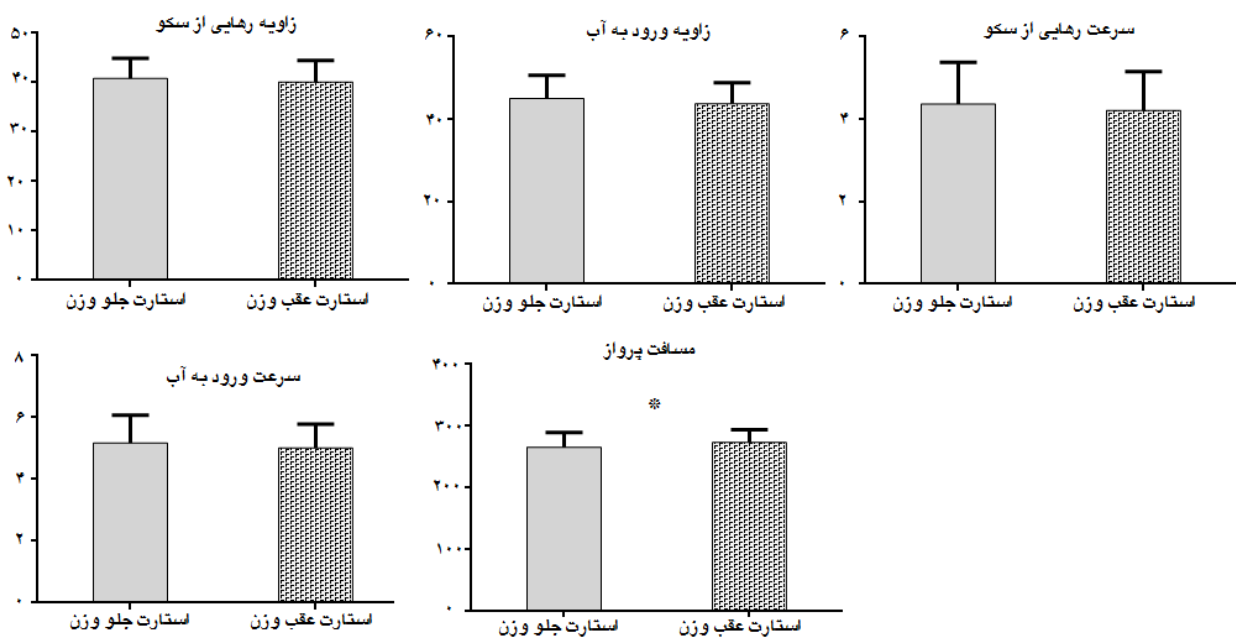
ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (انحراف استاندارد  $\pm$  میانگین)

تعداد (نفر)	پای غالب	قد ایستاده (سانتی‌متر)	طول اندام تحتانی (سانتی‌متر)	طول دودست باز (سانتی‌متر)	جرم (کیلوگرم)	سن (سال)	سابقه فعالیت (سال)
۱۴	راست	۱۷۷/۰۴ $\pm$ ۲/۹۰	۹۷/۹۳ $\pm$ ۴/۵۰	۱۸۶/۱۴ $\pm$ ۲۶/۹۶	۶۸/۲۱ $\pm$ ۵/۹۴	۱۷/۸۶ $\pm$ ۱/۹۲	۸/۲۱ $\pm$ ۱/۵۳

جدول ۲.

آزمون تی-زوجی برای مقایسه متغیرهای منتخب کینماتیکی استارت جلو وزن و عقب وزن

متغیرها	اختلاف میانگین دو جامعه	انحراف استاندارد	مقدار تی	درجه آزادی	سطح معناداری
زاویه رهایی از سکو	۰/۹۴	۴/۹۹	۰/۷۵۸	۲۷	۰/۴۵۵
سرعت رهایی از سکو	۰/۳۰	۱/۶۰	۰/۵۲۹	۲۷	۰/۶۰۱
زاویه ورود به آب	۱/۱۴	۶/۰۴	۱/۱۶	۲۷	۰/۲۵۷
سرعت ورود به آب	۰/۲۱	۱/۱۲	-۰/۷۶	۲۷	۰/۴۵۴
مسافت پرواز	۲/۰۱	۱۰/۶۴	-۳/۸۶	۲۷	۰/۰۰۱



(\*) تفاوت معنادار بین دو گروه در سطح  $p < 0.05$

شکل ۳. مقایسه دو نوع تکنیک استارت تک‌پا جلو وزن و عقب وزن.

