



Kharazmi University

## Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: <https://jsmt.khu.ac.ir>



CrossMark

# The Effect of Six Weeks Upper Body Plyometric Training on Anaerobic Power and Record of 25 Meter Front Crawl Performance in 10 Years Old Swimmer Boys

Mojtaba Sadeghi<sup>1</sup> | Hamid Rajabi<sup>2</sup> | Farzad Nazem<sup>3</sup>

1. M.A, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. Ph.D, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Ph.D, Buali Sina University, Hamedan, Iran.

corresponding author: **Mojtaba Sadeghi**, [mojtaba.branda@yahoo.com](mailto:mojtaba.branda@yahoo.com)

### ARTICLE INFO

#### Article type:

Research Article

#### Article history:

Received: June 4, 2018

Revised: October 20, 2019

Accepted: November 1, 2019

#### Keywords:

Plyometric Training, Aerobic Peak Power, Anaerobic Mean Power, Swimming Record, Teenager

#### How to Cite:

Sadeghi., Rajabi., Nazem. The Effect of Six Weeks Upper Body Plyometric Training on Anaerobic Power and Record of 25 Meter Front Crawl Performance in 10 Years Old Swimmer Boys. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2023; 13(25): 15-29

### ABSTRACT

The purpose of this study was determine the effect of upper body plyometric training on anaerobic power and record of 25 meters front crawl performance in 10 years old swimmer boys. 16 swimmer boys chosen voluntarily (The mean age was  $9.9 \pm 0.7$  years, weight  $45.9 \pm 9$  kg, Height  $149.8 \pm 5$  cm, BMI is  $19.20 \pm 3$  Kg / m<sup>2</sup>) And Subjects divided into two groups of training (n=8) and control(n=8). Before and after the implementation of the protocol investigate test 25 meters front crawl performance at the distance 10, 20 and 25 meters and the number of hand strokes to check the performance of the swimming also anaerobic hand winging test function was evaluated. To analyze data, used the covariance test. The results showed six weeks upper body plyometric training Performance Indicators an hands Front crawl Including Peak power increased Significantly (18%) but the average power increase (7%) was not significant ( $p > 0.05$ ). Also, Swimming performance at of 10 meters) 8% (10 to 20)6% ( and 25 meters distance( 3/80%) growth in compare to control group that was significant( $p < 0.05$ ) As well as in the number of hand strokes, Plyometric training group although had growth in swim 10 meters (11%), 10-20 meters (7.5%) and in 25 meters distance (5.33%) but the isn't significance ( $p > 0.05$ ). results indicate that six week upper body plyometric training to an increase and improvement in the measured parameters, and can be used as a complementary training method in young swimmers.



Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



## پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۲۲۵۲-۰۷۰۸ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۳۹۲۵

Homepage: <https://jsmt.khu.ac.ir>



### تأثیر شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه بر توان بی هوازی بالاتنه و مراحل مختلف عملکرد

#### شنای ۲۵ متر کرال سینه شناگران پسر ۱۰ ساله

مجتبی صادقی<sup>۱\*</sup> | حمید رجبی<sup>۲</sup> | فرزاد ناظم<sup>۳</sup>

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

نویسنده مسئول: مجتبی صادقی: [mojtaba.brandoo@yahoo.com](mailto:mojtaba.brandoo@yahoo.com)

#### اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۷

تاریخ ویرایش: مهر ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۸

#### واژه‌های کلیدی:

تمرین پلایومتریک، اوج توان بی‌هوازی، میانگین توان بی‌هوازی، رکورد شنا، نوجوان

ارجاع: صادقی، رجبی و ناظم. تأثیر شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه بر توان بی‌هوازی بالاتنه و مراحل مختلف عملکرد شنای ۲۵ متر کرال سینه شناگران پسر ۱۰ ساله. پژوهش در طب ورزشی و فناوری، ۱۳(۲۵): ۱۴۰۲-۱۵

#### چکیده

هدف از پژوهش حاضر تعیین تأثیر تمرین پلایومتریک بالاتنه بر توان بی‌هوازی بالاتنه و مراحل مختلف عملکرد شنای ۲۵ متر کرال سینه شناگران پسر ۱۰ ساله بود. بدین منظور ۱۶ نفر از شناگر (میانگین سن  $9/7 \pm 0/7$  سال، وزن  $45/9 \pm 9/5$  کیلوگرم، قد  $149/8 \pm 8/5$  سانتی‌متر، شاخص توده بدن  $20/19 \pm 3/3$  کیلوگرم بر مترمربع) به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به یک گروه تمرین پلایومتریک (۸ نفر) و کنترل (۸ نفر) تقسیم شدند. پیش و پس از اجرای پروتکل، آزمون رکورد ۲۵ متر شنا کرال سینه در مسافت‌های ۱۰، ۲۰ و ۲۵ متر و تعداد ضربات دست جهت بررسی عملکرد شنا و تست وینگیت دست جهت بررسی عملکرد توان بی‌هوازی انجام شد. بررسی داده‌ها، از طریق تحلیل کوواریانس صورت پذیرفت. نشان داد، شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه روی دست شناگران کرال سینه شاخص‌های عملکردی از جمله اوج توان به میزان ۱۸ درصد نسبت به گروه کنترل پیشرفت معنی‌داری داشت اما میانگین توان با اینکه ۷ درصد پیشرفت داشت اما معنا دار نبود ( $p > 0/05$ ). همچنین عملکرد شنا در مسافت‌های ۱۰ متر (۸ درصد)، ۱۰ الی ۲۰ متر (۶ درصد) و در مسافت ۲۵ متر (۳/۸۰ درصد) پیشرفت نسبت به گروه کنترل وجود داشت که معنی‌داری در همه مسافت‌ها مشاهده شد ( $p < 0/05$ ) همچنین در تعداد ضربات دست شنا گروه تمرین پلایومتریک با اینکه در مسافت‌های ۱۰ متر شنا (۱۱ درصد)، در مسافت ۱۰ الی ۲۰ متر (۷/۵ درصد) و در مسافت ۲۵ متر (۵/۳۳ درصد) پیشرفت داشته‌اند ولی این تغییرات معنی‌دار نبود. ( $p > 0/05$ ). نتایج نشان داد شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه در افزایش و بهبود پارامترهای اندازه‌گیری شده موثر است و می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی مکمل در شناگران جوان مورد استفاده قرار گیرد.

