

## مقایسه اثر تمرینات پلايومتریک شتابی، پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی بر عملکرد توان، قدرت و هایپرتروفی عضلانی مردان فعال

عباس محمدی<sup>۱</sup>، کاظم خدائی<sup>۲</sup>، ایمان عباسی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

۲. استادیار دانشگاه ارومیه\*

۳. کارشناس ارشد دانشگاه حکیم سبزواری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۲۴

### چکیده

هدف از این پژوهش، مقایسه تأثیر تمرینات پلايومتریک شتابی، پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی بر عملکرد توان، قدرت و هایپرتروفی عضلانی در مردان فعال بود. ۳۰ مرد فعال (با میانگین سنی  $20/67 \pm 1/12$  سال، قد  $174/4 \pm 83/69$  سانتی‌متر و وزن  $63/45 \pm 7/51$  کیلوگرم) به صورت دواطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و به شکل تصادفی به سه گروه تقسیم شدند و برحسب میزان فعالیت در هفته و قدرت بیشینه، همسان‌سازی گردیدند. برنامه تمرینی به مدت چهار هفته و سه جلسه در هفته انجام شد. همچنین، پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرین انجام گرفت و اختلاف بین گروه‌ها توسط آزمون تحلیل عاملی کوواریانس و آزمون تعقیبی محاسبه گردید و اختلاف درون-گروهی نیز با استفاده از آزمون تی زوجی تحلیل گشت. یافته‌ها نشان می‌دهد که هر سه تمرین پلايومتریک شتابی، پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی باعث بهبود معنادار ارتفاع پرش اسکات، پرش عمودی و پرش عمقی، حداکثر و میانگین توان در پرش عمودی، قدرت بیشینه و سطح مقطع عضلات ران نسبت به پیش‌آزمون شده است. تمرین پلايومتریک مقاومتی نیز منجر به بهبود معنادار ارتفاع پرش عمقی نسبت به تمرینات پلايومتریک شتابی و پلايومتریک معمولی گردیده است. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهند که تمرینات پلايومتریک شتابی و پلايومتریک مقاومتی، بهبود معناداری را در قدرت بیشینه نسبت به تمرین پلايومتریک معمولی ایجاد کرده‌اند. با توجه به نتایج و درصد تغییرات به نظر می‌رسد که استفاده از کش در تمرینات پلايومتریک (شتابی و مقاومتی)، مفیدتر از تمرینات پلايومتریک معمولی می‌باشد. همچنین، تمرین پلايومتریک شتابی، کارایی بیشتری در بهبود توان و قدرت عضلانی نسبت به پلايومتریک مقاومتی و معمولی دارد.

**واژگان کلیدی:** تمرین پلايومتریک شتابی، تمرین پلايومتریک مقاومتی، قدرت بیشینه، توان، هایپرتروفی عضلانی

## مقدمه

توانایی انتقال سازگاری‌های فیزیولوژیک ناشی از تمرین به عملکرد در فعالیت‌های مرتبط با مهارت برای کارکرد مطلوب، کاهش آسیب و موفقیت در رقابت‌های ورزشی، برای تمام ورزشکاران ضروری می‌باشد (۱). قدرت عضلانی و توان به‌عنوان اجزای حیاتی در عملکرد موفقیت‌آمیز ورزشکاران در بیشتر فعالیت‌های ورزشی، به‌ویژه در فعالیت‌های موردنیاز برای دویدن سریع، پریدن و نیز انجام فعالیت‌های روزمره و وظایف مرتبط با شغل افراد در نظر گرفته شده است (۲،۳). روش‌های مختل تمرینی مانند تمرین مقاومتی سنتی (۴،۵)، تمرین مقاومتی بالستیک و انفجاری (۶)، تمرینات تحریک الکتریکی (۷،۸)، تمرینات ویبراسیون (۹،۱۰) و ترکیبی از آن‌ها (۱۱) برای بهبود حداکثر قدرت و توان استفاده شده است. علی‌رغم این‌که تأثیرگذاری استفاده از تمرینات قدرتی، مقاومتی بالستیک و انفجاری در بهبود سازگاری‌های ویژه توان و قدرت اثبات شده است. اما، برخی از ورزشکاران نخبه به‌دلیل آسیب‌های احتمالی و صرف زمان بیشتر، از اجرای این نوع تمرینات خودداری می‌کنند (۱). در چند دهه اخیر، تمرینات پلايومتریک مورد توجه مربیان و پژوهشگران واقع شده است. این تمرینات شامل حرکات پرشی می‌باشد که از چرخه کشش - کوتاه‌شدن استفاده می‌کند و باعث بهبود توان و قدرت بیشینه می‌شود (۱۲،۱۳). در اغلب مطالعات انجام‌شده روی تمرین پلايومتریک، بهبود برون‌ده توان بیشینه (۱۴،۱۵) و قدرت بیشینه (۱۶،۱۷) ورزشکاران با استفاده از این نوع تمرینات مشاهده گردیده است. همچنین، عنوان شده است که تمرینات پلايومتریک، باعث بهبود معنادار عملکرد پرشی (۱۵،۱۸) و هایپرتروفی عضلانی می‌شود (۱۸،۱۹). در هر صورت، امروزه، از تکنیک‌ها و روش‌های جدید تمرینی برای جایگزینی روش‌های سنتی به‌منظور بهبود بیشتر توان و قدرت استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، استفاده از کش در تمرینات پلايومتریک برای ایجاد مقاومت بیشتر هنگام اجرای حرکات پرش عمودی با دستگاه ورتیمکس<sup>۱</sup> می‌باشد (۲۰،۲۱). هدف از این کار، افزایش بارگیری هنگام اجرای پرش عمودی جهت بهبود میزان توسعه نیرو و برون‌ده توان بیشینه می‌باشد (۱). در اغلب مطالعاتی که از روش پلايومتریک مقاومتی با کش استفاده کرده‌اند، تأثیرگذاری بیشتر این نوع تمرین در بهبود توان و قدرت نسبت به تمرینات پلايومتریک و قدرتی گزارش شده است (۱،۲۱)؛ به‌عنوان-مثال، ریآ<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای ۱۲ هفته‌ای، تأثیرگذاری بیشتر تمرینات پلايومتریک مقاومتی با کش نسبت به تمرین پلايومتریک متداول در بهبود توان را نشان دادند (۱). همچنین، کلوندی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی، تمرین الاستیک (تمرین