## بحث

عقب وزن و استارت تک‌پای جلو وزن اختلاف معناداری را نشان نداد. از آنجایی که در استارت تک‌پای شناگر با کشیدن وزن خود به عقب زاویه زانوی عقبی بیشتر از زاویه زانوی جلویی است و مرکز ثقل و وزن بدن متمایل به عقب و روی پای عقب است. در این نوع استارت بدن شناگر به عقب کشیده شده و همانند یک تیر در کمان کشیده شده و آماده رهایی است و انرژی پتانسیل کشسانی بیشتری در عضلات ذخیره می‌شود که بعد از رهایی شناگر از سکو می‌تواند به انرژی جنبشی تبدیل شود (۱). از آن جهت انتظار می‌رفت که سرعت رهایی در استارت تک‌پای عقب وزن بیشتر از استارت تک‌پای جلو وزن باشد که در آن وزن بدن و مرکز ثقل متمایل به جلو بوده و بیشتر نیروی وزن روی پای جلو است. طبق نتایج تحقیق حاضر سرعت رهایی در دو نوع استارت تک‌پای مقاداری اختلاف داشت و در استارت تک‌پای عقب وزن بیشتر بود ولی این مقدار از لحاظ آماری معنادار نبود.

سرعت رهایی برآیندی از سرعت افقی و عمودی که به ترتیب (vx و vy) است اما شاید سرعت عمودی و افقی مؤلفه‌های خوبی برای تبعیض بین دو تکنیک استارت نباشد و بهتر آن بود که از شتاب رهایی هم استفاده می‌شد تا دریابیم که مشتق سرعت نسبت به زمان در اجرای دو نوع تکنیک به چه صورت است. شاید هم اجرای نادرست شناگران و تسلط ناکافی روی استارت تک‌پای عقب وزن دلیلی بر این مدعا باشد. با مرور تحقیقات محدود انجام شده، تناقضاتی نیز از نتیجه‌گیری‌ها مشاهده می‌شود. Jorgic در مطالعه‌ای، سرعت افقی و عمودی در زمان استارت تک‌پای را ارجح بر استارت گرب گزارش نمود (۴)، در حالی که Miller در بررسی مقایسه‌ای بین سرعت افقی دو نوع استارت دو پا و تک‌پای تفاوت معناداری را نیافته و اعلام نموده است که استارت‌هایی که پاها باهم شروع به حرکت می‌کنند از کارایی کمتری برخوردارند (۱۴). Murrell و Welcher نشان دادند که استارت تک‌پای بهترین نوع استارت است چون سرعت افقی بیشتری را برای شناگران فراهم می‌نماید و شناگران می‌توانند زودتر سکو را ترک کنند (۸،۷). در تحقیقی دیگر توسط Breed و همکاران، که به بررسی استارت عقب وزن و دیگر استارت‌ها پرداخته بودند به این نتیجه دست یافتند که در استارت تک‌پای عقب وزن شناگر توانایی تولید سرعت رهایی بیشتری نسبت به دیگر استارت‌ها دارد اما زمان رهایی (جدایی از سکو) در آن بیشتر از سایر استارت‌ها است (۱۰). در همین تحقیق و چند تحقیق دیگر Ayalon و Gambrel، سرعت مرکز ثقل بدن را ملاک قرار داده‌اند و بیان داشتند که این کمیت معیار مناسب‌تری است تا سرعت رهایی شناگر که در آن وضعیت بدن و اندام‌ها و مفاصل، معیار سنجش سرعت قرار می‌گیرد