## مقدمه

رشته های سرعتی ورزش شنا بیشتر انرژی خود را از طریق سیستم بی‌هوازی تأمین می‌کنند و عواملی مانند توان و سرعت نقش کلیدی را در اجرای عملکرد موفق ورزشکاران این رشته ورزشی فراهم می‌کند (۱). برنامه‌های تمرینی خاصی برای افزایش این قابلیت‌ها، یعنی توان و سرعت می‌تواند مورد توجه قرار گیرد، در چنین شرایطی تمرین پلايومتریک یکی از روش‌های تمرینی می‌باشد که در تقویت قدرت انفجاری با تلفیق مناسب سرعت و قدرت عضلانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۲). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این تمرینات با درگیر کردن تعداد بیشتر تارهای عضلانی در اثر فعال شدن دوک‌های عضلانی سازگاری‌های عملکردی مختلفی را به وجود می‌آورد (۳)، از جمله عصب دهی بیشتر و بهتر، به کارگیری بیشترین واحدهای حرکتی تارهای عضلانی مرتبط، افزایش میزان برانگیختگی نرون‌های حرکتی، تغییر و تبدیل قدرت عضله به توان انفجاری (۴، ۵)، افزایش قدرت و هایپرتروفی در تارهای عضلانی نوع IIb (۵). مشخص است که حرکت دست در شنای کراال سینه به عنوان جلو برنده واقعی و اصلی مطرح می‌شوند و نسبت به عضلات پا نیروی پیش برندگی بیشتری را اعمال می‌کند (۶۰ درصد) و بهترین شناگران آن‌هایی هستند که حرکات دستشان از آغاز تا پایان شنا سریع است (۶) و همان طور که می‌دانیم در شنای کراال سینه یک رابطه‌ی بین طول یک ضربه دست و زمان صرف شده از یک نقطه به نقطه دیگر، عامل مهمی برای کسب موفقیت در یک مسابقه محسوب می‌شود (۷) به همین دلیل ضروری است که شناگران برای اجرای عملکرد مناسب خود در مهارت هایشان از توان خوبی در عضلات دست‌های خود، برخوردار باشند (۸) برای مثال در پژوهشی، شی میزو و همکاران در سال ۲۰۰۸ روی ۳۴ شناگر مرد که در مسابقات قهرمانی برای ورودی المپیک ۲۰۰۴ رقابت می‌کردند، مطرح کرد که حفظ توان دست‌ها در طول یک مسابقه ۲۰۰ متر شنا نیازمند توجه ویژه است (۱۰). همچنین لی بلانس و همکاران در سال ۲۰۰۹، در پی تمرین مقاومتی برای هماهنگی دست و پا در شناگران قورباغه دریافتند که حرکات تمرینی روی دست شناگران موجب بهبود در سرعت آن‌ها می‌شود (۱۱). با این حال هیچ یک از آنان با توجه به برتری‌های ذکر شده در مورد تمرین پلايومتریک، از تمرین برای بالاتنه بخصوص دست‌های ورزشکاران و شناگران استفاده نکرده بودند. در پژوهشی دیگر کاتلین ای و همکاران در سال ۲۰۰۲، نیز اثر ۶ هفته تمرین پلايومتریک با حجم متوسط را بر عملکرد عضلانی و حس عمقی عضلات شانه ۲۴ شناگر نوجوان مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که این پروتکل تمرینی، موثرترین فعالیت به منظور ارتقاء و به کارگیری نیروی عضلانی بیشتر و افزایش هماهنگی عصبی عضلانی در شناگران است (۱۲). اما ببرد در سال ۲۰۱۴، در یک تحقیق نشان داد که تمرین پلايومتریک بالاتنه هیچ اثری در بهبود عملکرد حرکتی و زمانی شناگران نخواهد گذاشت (۱۳). در مجموع مطالعات انجام شده نشان داده‌اند افرادی که تمرین پلايومتریک روی اندام تحتانی و فوقانی می‌پردازند نسبت به افرادی که تمرینات عادی خود را انجام می‌دهند از فواید عملکردی بیشتری بهره برده‌اند (۱۲). با این حال برخی محققان معتقد هستند که انجام این تمرینات توسط کودکان و نوجوانان ممکن است آسیب‌هایی را به صفحات رشد در انتهای اندام‌های بلند وارد کند (۱۳) و یا اینکه اثر بخشی آن به دلیل کامل نشدن رشد کم است، اما این ادعا در مورد کودکانی که به لی‌لی کردن، پریدن، جست و خیز و طناب بازی می‌پردازند، صحیح به

نظر نمی‌رسد زیرا این بازی‌ها در اصل چیزی جزء تمرینات پلايومتریک نیستند (۱۴) و در این رابطه شناگران می‌بایست آموزش‌ها و تمرینات خود را از کودکی شروع کنند و توانایی‌هایشان را هنگام افزایش سریع ظرفیت‌های جسمانی در دوران بلوغ به حداکثر برسانند و این دوره قبل از دوران رشد نوجوانی تقریباً در سنین ۱۰-۱۲ برای هر دو جنس آغاز می‌شود و تا پس از بلوغ تا تقریباً ۱۶-۱۴ سالگی ادامه پیدا می‌کند. تا بتواند به تدریج بدن و ذهن خود را برای رسیدن به موفقیت و قهرمانی در دراز مدت آماده کند (۱۵) و اکثر تحقیقات اظهار می‌دارند تمرین پلايومتریک تمریناتی ایمن، مؤثر و مناسب برای کودکان و نوجوانان هست (۱۵، ۱۶). برای مثال در پژوهشی بیشاپ و همکاران در سال ۲۰۰۹، ۸ هفته تمرین پلايومتریک را بر کودکان ۱۲ ساله شناگر مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند شرکت منظم در یک برنامه آموزشی تمرینات پلايومتریک به تقویت استخوان و تسهیل و هماهنگی عصبی و عضلانی می‌انجامد (۱۷). در ادامه محمدی و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تأثیر یک دوره تمرین پلايومتریک اندام تحتانی در خشکی بر توان عضلانی شناگران ۱۰ تا ۱۴ سال نشان دادند که تمرین پلايومتریک روی پاها منجر به افزایش توان بی‌هوازی آن‌ها می‌شود، و عملکرد حرکتی آن‌ها را بهبود می‌بخشد (۱۸). بنابراین در مجموع به نظر می‌رسد تمرین پلايومتریک روی بالاتنه موجب بهبود بیشتری در توان بی‌هوازی و عملکرد ورزشی نسبت به انجام همین تمرین بر روی عضلات پا شده و در نتیجه کارایی این پروتکل تمرینی افزایش خواهد یافت (۱۹). لذا از آنجایی که تمام پژوهش‌ها، پلايومتریک را روی اندام پایین‌تنه به تنهایی انجام داده‌اند و هیچ یک از آن‌ها از اندام فوقانی به خصوص دست‌های شناگران در پژوهش خود برای مطالعه سازگاری‌های بیشتر مورد بررسی قرار نداده بودند، پژوهشگران بر آن شدند تا هدف خود را بررسی اثر تمرین پلايومتریک بر دست‌های شناگران کودک (نابالغ)، به‌عنوان یک مکمل، در نشان دادن اثر بخشی این نوع از تمرین بر عملکرد بی‌هوازی و رکورد آن‌ها قرار دهد.