---

1. Vertimax

2. Rhea

پلائیومتریک با کش) و تمرین پلائیومتریک بر ارتفاع پرش، قدرت و سرعت پرداختند و نشان دادند که هر سه تمرین باعث بهبود معنادار ارتفاع پرش نسبت به پیش‌آزمون شده است. شایان ذکر است که هر دو تمرین پلائیومتریک با کش و بدون کش، افزایش معناداری را نسبت به تمرین مقاومتی نشان داد. علاوه بر این، تمرین پلائیومتریک مقاومتی با کش، منجر به بهبود معنادار دوی سرعت نسبت به تمرین مقاومتی و پلائیومتریک و نیز بهبود قدرت بیشینه نسبت به تمرین مقاومتی گردید (۲۱). از آنجایی که در اغلب این مطالعات، تمرینات پلائیومتریک مقاومتی به صورت پرش‌های عمودی انجام شده است، پژوهشگران پژوهش حاضر قصد دارند علاوه بر پرش در سطح عمودی از پرش در سطح افقی نیز استفاده کنند. همچنین، در پی این هستند که برای اولین بار از روش جدیدی از تمرین پلائیومتریک با کش با عنوان "تمرین پلائیومتریک شتابی" استفاده کنند. در این تمرین، کش از بالا بسته می‌شود و هنگام اجرای پرش، کش باعث شتاب و ارتفاع بیشتر می‌شود و این احتمال وجود دارد که بارگیری تمرین را افزایش دهد. علاوه بر این، شتاب حاصل از نیروی ارتجاعی کش باعث کاهش زمان مرحله استهلاک<sup>۱</sup> می‌شود. با توجه به این که افزایش زمان استهلاک باعث هدررفت انرژی ذخیره شده در فاز اکسنتریک پرش می‌شود (۲۲)، این احتمال وجود دارد که این روش با کاهش زمان فاز استهلاک، سبب ایجاد سازگاری‌های بیشتر در تمرین پلائیومتریک گردد؛ بنابراین، پژوهشگران قصد دارند در این پژوهش به این سؤال پاسخ دهند که آیا تمرین پلائیومتریک مقاومتی و تمرین پلائیومتریک شتابی، تأثیر متفاوتی بر برون‌ده توان، ارتفاع پرش، شاخص ارتجاعی پا، به‌کارگیری انرژی الاستیکی، قدرت و هایپرتروفی عضلانی نسبت به پلائیومتریک معمولی در مردان ورزشکار دارد یا خیر؟

## روش پژوهش

به منظور اجرای پژوهش، ۳۰ نفر از مردان فعال شهرستان سبزوار که سابقه حداقل سه سال فعالیت ورزشی مداوم در یکی از رشته‌های ورزشی را داشتند به صورت داوطلبانه در مطالعه حاضر شرکت کردند. شایان ذکر است که هیچ‌یک از شرکت‌کنندگان، سابقه تمرین مقاومتی و پلائیومتریک به صورت منظم را نداشتند. شرکت‌کنندگان پس از تکمیل فرم رضایت به منظور شرکت در پژوهش، به مدت یک هفته با روش‌های تمرین و آزمون آشنا شدند. ابتدا، آزمون‌های مربوط به پیش‌آزمون در روزهای مختلف هفته انجام گرفت. سپس، شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی در سه گروه جای گرفتند. در ادامه، گروه‌ها براساس داده‌های قدرت بیشینه عضلات پایین‌تنه (IRM) در حرکت اسکات و میزان فعالیت در هفته، همسان‌سازی شدند که بین سه گروه، تفاوت معناداری به لحاظ آماری بین این شاخص‌ها

---

1. Amortization

مشاهده نشد. از بین شرکت کنندگان، شش نفر به دلیل آسیب‌های ورزشی حین مسابقات و مشکلات شخصی، از ادامه تمرین بازماندند. مشخصات توصیفی شرکت کنندگان در جدول شماره یک ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات توصیفی شرکت کنندگان

متغیرها	گروه پلایومتریک شتابی (هفت نفر)	گروه پلایومتریک مقاومتی (نه نفر)	گروه پلایومتریک معمولی (هشت نفر)	مقادیر F	مقادیر P
سن (سال)	۲۰/۱۴±۱/۴۶	۲۰/۸۹±۰/۹۲	۲۰/۸۸±۰/۹۹	۱/۰۷	۰/۳۶
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۷۱±۶/۸۲	۱۷۳/۶۷±۴/۵۰	۱۷۵/۳۸±۲/۵۶	۰/۴۳	۰/۶۵
وزن (کیلوگرم)	۶۱/۳۰±۳/۲۷	۶۶/۱۳±۷/۰۵	۶۶/۰۳±۶/۳۶	۱/۶۰	۰/۲۲
قدرت بیشینه حرکت اسکات (کیلوگرم)	۵۷/۱۴±۱۱/۱۲	۷۱/۱۱±۱۸/۱۶	۷۴/۳۷±۱۲/۰۸	۲/۹۵	۰/۰۷
میزان فعالیت در هفته (ساعت)	۷/۲۸±۱/۱۱	۷/۵۵±۱/۴۴	۷/۲۵±۰/۹۶	۰/۱۶	۰/۸۵

بعد از ۴۸ ساعت از آخرین آزمون، شرکت کنندگان اجرای پروتکل تمرینی را آغاز نمودند. پس از آزمون نیز ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین (همانند پیش‌آزمون) در روزهای مختلف هفته اجرا شد. آزمون‌ها شامل: اجرای پرش اسکات<sup>۱</sup>، پرش عمودی با کمک دست و پا<sup>۲</sup>، پرش عمقی<sup>۳</sup>، آزمون یک تکرار بیشینه اسکات جهت تعیین قدرت بیشینه اندام تحتانی و اندازه‌گیری‌های آنترپومتریکی مرتبط با هایپرتروفی عضلات ران بود که روش اجرای هر کدام به صورت کامل در ادامه تشریح خواهد شد. در جلسه اول، اندازه‌گیری‌های آنترپومتریکی و پرش‌ها اندازه‌گیری گردید؛ بدین شکل که در ابتدای جلسه، اندازه‌گیری‌های آنترپومتریکی به منظور محاسبه و اندازه‌گیری هایپرتروفی ران شرکت کنندگان انجام شد. در ادامه و پس از گرم کردن، پرش‌ها به فاصله هر پنج دقیقه از یکدیگر صورت گرفت. همچنین، پس از ۴۸ ساعت، در جلسه دوم نیز پس از گرم کردن، قدرت بیشینه شرکت کنندگان اندازه‌گیری گردید.

1. Squat Jump
2. Countermovement Jump
3. Drop Jump

علاوه بر این، به منظور اندازه‌گیری عملکرد پرشی از آزمون‌های پرش اسکات، پرش عمودی با کمک دست‌ها و پرش عمقی با سه تکرار استفاده شد. بین هر تکرار، دو دقیقه فاصله استراحتی و بین هر پرش، پنج دقیقه فاصله استراحتی در نظر گرفته شد و بهترین عملکرد ثبت گردید. در پرش اسکات، آزمودنی‌ها از حالت نیمه‌اسکات (زاویه ۹۰ درجه) و با قراردادن دست‌ها در کنار ران، با حداکثر توان ممکن به سمت بالا پرش کردند (۱۵). پرش عمودی نیز همانند پرش اسکات، با کمک دست‌ها انجام شد. با این تفاوت که در پرش عمودی با کمک دست‌ها، پرش ورزشکاران از حالت ایستاده و با یک حرکت سریع به سمت پایین شروع می‌شد (۲۳، ۲۴). پرش عمقی نیز از روی جعبه‌ای با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر انجام گرفت؛ به صورتی که آزمودنی‌ها از روی جعبه به سمت پایین و روی دستگاه ارگوجامپ<sup>۱</sup> افتاده و بدون اتلاف وقت، به سمت بالا می‌پریدند (۲۴). شایان ذکر است که تمامی پرش‌ها با استفاده از دستگاه ارگوجامپ ساخت دانشگاه حکیم سبزواری که دارای روایی ۰/۹۴ با روش اندازه‌گیری پرش با استفاده از آنالیز ویدیویی با دستگاه آنالیز حرکتی (سیستم‌های آنالیز حرکتی واقعی سیمی<sup>۲</sup>، ساخت آلمان) بود انجام گرفت. پایایی اندازه‌گیری دستگاه ارگوجامپ نیز دارای ضریب هم‌بستگی درونی ۰/۹۷ بود.