هدف از پژوهش حاضر، مقایسه متغیرهای منتخب کینماتیکی استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن شناگران پسر نخبه استان قزوین بود. با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده شد که اختلاف معناداری بین زاویه رهایی در استارت تک‌پای عقب وزن و استارت تک‌پای جلو وزن وجود ندارد. شاید بتوان دلیل آن را یکسانی الگوی حرکت در اجرای دو نوع تکنیک تک‌پای ذکر کرد. زیرا شناگران در اجرای تکنیک استارت تک‌پای، برای افزایش مسافت پرواز به زاویه‌ای بهینه در اجرا احتیاج دارند که این زاویه بهینه به دلیل سطح ارتفاع رهایی یکسان (حدوداً برابر ۵۰ سانتی‌متر) تقریباً یکسان است. و از آنجایی که دو نوع تکنیک استارت تنها در فرار گرفتن مرکز ثقل بدن در جلو یا در زیر شناگر متفاوت است، نمی‌تواند در زاویه رهایی شناگر تأثیر چندانی داشته باشد. نتایج تحقیقات Galbraith و همکاران که به بررسی زاویه رهایی مطلوب، سرعت عمودی و افقی مطلوب و در نتیجه به حداکثر رساندن زمان پرواز در هوا پرداختند مؤید این نکته است (۱۱). همچنین Lee و همکاران که به بررسی دو نوع استارت گرب و تک‌پای پرداختند بین زاویه رهایی در دو تکنیک اختلاف معناداری را مشاهده نکردند (۱۲).

در مقایسه انجام شده بین زاویه ورود به آب در استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن شناگران اختلاف معناداری یافت نشد. شاید بتوان دلیل آن را ارتفاع رهایی و زاویه رهایی یکسان ذکر کرد که در هر دو تکنیک استارت تقریباً یکسان است. شناگران بعد از اجرای تکنیک استارت با زاویه رهایی بهینه و رسیدن به ارتفاع اوج نیازمند زاویه ورود به آب بهینه هستند که معمولاً با زاویه‌ای خاص و مطلوب صورت می‌گیرد. به جز استارت قورباغه که شناگر نیاز به عمق بیشتر در زیر آب دارد تا کشش بلند قورباغه را به مرحله‌ی اجرا گذارد در بقیه استارت‌های روبه‌جلو یعنی استارت کراال سینه و استارت پروانه اگر زاویه ورود به آب بیشتر یا کمتر شود سبب فرار گرفتن شناگر در عمق نامناسب آب شده و اجرای شناگر را مختل می‌کند در نتیجه شناگران معمولاً با یک زاویه مطلوب وارد آب می‌شوند. نتایج به دست آمده از تحقیقات Lee و همکاران و Thanopoulos و همکاران، که به بررسی دو نوع استارت تک‌پای و گرب پرداختند، بین زاویه ورود به آب در دو تکنیک تفاوتی گزارش نکردند؛ همچنین تحقیقی که Thanopoulos و همکاران انجام دادند، زاویه ورود در استارت گرب و استارت تک‌پای در زنان بیشتر از مردان بود (۱۲، ۱۳).

در تحقیق حاضر سرعت رهایی در دو نوع تکنیک، استارت تک‌پای



جهش عمودی و افقی، کاهش نیروی درگ (کششی) هنگام ورود به آب است (۱۸). همچنین Thanopoulos و همکاران، بیان کرد که مردها پرواز (مسافت و زمان پرواز) بیشتری نسبت به زنان دارند (۱۳). Galbraith و همکاران، افزایش فاصله پرواز را به عنوان جز کلیدی از عملکرد استارت بیان کرده است (۱۱). Breed و همکاران، سرعت و مسافت پرواز را ملاک قرار داده‌اند و بیان داشتند که طی مسافت بیشتر در زمان کوتاه‌تر از اهمیت و مزیت برخوردار است (۱۰).

روی هم‌رفته هر چه ارتفاع اوج بیشتر باشد، مسافت پرواز و زمان کل پرواز بیشتر خواهد شد؛ البته زاویه و سرعت رهایی باید به سمت زاویه و سرعت مطلوب و بهینه رود و زمان کل پرواز در نتیجه اجرا بهتر شود. البته بیان شده است که بین زمان کل پرواز و سرعت اولیه همبستگی منفی وجود دارد (۳). می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که به دلیل نوع تکنیک استارت تک‌پا عقب وزن که مانند یک کمان کشیده شده اجرا شده، و انرژی جنبشی بیشتری در عضلات به‌ویژه اندام تحتانی ذخیره شده، شاهد مسافت پروازی بیشتری در استارت تک‌پای عقب وزن هستیم چراکه سرعت و شتاب رهایی متفاوتی را شاهد هستیم و برد پرتابه بنا بر فرمول‌های ۱ و ۲ متفاوت خواهد بود اما تنها مسافت پرواز ملاک کافی برای مقایسه برتری دو نوع تکنیک نیست و معیارهای دیگری از جمله زمان پرواز، زاویه رهایی و زاویه ورود مطلوب و همچنین ارتفاع اوج نیز می‌تواند تأثیر بسزایی بر برتری یک تکنیک استارت نسبت به تکنیک استارت دیگر داشته باشد.