## روش‌شناسی

مطالعه حاضر به روش نیمه تجربی و به صورت طرح پژوهشی پیش‌آزمون، پس‌آزمون دریک گروه تجربی و یک گروه کنترل اجرا گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر را شناگران پسر رشته کراال سینه استان همدان که سابقه حضور در مسابقات قهرمانی کشور و استان را داشتند تشکیل می‌دادند که در قالب کلاس‌های تمرینی در طول هفته حداقل ۶ ساعت به فعالیت ورزشی شنا می‌پرداختند. در ابتدا ۲۵ نفر از آن‌ها به صورت داوطلبانه با استفاده از رکوردگیری ۲۵ متر شنای کراال سینه در استخر مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از مشخص شدن نتایج آزمون، و کسب رضایت نامه از خود و والدین آن‌ها و تکمیل فرم تاریخچه سلامتی ۱۶ نفر از آن‌ها انتخاب شدند، که این تعداد با توجه به ادبیات موجود کافی به نظر می‌رسید (۱۹). همچنین افراد از لحاظ سن، قد، وزن، درصد چربی و رکورد شنا به طور مناسب در ۲ گروه به طور مساوی و هم‌تا تقسیم شدند (جدول ۱). جهت تعیین درصد چربی، اندازه‌گیری چربی زیر جلدی با کالیپر (فت او متر فنلاند) اندازه‌گیری و با فرمول سه‌نقطه‌ای (سه سر بازو، سینه‌ای و تحت کتفی) اسلاتر محاسبه گردید (۲۰). با توجه به تأثیرگذاری نوع و میزان تغذیه بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی و برای کنترل این موضوع یک پرسشنامه یاد آمد غذایی

سه روز در هفته بعلاوه جمعه آخر هفته استفاده شد. و از آزمودنی‌ها خواسته شد هیچ گونه مکمل غذایی یا دارویی و فعالیتی غیر از فعالیت‌های معمول خود در حین دوره‌ی پژوهش انجام ندهند. دو روز قبل از آغاز تمرینات و همچنین دو روز پس از شش هفته تمرین، آزمودنی‌ها یک آزمون ورزشی وینگیت دست جهت اندازه‌گیری عملکرد بی‌هوازی دست و همچنین آزمون عملکردی رکورد شنا ۲۵ متر کرال سینه (در مسافتهای ۱۰ متر، ۲۰ متر و ۲۵ متر) را با فاصله ۸ ساعت از هم جهت حذف مداخله خستگی اجرا کردند. لازم به ذکر است که تمامی اندازه‌گیری‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ساعت مشخص و مشابهی به انجام رسید. **نحوه‌ی تعیین شاخص عملکرد بی‌هوازی شناگران پسر ۱۰ ساله:** برای اندازه‌گیری عملکرد بی‌هوازی در محیط طبیعی آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش از آزمون وینگیت دست استفاده شد. این آزمون شامل ۳۰ ثانیه رکاب زدن مداوم دست‌ها با حداکثر توانایی کل فرد روی چرخ کارسنج (مونارک مدل E939 ساخت سوئد) انجام گرفت که معادل ۴ درصد وزن بدن آزمودنی است (۲۲)، (۲۱). در این مطالعه متغیرهای توان بی‌هوازی شامل توان‌های حداکثر و متوسط به دست آمد. روش اجرای آزمون به این صورت بود که ابتدا آزمودنی با سرعت پایین و سرعت پدال زنی (۲۰ RPM) به مدت ۳ تا ۵ دقیقه در مرحله گرم کردن روی چرخ کارسنج با دست‌ها رکاب می‌زد، سپس به مدت ۲ تا ۳ دقیقه استراحت کرده و در ادامه با دستور پژوهشگر، آزمودنی دوباره، سرعت رکاب زدن خود را افزایش می‌داد تا به ۸۰ تا ۱۰۰ RPM برسد و در این سطح، آزمودنی تعداد پدال زنی را تداوم می‌داد. با افزایش یافتن اندازه سرعت رکاب زدن از ۱۰۰ RPM به بالا، در همان لحظه با آگاه کردن آزمودنی، اندازه مقاومت یا وزنه‌های وارد بر چرخ لنگر ارگومتر که قبلاً توسط پژوهشگر به وسیله اپراتور نرم افزار آزمون وینگیت تعیین شده بود پدال زنی را برای ۳۰ ثانیه مداوم با حداکثر توانایی دست‌ها ادامه می‌داد (از این زمان به بعد، مدت ۳۰ ثانیه اصلی آزمون ارگومتری به جز مراحل گرم و سرد کردن شروع می‌شد). (۲۳) پدال زنی متناسب با مقاومت تعیین شده بر حسب وزن هر آزمودنی، با حداکثر توانایی دست‌ها انجام می‌گرفت. دستیار دوم حین اجرای آزمون، به صورت کلامی به هر آزمودنی برای به کار بردن حداکثر توان ایجاد انگیزه می‌داد. بعد از پایان آزمون که توسط نرم افزار متصل به ارگومتر آشکار می‌شد، فرد به مدت ۵ دقیقه روی چرخ کارسنج با سرعت رکاب زنی ۲۰ RPM به عنوان مرحله سرد کردن رکاب زدن را ادامه می‌داد تا ضربان قلب فرد به زیر ۹۰ ضربه در دقیقه برسد. آنگاه آزمودنی با هدایت دستیار روی صندلی راحتی برای مدت ۵ تا ۷ دقیقه به حالت آرامش قرار می‌گرفت. **نحوه‌ی تعیین رکورد شنا ۲۵ متر، ۱۰ تا ۲۰ و ۱۰ متر کرال سینه شناگران پسر ۱۰ ساله:** جهت تعیین رکورد شنا کرال سینه، شناگران با اجرای فن استارت از داخل آب یک طول ۲۵ متری استخر را با حداکثر سرعت شنا کردند و در مسیر و انتهای طول استخر، رکوردشناگران توسط دو آزمونگر ثبت و اندازه‌گیری شد در مسافت‌های تعیین شده ۱۰ متر، ۲۰ تا ۲۵ متر که در خارج آب علامت‌گذاری شده بود. (جهت برآورد دقیق رکوردهای گرفته شده توسط آزمونگرها یک ضریب همبستگی پیرسون به اندازه  $r=+94$  به دست آمد) جهت اطمینان از حداکثر عملکرد، بار دیگر به همین نحو آزمودنی با فاصله استراحت ۲۰ دقیقه مورد آزمون قرار گرفت‌اند و بهترین زمان ثبت شده از دو آزمون برای آن‌ها به عنوان عملکرد رکورد شنا ثبت شد (ضریب