همچنین، اوج و میانگین توان پا توسط آزمون پرش عمودی و با استفاده از فرمول جانسون و بهاموند<sup>۳</sup> بر حسب وات (W) برآورد شد (۲۵). توان نسبی نیز با تقسیم اعداد به دست آمده بر وزن افراد محاسبه گردید.

$$1308 - \text{قد (سانتی‌متر)} \times 15/3 - \text{وزن (کیلوگرم)} \times 60/6 + \text{پرش عمودی (سانتی‌متر)} \times 78/5 = \text{اوج توان}$$

$$421 + \text{قد (سانتی‌متر)} \times 13/9 - \text{وزن (کیلوگرم)} \times 31/2 + \text{پرش عمودی (سانتی‌متر)} \times 41/4 = \text{میانگین توان}$$

علاوه بر این، قدرت بیشینه عضلات پا توسط آزمون یک تکرار بیشینه حرکت اسکات با وزنه‌های آزاد مورد اندازه‌گیری قرار گرفت؛ بدین صورت که ابتدا، شرکت‌کنندگان گرم کردن عمومی را انجام دادند و سپس، با ۶۰-۴۰ درصد وزنه بیشینه تخمینی خود و با هشت تا ۱۰ تکرار، به گرم کردن اختصاصی پرداختند. شایان ذکر است که حرکت اسکات با قراردادن هالتر روی بخش خلفی عضلات دلتوئید و گردن شروع شد. با شنیدن فرمان رو، شرکت‌کنندگان خم کردن اکسنتریک پا را تا ۶۰ درجه انجام می‌دادند. سپس، با تمام سرعت ممکن، به باز کردن کانسنتریک پا تا صاف شدن کامل (۱۸۰ درجه)

- 
1. Ergo Jump
  2. Simi Reality Motion Systems
  3. Johnson and Bahamonde

بدن می‌پرداختند. لازم به یادآوری است که در اجرای آزمون، کمربندهای ایمنی توسط تمامی شرکت‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفت. در جریان آزمون و با فاصله دو دقیقه استراحت فعال، وزنه‌ها افزایش پیدا می‌کرد؛ تاجایی که آخرین حرکت اسکات قابل قبول اجرا شود. این رکورد برای هر ورزشکار در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ثبت گردید (۲۶).

در پژوهش حاضر، هایپرتروفی عضلانی با استفاده از اندازه‌گیری تغییرات در سطح مقطع عضلات ران به روش آنتروپومتریکی و همانند روش ناپیک<sup>۱</sup> و همکاران اندازه‌گیری گردید. این روش آنتروپومتریکی، دارای هم‌بستگی بالایی با روش MRI<sup>۲</sup> می‌باشد (r=۰/۹۶). همچنین، با استفاده از فرمول زیر سطح مقطع عضلات ران محاسبه گردید (۲۷). محیط ران نیز با استفاده از متر نواری و با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری گشت. علاوه بر این، چربی زیرپوستی ران در قسمت میانی ران توسط کالیپر و فاصله بین اپی‌کندید داخلی و خارجی استخوان ران با کولیس اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است که تمامی اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی توسط یک آزمونگر مشخص و ماهر در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. از هر فرد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون دوبار تست گرفته شد و میانگین نتایج برای وی ثبت گردید. ضریب پایایی نتایج با استفاده از روش آزمون - آزمون مجدد ۰/۸۷ به دست آمد.

$$A_M = 0/649 \cdot ((C_T / - S_Q)^2 - (0/3 \cdot d_E)^2)$$

A<sub>M</sub>: سطح مقطع عضلات ران (cm<sup>2</sup>)

C<sub>T</sub>: محیط ران (cm)

S<sub>Q</sub>: چربی زیرپوستی چهارسر ران (cm)

d<sub>E</sub>: فاصله بین اپی‌کندید داخلی و خارجی ران (cm)

شاخص ارتجاعی پا (تقویت‌کننده پیش‌کششی<sup>۳</sup>) مربوط به توانایی استفاده و آزادسازی انرژی الاستیکی ذخیره‌شده در اجزای سری پا می‌باشد. در برخی مطالعات از نسبت ارتفاع پرش عمودی بر ارتفاع پرش اسکات با عنوان "نسبت به‌کارگیری انرژی الاستیکی" بهره برده‌اند و برخی دیگر نیز از اختلاف این دو پرش با عنوان "قدرت واکنشی" برای این متغیر استفاده کرده‌اند (۲۳،۲۸). در مطالعه حاضر، شاخص ارتجاعی عضلات پا با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$X_{100} = \left[ \frac{\text{ارتفاع پرش اسکات}}{\text{ارتفاع پرش عمودی}} - 1 \right] \times 100 = \text{شاخص ارتجاعی پا}$$

1. Knapik
2. Magnetic Resonance Imaging
3. Prestretch Augmentation

پس از این که تمامی آزمون‌ها از ۳۰ نفر شرکت‌کننده گرفته شد، آن‌ها به صورت تصادفی در سه گروه ۱۰ نفری شامل: گروه تمرین پلائیومتریک مقاومتی با کش، گروه تمرین پلائیومتریک شتابی با کش و گروه تمرین پلائیومتریک معمولی بدون کش تقسیم شدند. شایان‌ذکر است که بین سه گروه در داده‌های قدرت بیشینه و میزان فعالیت در هفته، تفاوت معناداری وجود نداشت. پروتکل‌های تمرینی در هر سه گروه به مدت چهار هفته و هر هفته سه جلسه انجام شد. در گروه تمرین پلائیومتریک مقاومتی، کش از پایین به یک شی محکم بسته شده و به کمر شرکت‌کننده متصل می‌شد تا هنگام اجرای پرش، در مقابل آن مقاومت ایجاد کند. در گروه تمرین پلائیومتریک شتابی، کش از بالا به صورت حلقه به سبد بسکتبال متصل می‌شد و شرکت‌کننده‌ها با قراردادن زیربغل‌های خود داخل حلقه، شروع به انجام تمرین می‌کردند. در این گروه، کش با ایجاد حالت ارتجاعی در برگشت از مرحله برخورد با زمین باعث افزایش ارتفاع برگشتی فرد، به ویژه افزایش شتاب در اجرای حرکت پرشی می‌شد. نمونه‌هایی از تمرینات پلائیومتریک مقاومتی و شتابی در شکل شماره یک ارائه شده است. برای این منظور از کش‌های مقاومتی تراپاند<sup>۱</sup> که از سیستم کدبندی رنگی برای تعیین مقاومت تهیه شده است استفاده گشت. شایان‌ذکر است که تولید نیرو، وابسته به رنگ و درصد کشش می‌باشد. رنگ‌بندی (به ترتیب از حداقل تا حداکثر مقاومت) نیز شامل: زرد، قرمز، سبز، آبی، مشکی، نقره‌ای و طلایی است. در پژوهش حاضر با توجه به این که آزمودنی‌ها ورزشکار بودند از رنگ مشکی استفاده گردید. همچنین، برای پلائیومتریک مقاومتی از کشی به اندازه ۵۵-۵۰ سانتی‌متر استفاده شد و جهت پلائیومتریک شتابی نیز کشی با اندازه ۳۵-۳۰ سانتی‌متر به کار رفت. هر سه گروه به لحاظ شدت و حجم تمرین یکسان‌سازی شدند. علاوه بر این، شدت تمرینات پلائیومتریک در هر سه گروه با استفاده از مقیاس درک فشار کار بورگ<sup>۲</sup> تعیین شد؛ به شکلی که پیش از اجرای پروتکل تمرینی، شرکت‌کنندگان حین آشنایی با تمرین، از هر حرکت، ده تکرار را انجام می‌دادند و میزان فشار کار هر حرکت پلائیومتریک را به طور جداگانه مشخص می‌نمودند. میانگین نمرات ارائه شده توسط شرکت‌کنندگان نیز برای تعیین شدت آن حرکت استفاده گردید. همچنین، بار حجمی تمرین (تعداد ست‌ها \* تعداد تکرارها \* شدت) محاسبه شد و بین سه گروه یکسان‌سازی گشت. پروتکل‌های تمرینی هر سه گروه در جدول شماره دو ارائه شده است. هر سه گروه تمرین بین هر ست، یک دقیقه و بین هر سری، دو دقیقه استراحت می‌کردند. علاوه بر این، هر سه گروه به صورت متوسط ۴۰-۳۰ دقیقه در هر جلسه تمرین می‌کرد.