$$R = v \cdot \cos \theta \cdot t \quad (۱) \quad \text{فرمول} \quad R = \frac{v^2 \sin 2\theta}{g} \quad (۲)$$

محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم کنترل حالات روحی و روانی، ساعت خواب و استراحت، نوع تغذیه و انگیزه آزمودنی‌ها بود.

## نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان داد که زاویه رهایی از سکو و زاویه ورود به آب، همچنین سرعت رهایی از سکو و سرعت ورود به آب در دو نوع استارت تک‌پا جلو وزن و عقب وزن تفاوت چندانی وجود ندارد و مسافت پرواز در استارت تک‌پا عقب وزن به دلیل حالت ارتجاعی آن و سرعت اولیه بالاتر، بیشتر از استارت تک‌پا عقب وزن بود. در استارت تک‌پای عقب وزن به این دلیل که بدن متمایل به عقب است، مدت زمان بیشتری برای رهایی از سکو نسبت به استارت جلو وزن نیاز است اما به دلیل تنش و خاصیت ارتجاعی بالاتر در این نوع استارت، مسافت پرواز بیشتری را

که در آن میزان جابه‌جایی یک اندام یا یک مفصل نسبت به زمان محاسبه می‌شود و میزان سرعت خطی اندام یا مفاصل شناگر را در لحظه رهایی محاسبه می‌کند (۱۰، ۱۵، ۱۶). شاید بتوان دلیل تفاوت‌های فوق در زمینه سرعت رهایی در دو نوع تکنیک استارت یعنی استارت گرب و استارت تک‌پا را به دلیل تفاوت در سطح اتکا بین دو نوع تکنیک استارت ذکر کرد که در آن سطح اتکا در استارت تک‌پا بیشتر از استارت گرب است و مرکز ثقل در استارت تک‌پا عقب‌تر از مرکز ثقل در استارت گرب است و به نیروی بیشتری برای جدا شدن و رسیدن به سرعت رهایی مطلوب نیاز دارد (۱۷) ولی در تحقیق حاضر که به بررسی دو استارت تک‌پا پرداخته‌ایم شاید همین برابر بودن سطح اتکا می‌تواند دلیلی بر ثابت بودن سرعت رهایی در دو نوع تکنیک استارت باشد (۱۲). تحقیق حاضر با مطالعه Jorgic و همکاران همسوسست زیرا بیان کردند سرعت رهایی در دو تکنیک استارت تک‌پا یکسان است، همچنین مرکز ثقل شناگران و اندام‌های سر، دست، پا و هیپ شناگران مورد بررسی قرار گرفت و تفاوتی بین سرعت رهایی در دو نوع استارت یافت نشد (۴).

سرعت ورود به آب در دو نوع تکنیک، استارت تک‌پا عقب وزن و استارت تک‌پا جلو وزن اختلاف معناداری را نشان نداد. سرعت ورود یک پرتابه به دو مؤلفه‌ی افقی و عمودی تقسیم می‌شود که مؤلفه‌ی افقی سرعت افقی پرتابه که به زاویه ورود حساس است و مؤلفه‌ی عمودی آن که سرعت عمودی نام دارد علاوه بر تحت تأثیر قرار گرفتن از طریق زاویه ورود به شتاب گرانشی زمین و زمان نیز بستگی دارد (۲) اما چون بین دو استارت ارتفاع اوج و وزن شناگران یکسان بود تأثیری بر شتاب گرانشی ندارد و مؤلفه‌های دیگر نیز ثابت می‌مانند و تفاوت چندانی در سرعت ورود به آب در شناگران در دو نوع استارت تک‌پا عقب وزن و استارت جلو وزن مشاهده نمی‌شود. Holthe در مطالعه‌ی پیرامون مقایسه‌ی سرعت ورود به آب بین دو استارت گرب و تک‌پا اختلاف معناداری را مشاهده نکرد (۵). همچنین تحقیق حاضر با مطالعه‌ی که Jorgic و همکاران انجام دادند همسوسست زیرا اختلاف معناداری بین دو نوع استارت در سرعت ورود به آب یافت نشد (۴).