همبستگی پیرسون بین دو مرتبه عملکرد شنا (+۹۶=۲) همچنین همزمان تعداد ضربه دست (استروک) هر شناگر توسط یک دوربین ورزشی که بر روی خط‌های تعیین‌شده قرار داشت بررسی و ثبت شد. دوره تمرین: بعد از اندازه‌گیری پارامترهای منتخب، شناگران در یک دوره تمرینی ۱۸ جلسه‌ای به مدت ۶ هفته که هر هفته شامل ۳ جلسه با فاصله استراحت ۴۸ ساعت بر اساس پژوهش مایکل (۲۰۰۶) بود (۲۴) شرکت کردند و بعد از اتمام این دوره تمرینی دوباره پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شد. تمرین پلايومتریك هفته‌ای ۳ جلسه در محیط بیرون از آب و در روز جدا گانه ای از تمرینات شنا صورت پذیرفت. قبل از شروع هر جلسه تمرین، شناگران به مدت ۱۰-۱۵ دقیقه عضلات خود را توسط آزمون گرم گرم می‌کردند که شامل حرکات کششی تخصصی شنا و نرمش‌های چرخشی کتف بود. مدت زمان هر جلسه تمرین پلايومتریك ۱۶ تا ۳۵ دقیقه (بدون احتساب گرم کردن و سرد کردن) به طول انجامید. تمرینات عادی شنای هر دو گروه کرال سینه شامل ۳ ست ۳۰۰ متر پای کرال سینه، ۳ ست ۳۰۰ متر شنای کامل کرال سینه، جمعاً ۱۸۰۰ متر و ۱ ست ۸۰۰ متر شنای بدون وقفه کرال سینه در ۱۶ دقیقه و ۲ ست ۱۵۰ متر شنای سرعتی کرال سینه بود. تمرین پلايومتریك با شدت و حجم مشخصی شروع و جهت رعایت اصل اضافه بار، رفته رفته حرکات دشوارتر و حجم افزایش پیدا می‌کرد. جهت رعایت ملاحظات شدت تمرین برای پیشگیری از آسیب، استراحت بین ست‌ها به صورت کیفی و کامل و همچنین حرکات انتخاب شده در ابتدای دوره تمرینی آسان و در انتهای آن حرکات پیچیده و دشوارتر لحاظ گردید.

جدول ۱- مشخصات فردی آزمودنی‌ها (M±SD)

| متغیر                | گروه تجربی  | گروه کنترل  |
|----------------------|-------------|-------------|
| تعداد                | ۸           | ۸           |
| وزن<br>(کیلوگرم)     | ۴۵/۸۰±۸/۸۶  | ۴۶/۰۵±۴/۵۲  |
| سن<br>(سال)          | ۹/۰±۵۷/۵۳   | ۹/۰±۸۱/۸۸   |
| قد<br>(سانتیمتر)     | ۱۵۰/۶±۷۵/۱۶ | ۱۴۸/۳±۸۷/۷۲ |
| درصد چربی<br>(درصد)  | ۱۷/۳۲±۵/۰۳  | ۱۶/۸۴±۵/۶۶  |
| سابقه تمرین<br>(سال) | ۳/۱۲±۰/۵۸   | ۳/۵۰±۰/۴۶   |

جدول ۲- برنامه ۶ هفته ای تمرین پلايومتریک

| تکرار×ست | نوع تمرین پلايومتریک  | مدت تمرین دقیقه | هفته تمرین |
|----------|---|-----------------|------------|
| ۲×۱۲     | شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست (زانوها روی زمین)                     | ۱۶              | اول        |
| ۲×۱۲     | شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست روی سکو با شیب مثبت (زانوها روی زمین) |                 |            |
| ۵×۴      | شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست ایستاده رو دیوار                      |                 |            |
| ۵×۶      | شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست (زانوها روی زمین)                     | ۲۱              | دوم        |
| ۲×۱۲     | شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست مورب (زانوها روی زمین)                |                 |            |
| ۵×۴      | پاس تو سینه جفت دست خوابیده با توپ هندبال                               |                 |            |
| ۵×۴      | پاس تو سینه جفت دست ایستاده با توپ هندبال                               |                 |            |
| ۲×۱۰     | شنا سوئدی جهشی (یک پا روی زمین)   | ۲۴              | سوم        |
| ۴×۶      | پرتاب توپ تک دست از بالا با توپ هندبال                                  |                 |            |
| ۲×۱۰     | پاس تو سینه جفت دست خوابیده با توپ بسکتبال                              |                 |            |
| ۳×۸      | پرتاب توپ جفت دست از بالای سر با توپ مدیسن بال ۱ کیلوگرمی               |                 |            |
| ۲×۸      | پاس تو سینه جفت دست ایستاده با توپ بسکتبال                              |                 |            |
| ۴×۸      | شنا سوئدی پرش به پهلو و جلو تناوبی (زانوها روی زمین)                    | ۲۹              | چهارم      |
| ۴×۶      | شنا سوئدی پرش به بالا درجا (زانوها روی زمین)                            |                 |            |
| ۲×۹      | شنا سوئدی جهشی (زانوها روی زمین)  |                 |            |
| ۴×۷      | پرتاب توپ تک دست مورب با توپ مدیسن بال ۱ کیلوگرمی                       |                 |            |
| ۴×۴      | پرتاب توپ تو سینه با توپ مدیسن بال ۱ کیلوگرمی                           |                 |            |
| ۴×۸      | شنا سوئدی پرش به بالا درجا (زانوها روی زمین)                            | ۳۲              | پنجم       |
| ۲×۵      | شنا سوئدی جهشی (یک پا روی زمین)   |                 |            |
| ۴×۴      | پرتاب توپ تک دست از پهلو ایستاده با توپ مدیسن بال ۱ کیلوگرمی            |                 |            |
| ۴×۵      | پرتاب توپ تو سینه جفت دست ایستاده با توپ مدیسن بال ۲ کیلوگرمی           |                 |            |
| ۴×۷      | پرتاب توپ به بالا ایستاده با توپ مدیسن بال ۱ کیلوگرمی                   |                 |            |
| ۴×۵      | پرتاب توپ بالای سر اوتی ایستاده با توپ بسکتبال                          |                 |            |

|      |   |    |     |
|------|---|----|-----|
| ۲×۷  | شنا سوئدی پرش به سکو با ارتفاع ۵ سانتیمتر (زانوها روی زمین)                       | ۳۵ | ششم |
| ۲×۱۰ | شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست ترکیب شده با دست به صورت مورب (زانوها روی زمین) |    |     |
| ۲×۱۰ | شنا سوئدی پرش به پهلو با حداکثر توان دست (زانوها روی زمین)                        |    |     |
| ۴×۶  | شنا سوئدی جهشی درجا به سمت بالا   |    |     |
| ۴×۴  | پرتاب توپ تک دست از بالای سر به صورت مورب ایستاده با توپ ۲ کیلوگرمی               |    |     |
| ۴×۶  | ترکیب پرتاب توپ اوتی، تو سینه نشسته با توپ مدیسن بال ۱ کیلوگرمی                   |    |     |