- 
1. Thera-Band
  2. Rating of Perceived Exertion Scale



الف) تمرینات پلایومتریک شتابی



ب) تمرینات پلایومتریک مقاومتی

شکل ۱- نمونه‌هایی از تمرینات پلایومتریک شتابی (الف) و تمرینات پلایومتریک مقاومتی (ب)



جدول ۲- پروتکل های تمرینی سه گروه

پروتکل تمرین پلايومتریک شتابی با کش از بالا			
نوع تمرین	هفته اول و دوم	هفته سوم و چهارم	شدت
پرش اسکات شتابی	۲۷	۳۷	کم
پرش از روی مخروط شتابی	۲۸	۳۸	کم
پرش روی جعبه تک پای متناوب شتابی	۲۸	۲۸	متوسط
پرش لانژ قیچی وار شتابی	۲۸	۳۸	متوسط
پرش اسکات تک پای شتابی	۲۶	۳۶	زیاد
پروتکل تمرین پلايومتریک مقاومتی با کش از پایین			
نوع تمرین	هفته اول و دوم	هفته سوم و چهارم	شدت
پرش اسکات مقاومتی	۲۷	۳۷	کم
پرش لانژ قیچی وار مقاومتی	۲۸	۳۸	کم
پرش طولی جفت پای مقاومتی	۲۸	۳۸	متوسط
پرش طولی تک پای مقاومتی	۲۸	۲۸	متوسط
پرش اسکات تک پای مقاومتی	۲۶	۳۶	زیاد
پروتکل تمرین پلايومتریک معمولی بدون کش			
نوع تمرین	هفته اول و دوم	هفته سوم و چهارم	شدت
پرش اسکات	۲۷	۳۷	کم
پرش از روی مخروط	۲۸	۳۸	کم
پرش روی جعبه تک پای متناوب	۲۸	۲۸	متوسط
پرش لانژ قیچی وار	۲۸	۳۸	متوسط
پرش اسکات تک پای	۲۶	۳۶	زیاد

همچنین، جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌های پژوهش و استفاده از آزمون‌های پارامتریک یا غیرپارامتریک از آزمون شاپیرو ویلک<sup>۱</sup> استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، روش آماری پارامتریک مورد استفاده قرار گرفت. از آزمون لون<sup>۲</sup> نیز به منظور بررسی همگنی واریانس‌ها استفاده گردید. همچنین، جهت مقایسه میانگین داده‌های سه گروه از تحلیل عاملی کوواریانس (آنکوا<sup>۳</sup>) به همراه آزمون تعقیبی (ال اس دی)<sup>۴</sup> استفاده شد. پیش از آزمون نیز به عنوان کووریت قرار داده شد. به منظور بررسی تغییرات درون گروهی نیز از آزمون تی - زوجی استفاده گردید. علاوه بر این، آمار

1. Shapiro-Wilk
2. Levenes Test
3. ANCOVA
4. LSD

توصیفی جهت تعیین شاخص‌های اصلی نظیر میانگین، انحراف معیار، پراکندگی و غیره به کار برده شد و تمامی تحلیل‌ها در سطح اطمینان  $P = 0.05$  انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز از نرم‌افزار اس پی اس نسخه ۱۶ استفاده شد.

## نتایج

میانگین و انحراف استاندارد تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی متغیرهای پژوهش در جدول شماره سه ارائه شده است. یافته‌های بین‌گروهی نشان می‌دهد که تنها در ارتفاع پرش عمقی و قدرت بیشینه بین سه گروه تفاوت معناداری وجود دارد. آزمون تعقیبی نیز بیانگر این است که تمرین پلايومتریک مقاومتی باعث افزایش معنادار ارتفاع پرش عمقی نسبت به تمرینات پلايومتریک شتابی و پلايومتریک معمولی شده است (به ترتیب،  $P=0.01$  و  $P=0.006$ ). علاوه بر این، بین گروه تمرین پلايومتریک شتابی و پلايومتریک معمولی تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود ( $P=0.70$ ). همچنین، بر مبنای نتایج مشخص می‌شود که تمرینات پلايومتریک شتابی و پلايومتریک مقاومتی منجر به افزایش معنادار قدرت بیشینه نسبت به تمرین پلايومتریک معمولی شده است ( $P=0.001$ )، اما بین دو گروه تمرین پلايومتریک شتابی و پلايومتریک مقاومتی تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود ( $P=0.26$ ). یافته‌های درون‌گروهی پژوهش نیز نشان می‌دهد که هر سه تمرین پلايومتریک شتابی، پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی باعث بهبود معنادار ارتفاع پرش اسکات، پرش عمودی و پرش عمقی، حداکثر و میانگین توان، قدرت بیشینه و سطح مقطع عضلات ران نسبت به پیش‌آزمون شده است، اما هر سه گروه، تأثیر معناداری بر شاخص ارتجاعی پا نسبت به پیش‌آزمون نداشته‌اند.