مسافت پرواز در دو تکنیک استارت تک‌پای جلو وزن و عقب وزن شناگران پسر نخبه اختلاف معناداری داشت و در استارت تک‌پای عقب وزن بیشتر از استارت جلو وزن بود، به گفته‌ی Targove و همکاران عواملی که احتمال می‌رود در استارت تأثیرگذار باشد شامل: مسافت پرواز، زاویه ورود، زاویه رهایی، سرعت رهایی، میزان عمق بعد از ورود به آب، سرعت ورود به آب، سرعت عکس‌العمل، نیروی پرش، سرعت بالای

برای شناگر مهیا می‌کند. مربیان و شناگران بسته به شرایط مسافتی مسابقه (سرعتی و استقامتی بودن ماده شنا) می‌توانند از هر یک از دو نوع استارت استفاده کنند.

## References

- Bartlett R. Introduction to sports biomechanics: Analysing human movement patterns: Routledge; 2007.
- McGinnis P. Biomechanics of sport and exercise: Human Kinetics; 2013.
- Sadeghi H, Hazrati-Ashtiani P. Relation of some anthropometric and biomechanical indices with two backstroke techniques among swimmers of national boys. *Journal of movement science & sports*. 2006;4(8):23-43.
- Jorgić B, Puletić M, Stanković R, Okičić T, Bubanj S, Bubanj R. The kinematic analysis of the grab and track start in swimming. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*. 2010;8(1):31-6.
- Holthe M, McLean S, editors. Kinematic comparison of grab and track starts in swimming. *ISBS-Conference Proceedings Archive*; 2001.
- Issurin V, Verbitsky O. Track start vs. Grab start: evidence of the Sydney Olympic Games. *Biomechanics and medicine in swimming IX*. 2003:213-8.
- Murrell D, Dragunas A. A comparison of two swimming start techniques from the Omega OSB11 starting block. *The Western Undergraduate Research Journal: Health and Natural Sciences*. 2013;3(1):1.
- Welcher RL, Hinrichs RN, George TR. Front-or rear-weighted track start or grab start: Which is the best for female swimmers? *Sports Biomechanics*. 2008;7(1):100-13.
- Benjanuvattra N, Lyttle A, Blanksby B, Larkin D, editors. Force development profile of the lower limbs in the grab and track start in swimming. *ISBS-Conference Proceedings Archive*; 2008.
- Breed R, McElroy G. A biomechanical comparison of the grab, swing and track starts in swimming. *Journal of Human Movement Studies*. 2000;39(5):277-93.
- Galbraith H, Scurr J, Hencken C, Wood L, Graham-Smith P. Biomechanical comparison of the track start and the modified one-handed track start in competitive swimming: an intervention study. *Journal of applied biomechanics*. 2008;24(4):307-15.
- Lee C-Y, Huang C-F, Lee C-W, editors. Biomechanical analysis of the grab and track swimming starts. *ISBS-Conference Proceedings Archive*; 2012.
- Thanopoulos V, Rozi G, Okičić T, Dopsaj M, Jorgić B, Madić D, et al. Differences in the efficiency between the grab and track starts for both genders in Greek young swimmers. *Journal of human kinetics*. 2012;32:43-51.
- Miller M, Allen D, Pein R. A kinetic and kinematic comparison of the grab and track starts in swimming. *Biomechanics and medicine in swimming IX*. 2003:231-5.
- Ayalon Av, Van Gheluwe B, Kanitz M. A comparison of four styles of racing start in swimming. *Swimming II*. 1975:233-40.
- Gambrel DW. A biomechanical comparison of two relay starts in swimming. 1989.
- Dassoff AS, Forward NR, Katica CP. Differences between the Grab Start and Track Start in Collegiate Swimmers. *International Journal of Exercise Science*. 2017;10(4):515-21.
- Targove A, Bondoc I. Comparison study between the efficiency of the start techniques in the Romanian competitive swimming. *Sciences of Human Kinetics* 2013;6 (55)(1).