## روش آماری

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده گردید. از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها و از آمار استنباطی برای مقایسه گروه‌ها با هم استفاده شده است. توزیع طبیعی داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و آزمون لوین تأیید شد. برای بررسی تغییرات بین گروهی از آزمون کوواریانس (aconova) در سطح معناداری ( $p < 0/05$ ) و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها از نرم‌افزار SPSS ۲۴ استفاده شد.

## یافته‌ها

آزمون کوواریانس در سازگاری شناگران به تمرین پلايومتریك بالاتنه روی دست‌ها نشان داد بین مقادیر میانگین پیشرفت اوج توان اختلاف معناداری بین گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون وجود دارد ( $P=0/000$ ) که درصد تغییرات درون گروهی اوج توان در گروه تمرین (۱۸/۱۰ درصد) و در گروه کنترل (۱/۶۲ درصد) بود (شکل ۱). همچنین درصد تغییرات میانگین توان با وجود اینکه در گروه تمرین ۱۵ درصد و در گروه کنترل ۷/۷۵ درصد بود اما اختلاف این تغییرات بین گروه تمرین و کنترل در پس‌آزمون معنادار نبود ( $p=0/443$ ). در رکورد شنا گروه تمرین پلايومتریك پیشرفت معناداری در همه مسافت‌های ۱۰ متر شنا (۸ درصد)، در مسافت ۱۰ الی ۲۰ متر (۶ درصد) و در مسافت ۲۵ متر (۳/۸۰ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). همچنین در تعداد ضربه دست شنا گروه تمرین پلايومتریك با اینکه در مسافت‌های ۱۰ متر شنا (۱۱ درصد)، در مسافت ۱۰ الی ۲۰ متر (۷/۵ درصد) و در مسافت ۲۵ متر (۵/۳۳ درصد) پیشرفت داشته اند ولی معنی داری در هر دو گروه تمرین و پلايومتریك مشاهده نشد ( $p > 0/05$ )



جدول ۳. شاخص‌های مربوط به توان بی‌هوازی وات بر ثانیه (اوج و میانگین توان بر حسب وزن خالص بدن) و عملکرد ۲۵

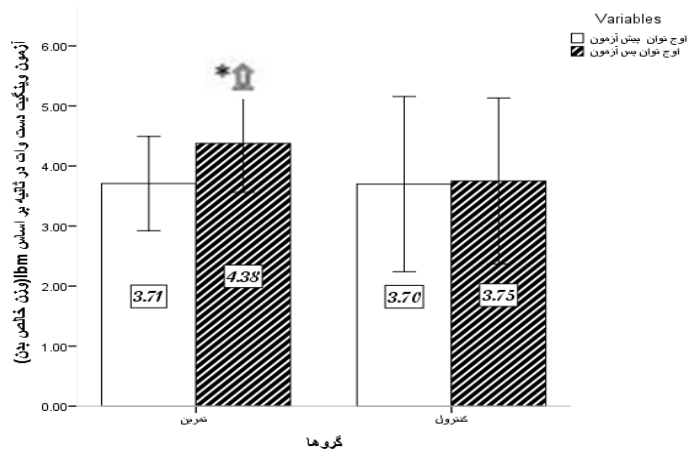
متر شنا (M±SD)

| متغیر                    | گروه        | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | P     | Δ %   |
|--------------------------|-------------|-----------|----------|-------|-------|
| اوج توان                 | تمرین<br>Ψ* | ۳۷۰±۳۰    | ۹۷       | ۰/۰۰۰ | ۱۸/۱۰ |
|                          | کنترل       | ۶۹±۳۱     | ۶۹       | NS    | ۱/۶۲  |
| میانگین توان             | تمرین<br>*  | ۴۰±۳۰     | ۹۳       | NS    | ۱۵/۰۰ |
|                          | کنترل       | ۴۸±۳۱     | ۶۳       | NS    | ۷/۷۵  |
| رکورد ۲۵ متر شنا         | تمرین<br>Ψ* | ۹۲/۱۸±۴   | ۸۰/۱۸±۳  | ۰/۰۰۰ | ۳/۸۰  |
|                          | کنترل       | ۸۶±۴/۱۸   | ۸۰/۱۸±۴  | NS    | ۰/۳۱  |
| رکورد ۱۰ تا ۲۰ متر شنا   | تمرین<br>Ψ* | ۷۴±۶۱     | ۵۶       | ۰/۰۰۰ | ۶/۰۰  |
|                          | کنترل       | ۶۰±۶۱     | ۴۳       | NS    | ۰/۹۰  |
| رکورد ۱۰ متر شنا         | تمرین<br>Ψ* | ۴۹±۳      | ۴۳       | ۰/۰۰۰ | ۸/۰۰  |
|                          | کنترل<br>*  | ۹۲±۲      | ۹۴       | NS    | ۱/۳۰  |
| تعداد ضربه دست در ۲۵ متر | تمرین<br>*  | ۱۸±۱۱     | ۹        | NS    | ۵/۳۳  |
|                          | کنترل       | ۱۴±۱۱     | ۹۰       | NS    | ۰/۰۰  |

| شنا  |            |                |               |    |         |
|--|------------|----------------|---------------|----|---------|
| تعداد<br>ضربه<br>دست<br>در<br>۱۰<br>تا<br>۲۰<br>متر<br>شنا | تمرین<br>* | /۸۴<br>۶۰±۶۸   | /۶۵<br>۶۰±۱۸  | NS | ۷ / ۵۰  |
|  | کنترل      | /۷۵<br>۶۰±۲۵   | /۹۲<br>۶۰±۱۸  | NS | ۱ / ۱۰  |
| تعداد<br>ضربه<br>دست<br>در<br>۱۰<br>متر<br>شنا             | تمرین<br>* | /۵۳<br>۵/۰±۶۸  | /۴۱<br>۵/۰±۰۶ | NS | ۱۱ / ۰۰ |
|  | کنترل      | ۱±۱۳<br>۵ / ۰۰ | /۹۹<br>۴/۰±۸۱ | NS | ۳ / ۸۰  |

\* شاخص تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون داخل گروهی ( $P < 0/05$ ).