جدول ۳- میانگین و انحراف استاندارد تغییرات درون گروهی و بین گروهی متغیرهای پژوهش

متغیرها	زمان آزمون	تمرین پلايومتریك شتابی	p درون- گروهی	تمرین پلايومتریك مقاومتی	p درون- گروهی	تمرین پلايومتریك معمولی	p درون- گروهی
پرش اسکات (cm)	پیش آزمون	۲۶/۳±۶۸/۴۱	۰/۰۰۳	۳۰/۱±۳۷/۲۰	۰/۰۰۲	۳۲/۳±۰۱/۸۹	۰/۰۲۲
	پس آزمون	۳۰/۳±۰۴/۴۳		۳۴/۲±۱۴/۷۵		۳۴/۲±۶۲/۹۶	
پرش عمودی (cm)	پیش آزمون	۳۲/۲±۴۲/۳۵	۰/۰۰۱	۳۴/۳±۸۱/۱۷	۰/۰۰۱	۳۶/۳±۲۸/۳۴	۰/۰۰۱
	پس آزمون	۳۶/۳±۲۰/۱۸		۳۷/۲±۲۵/۷۵		۳۸/۳±۸۵/۷۴	
پرش عمقی (cm)	پیش آزمون	۲۹/۵±۶۲/۳۴	۰/۰۰۱	۳۱/۴±۲۳/۸۷	۰/۰۰۱	۳۲/۱±۰۶/۹۳	۰/۰۰۱
	پس آزمون	۳۲/۴±۷۷/۷۱		۳۶/۳±۲۶/۸۰		۳۴/۲±۲۷/۲۴	
حداکثر توان (W/Kg)	پیش آزمون	۳۵/۳±۱۹/۶۴	۰/۰۰۱	۴۱/۳±۹۷/۲۵	۰/۰۰۲	۴۳/۴±۱۳/۳۱	۰/۰۱۲
	پس آزمون	۴۰/۴±۶۳/۹۱		۴۴/۲±۸۳/۹۲		۴۶/۴±۱۹/۶۰	
میانگین توان (W/Kg)	پیش آزمون	۱۹/۲±۵۴/۴۳	۰/۰۰۱	۲۳/۱±۰۴/۶۹	۰/۰۰۲	۲۳/۲±۴۹/۱۱	۰/۰۶۰
	پس آزمون	۲۲/۳±۳۸/۱۷		۲۴/۱±۵۵/۶۱		۲۵/۲±۱۱/۲۵	
قدرت بیشینه (kg)	پیش آزمون	۵۷/۱۱±۱۴/۱۲	۰/۰۰۱	۷۱/۱۸±۱۱/۱۶	۰/۰۰۱	۷۴/۱۲±۳۷/۰۸	۰/۰۰۱
	پس آزمون	۶۷/۱۱±۰۷/۰۶		۸۴/۲۱±۱۶/۶۱		۸۰/۱۳±۳۱/۵۲	
سطح مقطع ران (cm <sup>2</sup> )	پیش آزمون	۸۶/۲۶±۵۲/۶۳	۰/۰۰۱	۱۳۳/۳۴±۳۵/۱۲	۰/۰۰۲	۱۱۹/۱۹±۶۶/۱۶	۰/۰۱۰
	پس آزمون	۹۷/۲۷±۵۱/۵۷		۱۴۰/۳۵±۵۲/۸۳		۱۲۴/۱۹±۶۵/۹۸	
شاخص ارتجاعی پا (%)	پیش آزمون	۲۲/۱۴±۷۷/۵۷	۰/۰۶۹	۱۴/۸±۵۳/۲۶	۰/۰۲۲	۹/۶±۶۴/۵۹	۰/۰۲۴
	پس آزمون	۲۱/۱۶±۶۶/۳۱		۹/۹±۵۴/۵۴		۱۲/۸±۳۱/۲۰	

\* تفاوت معنادار نسبت به تمرین پلايومتریك شتابی  
 † تفاوت معنادار نسبت به تمرین پلايومتریك معمولی

### بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر، هر سه تمرین پلايومتریك شتابی، پلايومتریك مقاومتی و پلايومتریك معمولی باعث بهبود ارتفاع پرش اسکات، پرش عمودی و پرش عمقی نسبت به پیش آزمون گردید و تنها تمرین پلايومتریك مقاومتی بود که منجر به بهبود بیشتر ارتفاع پرش عمقی نسبت به تمرین پلايومتریك شتابی و پلايومتریك معمولی شد. یافته‌ها نشان داد که بین سه تمرین، تفاوت معناداری در ارتفاع پرش اسکات و پرش عمودی وجود ندارد. درصد تغییر با تمرینات پلايومتریك شتابی، پلايومتریك مقاومتی و پلايومتریك معمولی نیز در پرش اسکات به ترتیب ۱۲، ۱۲ و چهار درصد، در پرش عمودی به ترتیب ۱۶، ۱۵ و ۱۱ درصد و در پرش عمقی به ترتیب ۱۱، ۱۷ و شش درصد گزارش شد. نتایج برخی مطالعات انجام شده در این حیطه با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌سو می‌باشد؛ به‌عنوان مثال، کلوندی و همکاران (۱۳۹۰) بهبود معنادار ارتفاع پرش عمودی نسبت به پیش آزمون را با هر دو تمرین پلايومتریك مقاومتی با کش و تمرین پلايومتریك معمولی نشان دادند و عدم تفاوت معنادار بین این

دو نوع تمرین را بیان کردند که نتایج آن‌ها هم‌سو با نتایج حاضر می‌باشد (۲۱). اما، کارلسون<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) و مک کلنتون<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸)، عدم بهبود معنادار ارتفاع پرش عمودی را با استفاده از تمرین پلايومتریك مقاومتی با کش گزارش کردند که با نتایج مطالعه حاضر ناهم‌خوان می‌باشد (۲۹، ۲۰). اغلب مطالعات، بهبود ارتفاع پرش عمودی، پرش اسکات و پرش عمقی را با انجام تمرینات پلايومتریك معمولی گزارش کرده‌اند که این امر با نتایج پژوهش حاضر هم‌سو می‌باشد (۲۴، ۱۸، ۸). درمقابل، برخی مطالعات نیز عدم بهبود معنادار پرش عمودی، پرش اسکات و پرش عمقی را با انجام تمرینات پلايومتریك معمولی نشان داده‌اند که با نتایج مطالعه حاضر ناهم‌سو است (۳۱، ۳۰، ۱۶). این احتمال وجود دارد که عدم بهبود ارتفاع پرش با تمرینات پلايومتریك مقاومتی با کش در مطالعه مک کلینتون و همکاران (۲۰۰۸) و کارلسون و همکاران (۲۰۰۹) به دلیل تعداد پرش کمتر، عدم استفاده از تمرینات پرشی افقی و تنوع کمتر تمرینات نسبت به پژوهش حاضر و نیز افزایش زمان استهلاک و کاهش کارایی چرخه کشش - کوتاه‌شدن به علت مقاومت زیاد باشد (۲۹). همچنین، عدم بهبود ارتفاع پرش با تمرینات پلايومتریك معمولی در برخی مطالعات ناهم‌سو نیز ممکن است به دلیل کم‌بودن بار تمرینی، به‌ویژه کم‌بودن شدت تمرین (۱۶) و تعداد پرش کمتر در هر جلسه (۳۰، ۱۶) باشد؛ زیرا، کم‌بودن بار تمرینی سبب کاهش در فراخوانی واحدهای حرکتی شده و منجر به عدم سازگاری عصبی - عضلانی می‌شود (۳۲). مکانیسم احتمالی بهبود پرش در هر سه نوع تمرین پلايومتریك نیز ممکن است به علت بهبود چرخه کشش - کوتاه‌شدن، افزایش برون‌ده نیرو و افزایش میزان توسعه نیرو به وسیله بهبود در سازگاری‌های عصبی - عضلانی، به‌ویژه افزایش تعداد فراخوانی واحدهای حرکتی و افزایش میزان شلیک عصبی (۱۴، ۱۳)، بهبود هم‌زمانی عمل واحدهای حرکتی (۳۳، ۲۲) باشد. در هر سه پرش، تمرینات پلايومتریك شتابی و تمرینات پلايومتریك مقاومتی تقریباً به‌طور مشابه، درصد تغییر بیشتری را نسبت به تمرینات پلايومتریك داشته‌اند که ممکن است به دلیل بهبود بیشتر کارایی چرخه کشش - کوتاه‌شدن و نیز افزایش بیشتر میزان توسعه نیرو با استفاده از این تمرینات نسبت به تمرینات پلايومتریك معمولی باشد. با توجه به افزایش بیشتر ارتفاع پرش عمقی با استفاده از تمرینات پلايومتریك مقاومتی نسبت به تمرین پلايومتریك شتابی و معمولی، به نظر می‌رسد که استفاده از مقاومت کش در مرحله کانسنتریك پرش باعث بهبود بیشتر کارایی چرخه کشش - کوتاه‌شدن سریع نسبت به دو نوع تمرین دیگر می‌شود (۱۳).