## Comparison of Selected Kinematic Variables in the Front- and Rear- Weighted Track Start of Elite Male Swimmers

Mohammad-fazel Sabaghi<sup>1</sup>,  
Masoud Mirmoezi<sup>2\*</sup>,  
Parasto Mohamadian<sup>3</sup>

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Science, Islamic Azad University of Karaj, Alborz, Iran

2. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Science, Islamic Azad University Branch of Central Tehran, Tehran, Iran

3. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Science, Islamic Azad University of Karaj, Alborz, Iran

\* Corresponding author:  
Faculty of Physical Education and Sport Science, Islamic Azad University Branch of Central Tehran, Tehran, Iran.  
Tel: 09126825007  
Email: massoudmirmoezi@live.com

### Abstract

Received: Dec. 15, 2017 Accepted: Feb. 19, 2018

**Objective:** Over recent years, due to scientific advances in various aspects of sport, rapid development and improvement has taken place in sport performance standards as well as athletes' performance. In the swimming tournaments, on-time and correct start, plays an important role in the success of swimmers, especially speed swimmers. The aim of this study was comparing selected kinematic variables in front and rear- weighted track start of elite male swimmers.

**Methods:** Fourteen elite male swimmers with an average age of  $17.86 \pm 1.92$  years selected from among an available sample of those who had better starts and had the right foot (dominant legs) place in this study. The following kinematic parameters were analysed: take off angle, take off velocity, entry angle, entry velocity and flight distance. Using a top speed of 100 fps video camera to detect body position and biomechanical parameters during the performance of two start techniques. The statistical procedures to analyze the data included Kolmogorov-Smirnov test to check for normal distribution of the data and T-test for comparing the kinematic quantities of two types of start with at 0.05 alpha levels.

**Results:** The findings indicated that there was a significant difference in the flight distance between two start techniques ( $P < 0.05$ ) and that the distance at Frontand-weighted track start was more than the distance at rear- weighted track start. As to the other components, including angles and speeds from the platform, angle and speed of entering the water, no significant differences were found between two types of front- and rear- weighted track starts ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Because of the difference in flight distance and time off the platform due to the positioning of the center of gravity in the two types of starts, coaches and swimmers can use either of the two starts depending on the type of competition (speed and endurance of swimming).

**Keywords:** Swimming, Track Start, Kinematic



پرستو محمدیان کارشناس ارشد روانشناسی ورزشی دانشگاه آزاد واحد کرج، دارای یک کتاب در دست چاپ با عنوان ورزش در آب انتشارات علم و حرکت است. زمینه تحقیقاتی ایشان ورزش‌های آبی، کینماتیک حرکت و روانشناسی ورزشی است. دارای مدارک مربیگری شنا و آب‌درمانی و از اساتید مدعو دانشگاه‌های بین‌المللی امام خمینی و علوم پزشکی قزوین است.



محمد فاضل صباغی کارشناس ارشد تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در گرایش بیومکانیک ورزشی دانشگاه آزاد واحد کرج، دارای یک مقاله علمی ترویجی و مترجم کتابی با عنوان راهنمای نهایی تمرینات با وزنه ویژه شناگران (انتشارات حتمی) است. زمینه تحقیقاتی ایشان کینماتیک حرکت و ورزش‌های آبی است. ایشان دارای مدرک درجه ۱ مربیگری شنا و دبیر هیئت شنای شهرستان قزوین می‌باشد. وی در حال حاضر از اساتید مدعو دانشگاه‌های بین‌المللی امام خمینی و علوم پزشکی قزوین است.



مسعود میرمعزی دانشجوی دکترای تربیت‌بدنی در گرایش یادگیری و کنترل حرکتی دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز، دارای یک مقاله ISI، چهارمقاله ISC و ارائه ۸ مقاله در همایش‌های ملی و بین‌المللی است. زمینه تحقیقاتی موردعلاقه ایشان کینماتیک حرکت، تعادل و کنترل پاسچر، کنترل حرکتی، ورزش‌های آبی و سالمندشناسی است. ایشان دارای مدرک مربیگری درجه یک از فدراسیون شنا و مدرک مدرسی از فدراسیون نجات‌غریق هستند. همچنین دارای ۷ عنوان ترجمه کتاب در زمینه‌های مختلف ورزشی است. ایشان در حال حاضر به‌عنوان مدرس مدعو دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین فعالیت می‌کند.