\* شاخص تفاوت معناداری بین گروهی (NS). ( $P < 0/05$ ).



\* شاخص تفاوت معناداری بین گروهی (NS). ( $P < 0/05$ ).

مهم‌ترین یافته پژوهش حاضر این بود که انجام تمرین پلايومتریک بالاتنه روی دست‌های شناگران موجب افزایش معناداری در عملکردهای مختلف ۲۵ متر کراال سینه و اوج توان نسبت به گروه کنترل شد. که این اثرات هنگام تمرین دهی در دوران کودکی برجسته‌تر می‌شود. تحقیقات متعددی در زمینه تمرینات پلايومتریک روی ورزشکاران رشته‌های مختلف انجام شده است؛ اما در رشته ورزشی شنا بخصوص کراال سینه ماده سرعت آن هم روی کودکان تحقیقات اندکی صورت گرفته است در پژوهش حاضر افزایش عملکرد توان بی‌هوازی ۱۸ درصد مشاهده شد که با پیشینه موجود همسو بود (۲۶) (۲۴) (۵) (۲۵). برای مثال کوچیما و همکاران (۲۰۰۰) با هدف بررسی تمرین مقاومتی باکش، بر میزان قدرت و پیشروی شناگران ۱۰ تا ۱۴ ساله را به مدت ۱۰ هفته انجام دادند. نتایج نشان داد که حداکثر توان بهبود معناداری در گروه تمرین پلايومتریک داشته است (۲۷). که همسو با یافته ما در مورد اوج توان بود. اما نتیجه تحقیق ما با تحقیق ریبرید و همکاران (۲۰۰۳) که عملکرد استارت و توان بی‌هوازی را به وسیله تمرین پلايومتریک به مدت ۹ هفته بر روی زنان شناگر ۱۹ ساله مورد بررسی قرار دادند. و به منظور ارزیابی عملکرد توان بی‌هوازی از پرش سار جنت استفاده کردند. و اعلام کردند، تفاوتی بین گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در اوج توان وجود ندارد (۲۸) همسو نبود. این تفاوت به نظر می‌رسد در ارتباط با نوع اندازه‌گیری توان این پژوهشگر در پس‌آزمون باشد که با ابزار غیر آزمایشگاهی توان را اندازه‌گیری کرده بود. علت دیگر تفاوت می‌تواند در نحوه تعیین توان پیشینه بین دو پژوهش باشد. افزایش حداکثر توان بی‌هوازی مدت زمانی است که آزمودنی با شدت حداکثر تلاش می‌کند که در مدت ۳۰ ثانیه آزمون وینگیت بر مقدار نیرو و مقاومت انجام‌شده غلبه کند بنا بر این هر چه این شدت و مدت در مراحل آزمون کمتر باشد آزمودنی کمتر به اوج توان می‌رسد، که این موضوع در این پژوهش مشاهده نمی‌شود.

از آنجایی که نتایج توان بی‌هوازی ما گویای افزایش بیشتری نسبت به ریبرید و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد بنابراین این مغایرت منطقی به نظر می‌رسد. در واقع می‌توان گفت این افزایش اوج توان بر می‌گردد به هماهنگی عصبی عضلانی، پاسخ بیومکانیکی طبیعی به بار تحمیل‌شده، میزان مشارکت گروه‌های عضلانی بزرگ‌تر و مقدار مشارکت آن‌ها در انقباض‌های عضلات و توانایی فرد و متعاقب آن حالت تمرین دهی عضله، نسبت داد در نتیجه این سازگاری به افراد اجازه می‌دهد تا توان خروجی خود را بالاتر نگه داشته و با کاهش شدت نسبی عملکرد بهتری از خود نشان دهند (۲۹) که این عوامل می‌تواند دلیلی برای برتری بهبود و افزایش توان بی‌هوازی ناشی از تمرین پلايومتریک بر روی دست‌ها در تحقیق حاضر باشد. از طرف دیگر در خصوص تأثیر تمرین پلايومتریک بر میانگین توان که در پژوهش ما علاوه بر افزایش ۱۵ درصدی گروه تمرین نسبت به گروه کنترل (۷/۷۵ درصد) تفاوت آشکاری بین قبل و بعد از پروتکل تمرینی پلايومتریک بالاتنه وجود نداشت. نتایج این پژوهش در زمینه مذکور با نتایج مارک وی و همکاران (۲۰۰۵)، که تأثیر تمرین پلايومتریک را بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی مردان جوان با استفاده از آزمون وینگیت به مدت ۴ هفته مورد بررسی قرار دادند، و به این نتیجه رسیدند که تمرین از نوع انفجاری، توانایی محدودی برای ایجاد تغییرات در میانگین توان اعمال می‌کند، هر چند که می‌تواند باعث پیشرفت درون‌گروهی شود. (۳۰) همسو بود. که این مسئله را در مورد میانگین توان کوبین و همکاران (۲۰۰۹) نیز تأیید کردند (۳۱) اما با نتایج پژوهش تحقیق ویملچ و همکاران

(۲۰۰۸) همسو نبود (۳۲) ویملیج و همکاران (۲۰۰۸) در خصوص تأثیر تمرین پلائیومتریک بر توان انفجاری عضلات پا و پرش به صورت تک پا و جفت پا بر روی ۴۶ فرد ۱۶ ساله والیبالیست تحقیقی را انجام دادند و با استفاده از آزمودن وینگیت، افراد را مورد آزمون قرار دادند. و نتیجه گرفتند که تفاوت معناداری در میانگین توان در بین گروه‌ها وجود دارد اما تفاوت آشکاری بین پرش با یک پا و دو پا وجود ندارد (۳۲) که همین موضوع را فرانکو (۲۰۱۶) نیز تصدیق کرد (۳۳). علت اختلاف ما با این تحقیقات به نظر می‌رسد در درگیری نوع عضلات و حجم عضلات دست و پا در به دست آوردن میانگین توان باشد هر چند طبق پژوهش‌های گذشته گفته شده که اختلاف زیادی بین توان دست و پا وجود ندارد (۳۴) اما قدرت و حجم عضلانی اندام پایینی بدن نسبت به بالاتنه بیشتر است که این موضوع می‌تواند خود مبنای اختلاف باشد. دلیل دیگری که می‌تواند در به وجود آمدن اختلاف تأثیر گذاشته باشد سن آزمودنی‌های این پژوهش است که افرادی بالغ و به بلوغ رسیده بودند اما در پژوهش ما آزمودنی‌ها نابالغ و در مرحله ۳ و ۴ از مرحله بندی تانر قرار داشتند. از دلایلی دیگری که می‌توان در مورد این اختلاف اظهار داشت، این است که آزمون وینگیت در طی ۳۰ ثانیه اجرا می‌شود و در واقع افزایش مدت زمان آزمون تأثیرات قابل توجهی همچون: چالش بین خون در دسترس عضلات و اندام فعال (۳۴)، اختلال در عملکرد و ظرفیت بی‌هوازی، رسیدن زودهنگام به آستانه بی‌هوازی، تحریک و تجمع هورمون‌های استرسی و به دنبال آن افزایش گلیکولیز بی‌هوازی، و تجمع لاکتات (۳۵) را بر بدن اعمال کرده که عواملی مخرب بر عملکرد بی‌هوازی ورزشکار محسوب می‌شود. هرچند برخی از این عوامل در پژوهش ما بررسی نشد اما می‌توان گفت که عوامل مداخله دیگری چون انتقال تارهای عضلانی به سمت تارهای تند انقباض و سیستم انرژی گلیکولیز که از عوامل تعیین کننده توان بی‌هوازی هستند، نتوانسته‌اند به‌طور مؤثری تقویت شوند (۳۵).