- 
1. Carlson
  2. McClenton

علاوه بر این، حداکثر و میانگین توان با هر سه تمرین پلائیومتریک شتابی، تمرین پلائیومتریک مقاومتی و تمرین پلائیومتریک معمولی، افزایش معناداری را نسبت به پیش‌آزمون نشان داد، اما بین سه تمرین تفاوت معناداری وجود نداشت. در دو مطالعه، ریا و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر تمرینات پلائیومتریک مقاومتی را بر توان بررسی کردند که نتایج هر دو پژوهش، افزایش توان را با استفاده از تمرین پلائیومتریک مقاومتی نشان داد که این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌سو می‌باشد (۱،۳۳). همچنین، نتایج برخی مطالعات در افزایش توان با تمرینات پلائیومتریک معمولی با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوان بوده (۱۴،۳۶) و نتایج برخی دیگر ناهم‌خوان می‌باشد (۲۴،۳۶). دلیل ناهم‌سوی بودن برخی مطالعات با نتایج پژوهش حاضر در افزایش توان ممکن است به دلیل کم بودن بار تمرینی در آن مطالعات، به‌ویژه کم بودن شدت تمرین (۳۶)، استفاده از یک نوع حرکت پلائیومتریک (۲۴)، تعداد جلسات کمتر در هفته (۳۶) و کوتاه بودن وقفه استراحتی بین ست‌ها (۲۴) باشد؛ زیرا، کم‌بودن بار تمرینی سبب کاهش در فراخوانی واحدهای حرکتی شده و منجر به عدم سازگاری عصبی - عضلانی می‌شود (۳۲). وقفه استراحتی کوتاه‌تر نیز سبب بهبود استقامت در توان، به‌جای حداکثر توان می‌شود (۳۷)؛ بنابراین، استراحت بیشتر و کافی در مطالعه حاضر منجر به بازسازی کامل فسفات‌های پراثری شده و این کار باعث بهبود توان شده است. مکانیسم احتمالی بهبود توان همانند پرش در هر سه نوع تمرین پلائیومتریک ممکن است بهبود چرخه کشش - کوتاه‌شدن، افزایش برون‌ده نیرو و افزایش میزان توسعه نیرو به‌وسیله بهبود در سازگاری‌های عصبی - عضلانی به‌ویژه افزایش تعداد فراخوانی واحدهای حرکتی و افزایش میزان شلیک عصبی (۱۳،۱۴)، بهبود هم‌زمانی عمل واحدهای حرکتی (۱۴)، تغییرات در تحریک‌پذیری رفلکس کششی و افزایش فعالیت دوک‌های عضلانی باشد (۲۲،۳۲). با این حال، درصد تغییر با تمرینات پلائیومتریک شتابی، پلائیومتریک مقاومتی و پلائیومتریک معمولی در حداکثر توان به ترتیب ۱۵، هفت و هفت درصد و در میانگین توان به ترتیب ۱۴، شش و شش درصد می‌باشد؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد تمرینات پلائیومتریک شتابی نسبت به تمرینات پلائیومتریک مقاومتی و پلائیومتریک معمولی، کارایی بیشتری در بهبود توان دارد. دلیل این امر ممکن است بهبود بیشتر کارایی چرخه کشش - کوتاه‌شدن با کاهش زمان استهلاک و افزایش بیشتر میزان توسعه نیرو با اجرای شتابی حرکات پرشی در این نوع تمرین نسبت دیگر تمرینات پلائیومتریک باشد.

علاوه بر این، هایپرتروفی عضلات ران (سطح مقطع عضلات ران) با هر سه تمرین پلائیومتریک شتابی، تمرین پلائیومتریک مقاومتی و تمرین پلائیومتریک معمولی، بهبود معناداری را نسبت به پیش‌آزمون نشان داد، اما بین سه نوع تمرین پلائیومتریک تفاوت معناداری وجود نداشت. تا آن‌جا که بررسی کردیم، مطالعه‌ای یافت نشد که اثر تمرین پلائیومتریک شتابی و پلائیومتریک مقاومتی را بر سطح مقطع عضلات ران بررسی کرده باشد. اما، برخی مطالعات، بهبود معنادار سطح مقطع عضلات ران را

با تمرین پلايومتریک معمولی نشان داده‌اند که با نتایج مطالعه حاضر هم‌سو می‌باشد (۱۸،۱۹)، اما نتایج برخی مطالعات دیگر بیانگر عدم بهبود معنادار سطح مقطع عضلات ران می‌باشد که این امر با نتایج پژوهش حاضر ناهم‌سو می‌باشد (۸،۱۴). به‌نظر می‌رسد نوع روش اندازه‌گیری سطح مقطع عضلات ران و نیز شدت و حجم کم تمرین در مطالعات دیگر دلیل اختلاف و ناهم‌خوانی آن‌ها با مطالعه حاضر باشد. همچنین، مکانیسم احتمالی بهبود سطح مقطع عضلات ران ممکن است به‌دلیل افزایش اندازه تار عضلانی تند و کند انقباض (۳۸) و تحریک بیشتر تار عضلانی با تمرین پلايومتریک باشد (۳۹). باین‌حال، درصد تغییر با تمرینات پلايومتریک شتابی، پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی در بهبود سطح مقطع عضلات ران به‌ترتیب ۱۳، پنج و چهار درصد می‌باشد؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد تمرینات پلايومتریک شتابی نسبت به تمرینات پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی، کارایی بیشتری در بهبود هایپرتروفی عضلانی دارد. دلیل این امر ممکن است تحریک بیشتر تارهای عضلانی و افزایش بیشتر میزان توسعه نیرو با اجرای شتابی حرکات پرشی در این نوع تمرین نسبت دیگر تمرینات پلايومتریک باشد.