همان طور که می‌دانیم سریع ترین سرعت در شنا برای هر مسافت معین مسابقه توسط استفاده از ترکیب مطلوبی از تواتر ضربه و مسافت ضربه به دست می‌آید. (۳۶) و در خصوص تأثیر تمرین پلائیومتریک به عنوان یک اضافه بار در جهت کسب سرعت و بهبود زمانی در رشته شنا در پژوهش ما، ۸ درصد بهبود زمانی در ۱۰ متر، ۶ درصد در رکورد ۱۰ الی ۲۰، همچنین ۳/۸۰ درصد در ۲۵ متر شنا مشاهده شد که با پیشینه ذکر شده در این مورد همخوانی داشت (۳۷) (۱۳)، (۱۸) برای مثال در پژوهشی بیشاپ و همکاران در سال ۲۰۰۹، عملکرد استارت ۲۲ شناگر ۱۲ ساله پسر را با ۸ هفته تمرین پلائیومتریک مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند زمان استارت ۵،۵ متر شنا، ۵۹ صدم ثانیه بهبود یافت که در نهایت تمرین پلائیومتریک باعث کاهش ۱۵ درصدی از زمان کل شنا شد (۱۷). این تفاوت در کاهش رکورد شنا بین تحقیق ما و پژوهش بیشاپ (۲۰۰۹) مربوط می‌شود به میزان مسافت مورد اندازه‌گیری در این پژوهش و علت دیگر نحوه اندازه‌گیری و ابزار اندازه‌گیری، سطح مهارت آزمودنی‌ها و جنس یا بار تمرینی باشد. از سوی دیگر درست است که در زمینه کاهش تعداد ضربه دست در شنا بهبود معنا داری در گروه تمرین در هیچ یک از مسافت های تست شده مشاهده نشد و با تحقیقات در همین زمینه همسو بود (۱۳) (۱۷) و تحقیقی مخالف با نتایج ما یافت نشد برای

شناگر را در مسافت های ۵۰، ۱۰۰ و

مثال بیرد (۲۰۱۴) ۳۰ نوجوان پسر

۲۰۰ متر، به منظور مطالعه تأثیر پلائیومتریک به همراه وزن بدن و توپ را قبل و بعد از تمرین بر زمان و عملکرد تعداد دست در ۵۰ متر اولیه را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت تمرین پلائیومتریک قبل از تمرین، حین و بعد از تمرین اثری بر عملکرد تعداد ضربه دست شناگران ندارد (۱۳) که همین مسئله را محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز تایید کردند (۱۸). امروز می‌دانیم بیشتر شدن قدرت حاصل عملکرد سه عامل است: هماهنگی بین عضلانی، هماهنگی درون عضلانی و نیروی واکنشی عضله در برابر تحریک‌های عصبی و تمرین‌های پلائیومتریک با فعال کردن دوک عضلانی موجب افزایش در قدرت عضلات و با فعال کردن اندام و تری گلژی موجب تعدیل نیروهای ناخواسته و موجب هماهنگ کردن عضلات و نیروهای داخلی عضلانی می‌شود (۳۴) و پروتکل تمرینی ما (پلائیومتریک) به نظر می‌رسد که توانسته باشد عصب دهی عضله را بیشتر و بهتر کند، افزایش برانگیختگی نرون‌های حرکتی و افزایش توانایی عضله برای انقباض‌های سریع را موجب شده باشد، و موجب هماهنگ کردن عضلات و نیروهای داخلی عضلانی شود (۳۸) این مکانیزم به ورزشکار اجازه می‌دهد توان خروجی خود را بالا نگه داشته و با کاهش شدت نسبی عملکرد زمانی بهتری از خود نشان دهد. که این عوامل می‌تواند دلیلی برای برتری بهبود مدت زمان شنا در مسافت‌های ۱۰ متر، ۲۰ متر و تا حدودی نیز ۲۵ متر ناشی از تمرین پلائیومتریک بر روی دستهای شناگران در تحقیق حاضر باشد. همان طور که بر اساس جدول ۳ مشاهده می‌شود نحوه اثر گذاری تمرین در مسافت‌های کوتاه بیشتر است و هر اندازه مسافت مورد نظر افزوده می‌شود از شدت تأثیر گذاری کم می‌شود. این تغییرات در عملکرد این مسله را بازگو می‌کند که تمرین پلائیومتریک یک تمرین توانی است و بیشتر از دستگاه فسفاژن (ATP و PCr) و تا حدودی هم سیستم کوتاه مدت (گلیکولیز) بهره می‌گیرد (۳۹) پس نمی‌تواند در مسافتهای طولانی که نیاز به افزایش استقامت در توان است مطرح شود اما میتواند در مرحله استارت و مرحله شتاب گیری در شناهای سرعتی مورد استفاده قرار گیرد.