همچنین، قدرت بیشینه با هر سه تمرین پلايومتریک شتابی، پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی، بهبود معناداری را نسبت به پیش‌آزمون نشان داد و تمرین پلايومتریک شتابی و پلايومتریک مقاومتی نیز بهبود معناداری نسبت به تمرین پلايومتریک معمولی داشتند، اما بین تمرین پلايومتریک شتابی و مقاومتی تفاوت معناداری وجود نداشت. باین‌حال، درصد تغییر با تمرینات پلايومتریک شتابی، پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی در بهبود قدرت بیشینه به‌ترتیب ۲۵، ۱۸ و هشت درصد بود. مطالعه کلوندی و همکاران (۱۳۹۰)، بهبود قدرت بیشینه را با استفاده از پلايومتریک مقاومتی با کش و پلايومتریک معمولی نشان داد که این نتیجه با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌سو می‌باشد (۲۱). همچنین، نتایج برخی مطالعات بهبود قدرت بیشینه (۱۶،۱۷) را با استفاده از تمرین پلايومتریک معمولی نشان داده‌اند که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد، اما نتایج برخی از مطالعات دیگر بیانگر عدم بهبود قدرت بیشینه با استفاده از تمرین پلايومتریک هستند که با نتایج مطالعه حاضر ناهم‌سو می‌باشد (۸،۳۸). دلیل ناهم‌سوبودن این مطالعات با پژوهش حاضر ممکن است بار تمرینی کمتر در آن مطالعات، به‌ویژه تعداد جلسات کمتر در هفته (۸،۴۰)، شدت کم تمرین (۸،۴۰) و حجم کم تمرین (۴۰) باشد؛ زیرا، کم‌تر بودن بار تمرینی سبب کاهش در فراخوانی واحدهای حرکتی شده و منجر به عدم سازگاری عصبی - عضلانی می‌شود (۳۲). مکانیسم احتمالی برای بهبود قدرت بیشینه با هر سه تمرین پلايومتریک ممکن است بهبود هایپرتروفی عضلانی و اندازه تار عضلانی (۳۶)، بهبود چرخه کشش - کوتاه‌شدن، افزایش در برون‌ده نیرو و میزان توسعه نیرو به‌وسیله بهبود در سازگاری‌های عصبی - عضلانی باشد (۱۳،۱۴،۲۲). بهبود بیشتر در تمرینات پلايومتریک شتابی و

پلايومتریک مقاومتی نیز ممکن است به این دلیل باشد که استفاده از تمرینات با کش، باعث کارایی بیشتر در سازگارهای عصبی و تحریک تارهای عضلانی بیشتری شده و از این طریق، منجر به بهبود بیشتر قدرت می‌شود.

علاوه بر این، براساس یافته‌ها مشخص شد که شاخص ارتجاعی پا با هر سه تمرین، تغییر معناداری نسبت به پیش‌آزمون ندارد. بین سه نوع تمرین نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین، پژوهشی یافت نشد که اثر تمرینات پلايومتریک شتابی و پلايومتریک مقاومتی را بر شاخص ارتجاعی پا و یا شاخص‌های مشابه در به‌کارگیری انرژی ارتجاعی پا بررسی کرده باشد، اما این نتایج با یافته‌های تورنر<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۳) و ایمپلرزی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) هم‌سو می‌باشد (۳۰، ۴۱). ایمپلرزی و همکاران (۲۰۰۸) افزایش غیرمعنادار نسبت به کارگیری انرژی الاستیکی را پس از چهار هفته تمرین پلايومتریک در زمین چمن نسبت به پیش‌آزمون گزارش کردند (۴۱). به نظر می‌رسد که بهبود در شاخص ارتجاعی پا و نسبت به کارگیری انرژی الاستیکی به سطح تمرینی آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع کف زمین تمرینی وابسته می‌باشد (۲۳)؛ بنابراین، بهبود در این شاخص‌ها ممکن است به مدت‌زمان تمرینی طولانی‌تر و یا نوع کف زمین ویژه (کف‌های سفت، مورب و غیره) نیازمند باشد. این احتمال وجود دارد که دلیل عدم تغییر معنادار در شاخص ارتجاعی پا در پژوهش حاضر، کوتاه‌بودن مدت‌زمان برنامه تمرینی (چهار هفته تمرین) باشد.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هر سه تمرین پلايومتریک شتابی، پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی باعث بهبود توان، عملکرد پرشی، قدرت و هایپرتروفی عضلانی می‌شود. تمرینات پلايومتریک شتابی و پلايومتریک مقاومتی نیز سبب افزایش معنادار ارتفاع پرش عمقی و قدرت نسبت به تمرین پلايومتریک معمولی می‌گردند. با توجه به نتایج و درصد تغییرات به نظر می‌رسد که استفاده از کش در تمرینات پلايومتریک نسبت به پلايومتریک معمولی و بدون کش کارایی بیشتری دارد. همچنین، کارایی تمرینات پلايومتریک شتابی در اغلب شاخص‌ها بیشتر از تمرین پلايومتریک مقاومتی و پلايومتریک معمولی می‌باشد.

**پیام مقاله:** با توجه به سودمندی بالای تمرینات پلايومتریک شتابی و مقاومتی نسبت به تمرینات پلايومتریک معمولی این شیوه از تمرین می‌تواند برای افرادی که به صورت مداوم از تمرینات پرشی و پلايومتریک استفاده می‌کنند و سازگاری و بهبود عملکرد آنها به فلات رسیده است مورد استفاده قرار گیرد تا با ایجاد تنوع در تمرین و تحریک بیشتر باعث ارتقا عملکرد ورزشکاران شود.

- 
1. Turner
  2. Impellizzeri

## منابع

1. Rhea M R, Peterson M D, Oliverson J R, Ayllon F N, Potenziano B J. An examination of training on the VertiMax resisted jumping device for improvements in lower body power in highly trained college athletes. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(3): 735-40.
2. Kraemer W J, Mazzetti S A, Nindl B C, Gotshalk L A, Volek J S, Bush J A, et al. Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(6): 1011-25.
3. de Villarreal E S, Kellis E, Kraemer W J, Izquierdo M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: A meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(2): 495-506.
4. Harries S K, Lubans D R, Callister R. Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2012; 15(6): 532-40.
5. Naclerio F, Faigenbaum A D, Larumbe-Zabala E, Perez-Bibao T, Kang J, Ratamess N A, et al. Effects of different resistance training volumes on strength and power in team sport athletes. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(7): 1832-40
5. Newton R U, Rogers R A, Volek J S, Hakkinen K, Kraemer W J. Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(4): 955-61.
7. Malatesta D, Cattaneo F, Dugnani S, Maffiuletti N A. Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(3): 573-9.
8. Herrero J A, Izquierdo M, Maffiuletti N A, Garcia-Lopez J. Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *Int J Sports Med.* 2006; 27(7): 533-9.
9. Wilcock I M, Whatman C, Harris N, Keogh J W. Vibration training: Could it enhance the strength, power, or speed of athletes? *J Strength Cond Res.* 2009; 23(2): 593-603.
10. Delecluse C, Roelants M, Diels R, Koninckx E, Verschueren S. Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *Int J Sports Med.* 2005; 26(8): 662-8.
11. Mangine G T, Ratamess N A, Hoffman J R, Faigenbaum A D, Kang J, Chilakos A. The effects of combined ballistic and heavy resistance training on maximal lower- and upper-body strength in recreationally trained men. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(1): 132-9.
12. Ebben W P, Carroll R M, Simenz C J. Strength and conditioning practices of National Hockey League strength and conditioning coaches. *J Strength Cond Res.* 2004; 18(4): 889-97.
13. Markovic G, Mikulic P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Med.* 2010; 40(10): 859-95.
14. Chelly M S, Ghenem M A, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard R J. Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(10): 2670-6.
15. de Villarreal E S, Izquierdo M, Gonzalez-Badillo J J. Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(12): 3274-81.



16. Herrero A J, Martin J, Martin T, Abadia O, Fernandez B, Garcia-Lopez D. Short-term effect of plyometrics and strength training with and without superimposed electrical stimulation on muscle strength and anaerobic performance: A randomized controlled trial. Part II. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(6): 1616-22.
17. Saez de Villarreal E, Requena B, Izquierdo M, Gonzalez-Badillo J J. Enhancing sprint and strength performance: Combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. *J Sci Med Sport.* 2013; 16(2): 146-50.
18. Chelly M S, Hermassi S, Aouadi R, Shephard R J. Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(5): 1401-10.
19. Vissing K, Brink M, Lonbro S, Sorensen H, Overgaard K, Danborg K, et al. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(6): 1799-810.
20. Carlson K, Magnusen M, Walters P. Effect of various training modalities on vertical jump. *Res Sports Med.* 2009; 17(2): 84-94.
۲۱. کلوندي فردین، توفیقی اصغر، محمد زاده سلامت خالد. اثر تمرینات الاستیک، پلايومتریک و مقاومتی بر عملکرد بی هوازی والیبالیست های نخبه استان کردستان. فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۰؛ ۳(۱۲): ۲۶-۱۳.
22. Baechle T R, Earle R W. Essentials of strength training and conditioning. Human kinetics: Champaign, IL; 2008. 3rd ed. 413-456.
23. McGuigan M R, Doyle T L, Newton M, Edwards D J, Nimphius S, Newton R U. Eccentric utilization ratio: Effect of sport and phase of training. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(4): 992-5.
24. Markovic G, Jukic I, Milanovic D, Metikos D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(2): 543-9.
25. Johnson D L, Bahamonde R. Power output estimate in university athletes. *J Strength Cond Res.* 1996; 10(3): 161-6.
26. Sáez de Villarreal E, Requena B, Izquierdo M, Gonzalez-Badillo J J. Enhancing sprint and strength performance: Combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. *J Sci Med Sport.* 2013; 16(2): 146-50.
27. Knapik J J, Staab J S, Harman E A. Validity of an anthropometric estimate of thigh muscle cross-sectional area. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28(12): 1523-30.
28. Turner A M, Owings M, Schwane J A. Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(1): 60-7.
29. McClenton L S, Brown L E, Coburn J W, Kersey R D. The effect of short-term VertiMax vs. depth jump training on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(2): 321-5.
30. Turner A M, Owings M, Schwane J A. Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(1): 60-67.
۳۱. فلاح محمدی ضیاء، نظری حسین. تاثیر چهار هفته تمرین پلايومتریک بر غلظت سرمی فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز مردان فعال. فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۲؛ ۵(۲۰): ۳۸-۲۹.
32. Kraemer W J, Ratamess N A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.* 2005; 35(4): 339-61.

33. Wallace B J, Winchester J B, McGuigan M R. Effects of elastic bands on force and power characteristics during the back squat exercise. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(2): 268-72.
34. Rhea M R, Peterson M D, Lunt K T, Ayllon F N. The effectiveness of resisted jump training on the VertiMax in high school athletes. *J Strength Cond Res.* 2008; 22(3): 731-4.
35. Ebben W P, Feldmann C R, Vanderzanden T L, Fauth M L, Petushek E J. Periodized plyometric training is effective for women, and performance is not influenced by the length of post-training recovery. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(1): 1-7.
36. Ozbar N, Ates S, Agopyan A. The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer player. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(10): 2888-94.
37. Pienaar C, Coetzee B. Changes in selected physical, motor performance and anthropometric components of university-level rugby players after one microcycle of a combined rugby conditioning and plyometric training program. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(2): 398-415.
38. Potteiger J, Lockwood R H, Haub M D, Dolezal B A, Almuzaini K S, Schroeder J M, et al. Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *J Strength Cond Res.* 1999; 13(3): 275-9.
39. Markovic G, Mikulic P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Med.* 2010; 40(10): 859-95.
40. Wilson G J, Murphy A J, Giorgi A. Weight and plyometric training: Effects on eccentric and concentric force production. *Can J Appl Physiol.* 1996; 21(4): 301-15.
41. Impellizzeri F M, Rampinini E, Castagna C, Martino F, Fiorini S, Wisloff U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *Br J Sports Med.* 2008; 42(1): 42-6.

## نحوه استناددهی

محمدی عباس، خدائی کاظم، عباسی ایمان. مقایسه اثر تمرینات پلایومتریک شتابی، پلایومتریک مقاومتی و پلایومتریک معمولی بر عملکرد توان، قدرت و هایپرتروفی عضلانی مردان فعال. فیزیولوژی ورزشی. تابستان ۱۳۹۵؛ ۸(۳۰): ۳۳-۵۰.

Mohammadi A, Khodaei K, Abasi. I. A Comparison of the Effect of Accelerated Plyometric, Resisted Plyometric and Common Plyometric Training on Power Performance, Strength and Muscle Hypertrophy in Active Males. *Sport Physiology.* Spring 2016; 8 (30): 33-50.

## **A Comparison of the Effect of Accelerated Plyometric, Resisted Plyometric and Common Plyometric Training on Power Performance, Strength and Muscle Hypertrophy in Active Males**

**A. Mohammadi<sup>1</sup>, K. Khodaei<sup>2</sup>, I. Abasi<sup>3</sup>**

1. Ph.D. student at Ferdowsi University of Mashhad
2. Assistance Professor of Urmia University\*
3. M.Sc. of Hakim Sabzevari University

**Received date: 2013/11/18**

**Accepted date: 2014/01/27**

---

### **Abstract**

The purpose of this study was to compare the effects of accelerated plyometric, resisted plyometric, and common plyometric training on power performance, strength and muscle hypertrophy. Thirty active males (age  $20.67 \pm 1.12$ , height  $174.83 \pm 4.69$ , weight  $63.45 \pm 7.51$ ) volunteered to participate in this study. The participants were randomly divided among three groups and were matched according to the amount of activity in a week and maximal strength. The training protocol consisted of four weeks with three sessions per week. The posttest was performed after 48 hours of the last session. Intergroup differences were analyzed with ANCOVA and LSD post hoc tests, and intragroup difference analyzed with paired t-test. The findings of the present study indicated that all three plyometric training (accelerated, resisted and common) were significantly improved compared with pretest in squat jump, countermovement jump and depth jump height, countermovement jumping peak and average power, maximal strength and anthropometrically thigh muscle cross-sectional area. Resisted plyometric training was leads to significant improvements in depth jump height compared with accelerate and common plyometric training. In addition, accelerate and resisted plyometric training were significantly an improvement in maximal strength than common plyometric training regards to results and change percent, it seems use of elastic bands in plyometric training (accelerated and resisted) more beneficial than common plyometric training. Furthermore, accelerated plyometric is more efficient in improvement of power and muscular strength than the resisted and common plyometric training.

**Keywords:** Accelerated Plyometric Training, Resisted Plyometric Training, Maximal Strength, Power, Muscle Hypertrophy.

---

---

\*Corresponding Author

Email: k.khodai@yahoo.com