### نتیجه گیری

تحقیق حاضر نشان داد شش هفته تمرین پلائیومتریک بالاتنه، توان بی‌هوازی بالاتنه و مراحل مختلف عملکرد شنا ۲۵ متر کمرال سینه را به دلیل بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی و افزایش میزان و مقدار مشارکت گروه‌های عضلانی مختلف در فرایند انقباض‌های عضلانی تسهیل می‌کند که این اثرات هنگام تمرین در دوران کودکی برجسته‌تر می‌شود؛ بنابراین اضافه کردن این‌گونه برنامه تمرینی می‌تواند فشار فیزیولوژیکی تمرین را افزایش دهد و سازگاری‌های سریع‌تری را موجب می‌شود. به هر حال از آنجایی که طبق مطالعات ما در زمینه تأثیر تمرین پلائیومتریک بالاتنه بر عملکرد بی‌هوازی و رکورد شنا در کودکان مطالعات کمی یافت شد، قضاوت در خصوص تأثیر تمرین پلائیومتریک بر روی توان بی‌هوازی بالاتنه و رکورد شنا نیاز به مطالعه بیشتری دارد.

### References

1. Loturco, I., Barbosa, A. C., Nocentini, R. K., Pereira, L. A., Kobal, R., Kitamura, K., Nakamura, F. Y. (2016). A correlational analysis of tethered swimming, swim sprint performance and dry-land power assessments. *International journal of sports medicine*, 37(03): 211-218.
2. Maglischo, E. W. (2003). Swimming fastest. *Human Kinetics*.
3. Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Baez, E. B., Martínez, C., Andrade, D. C., Izquierdo, M. (2014). Effects of plyometric training on endurance and explosive strength performance in competitive middle-and long-distance runners. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 28(1): 97-104.
4. Patel, N. N. (2014). Plyometric training: A review article. *International Journal of Current Research and Review*, 6(15): 33.
5. Arazi, H., Asadi, A., Nasehi, M., Delpasand, A. (2012). Cardiovascular and blood lactate responses to acute plyometric exercise in female volleyball and handball players. *Sport Sciences for Health*, 8(1): 23-29. (Persian)
6. Aghajani, R., Hojjati, Z., Elmiyeh, A. (2014). The effects of plyometric and resistance training on explosive power and strength of young male volleyball players. *Annals of Applied Sport Science*, 2(1): 45-52. (Persian)
7. Khbazian, M., Rajabi, H. (2014). Strength training schedules, book at Hatmi Publishing. (Persian)
8. Lucero, B. (2015). The 100 best swimming drills. Meyer & Meyer Verlag.
10. Shimadzu, H., Shibata, R., Ohgi, Y. (2008). Modelling swimmers' speeds over the course of a race. *Journal of Biomechanics*, 41(3): 549-555.
11. Leblanc, H., Seifert, L., Chollet, D. (2009). Arm-leg coordination in recreational and competitive breaststroke swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3): 352-356.
12. Swanik, K. A., Lephart, S. M., Swanik, C. B., Lephart, S. P., Stone, D. A., & Fu, F. H. (2002). The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 11(6): 579-586.
13. Beard, J. R. (2014). The effects of land-based plyometric training and timing of plyometrics fusion on selected acute swim performance measures.
14. Potdevin, F. J., Alberty, M. E., Chevutschi, A., Pelayo, P., Sidney, M. C. (2011). Effects of a 6-week plyometric training program on performances in pubescent swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1): 80-86.
15. McKay, D., Henschke, N. (2012). Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. *Br J Sports Med*, 46(10): 727-728.
16. Bompa, T. O., Di Pasquale, M., Cornacchia, L. (2018). Serious strength training. *Human Kinetics*.
17. Bishop, D. C., Smith, R. J., Smith, M. F., Rigby, H. E. (2009). Effect of plyometric training on swimming block start performance in adolescents. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7): 2137-2143.
18. Mohammadi, R., Sadeghi, H., Barati, A. H. The effect of plyometric exercises on the selected biomechanical parameters of breaststroke among male swimmers aged 10-14.
19. Patel, N. N. (2014). Plyometric training: A review article. *International Journal of Current Research and Review*, 6(15): 33.
20. Cameron, N., Griffiths, P. L., Wright, M. M., Blencowe, C., Davis, N. C., Pettifor, J. M., Norris, S. A. (2004). Regression equations to estimate percentage body fat in African prepubertal children aged 9 y. *The American journal of clinical nutrition*, 80(1): 70-75.
21. Bradley, A. L., Ball, T. E. (1992). The Wingate test: Effect of load on the power outputs of female athletes and nonathletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6(4): 193-199.
22. MacIntosh, B. R., & MacEachern, P. (1998). Paced effort and all-out 30-second power test. *Occupational Health and Industrial Medicine*, 3(38): 143.
23. Haff, G. G., Dumke, C. (2018). *Laboratory Manual for Exercise Physiology*, 2E. Human Kinetics.
24. Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of sports science & medicine*, 5(3): 459.
25. Breed, R. V., & Young, W. B. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of sports sciences*, 21(3): 213-220.
26. ghochali, A. (2000). Investigating the effect of a period of pliaometric exercises on anaerobic power variables, response rate and record of elite girl's female swimmers (15-17 years old). *Journal of harekat at tehran*, (Persian)
27. Kojima, K., Brammer, C. L., Sossong, T. D., Abe, T., Stager, J. M.

- (2018). *In-Water Resisted Swim Training for Age-Group Swimmers: An Evaluation of Training Effects*. *Pediatric exercise science*, 30(1): 124-131.
28. Breed, R. V., Young, W. B. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of sports sciences*, 21(3): 213-220.
29. Behrens, M., Mau-Moeller, A., Mueller, K., Heise, S., Gube, M., Beuster, N., Bruhn, S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of science and medicine in sport*, 19(2): 170-176.
30. Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British journal of sports medicine*, 41(6): 349-355.
31. Thomas, K., French, D., Hayes, P. R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1): 332-335.
32. Milić, V., Nejić, D., Kostić, R. (2008). The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot takeoff jumps. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 6(2): 169-179.
33. Franco-Márquez, F., Rodríguez-Rosell, D., Gonzalez-Suarez, J. M., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., Yanez-García, J. M., González-Badillo, J. J. (2015). Effects of combined resistance training and plyometrics on physical performance in young soccer players. *International journal of sports medicine*, 94(11): 906-914.
34. Behrens, M., Mau-Moeller, A., Mueller, K., Heise, S., Gube, M., Beuster, N., Bruhn, S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of science and medicine in sport*, 19(2): 170-176.
35. Maughan, R. J., Gleeson, M., Greenhaff, P. L. (1997). *Biochemistry of exercise and training*. Oxford University Press, USA. 152/250
36. Garrido, N., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Costa, A. M., Silva, A. J., Pérez Turpin, J. A., Marques, M. C. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers.
37. Cossor, J. M., Blanksby, B. A., & Elliott, B. C. (1999). The influence of plyometric training on the freestyle tumble turn. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(2): 106-116.
38. Yessis, M. (2009). *Explosive Plyometrics*. Ultimate Athlete Concepts.
39. Bompa, T. O., Buzzichelli, C. (2018). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human Kinetics.