

## The Effect of Progressive Jump Landing Exercises with Injury Prevention Approach on the Performance of Male Basketball Players with Knee Valgus Defect

Saeed Ghobadi nezhad<sup>\*1</sup> , Seyyed Hossein Hosseini<sup>2</sup>, Ali Asghar Norasteh<sup>1</sup>

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Department of Physical Education & Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

\* **Corresponding Author:** saeed.qobadii@gmail.com

### Abstract

**Background and Objectives:** One of the goals of jump landing exercises is to “improve performance” also; knee valgus defect can affect the performance of functional activities and alter the function of lower extremities muscles. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of progressive jump landing exercises with an injury prevention approach on the performance of male basketball players with valgus defects.

**Materials and Methods:** This study was a quasi-experimental and interventional type (jump-landing exercises) with a pre-test and post-test design. The population of the present study consisted of all male basketball players with dynamic valgus deformity of the knee in Mazandaran province in the age range of 16 to 20 years and 24 basketball players were purposefully selected and divided into experimental and control groups. After obtaining written consent and identifying individuals with dynamic knee valgus by the squat test, the Y test, modified T-test, and the Sargent test were used to assess the balance, agility, and lower extremity explosive power, respectively. For analyzing data, the covariance test was used with the pre-test factor as a covariate.

**Results:** The results of the present study showed that jump landing exercises have a significant effect on improving dynamic balance ( $p = 0.001$ ), agility ( $p = 0.001$ ), and lower limb explosive power ( $p = 0.001$ ) in the experimental group.

**Conclusion:** According to the results of the present study, performing 6 weeks of jump landing exercises has led to improved dynamic balance, agility, and explosive power of the lower limbs. Therefore, progressive jump landing exercises can be recommended to improve performance in basketball players with dynamic knee valgus.

**Keywords:** progressive jump landing exercises; performance; knee valgus defect; basketball

**How to cite this article:** Ghobadi-Nezhad S, Hosseini SH, Norasteh AA. The Effect of Progressive Jump Landing Exercises with Injury Prevention Approach on the Performance of Male Basketball Players with Knee Valgus Defect. *Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat*. 2022;10(1):67-79.  
<https://doi.org/10.22037/iipm.v10i1.36193>

## اثر تمرینات پرش فرود پیشرونده با رویکرد پیشگیری از آسیب بر عملکرد مردان بسکتبالیست با نقص والگوس زانو

سعید قبادی نژاد<sup>۱\*</sup>، سید حسین حسینی<sup>۲</sup>، علی اصغر نورسته<sup>۱</sup>

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران  
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

### چکیده

**سابقه و هدف:** یکی از اهداف تمرینات پرش فرود « بهبود عملکرد » می باشد. همچنین نقص والگوس زانو می تواند بر اجرای فعالیت های عملکردی اثر بگذارد و عملکرد عضلات اندام تحتانی را تغییر دهد. لذا هدف از این پژوهش بررسی اثر تمرینات پرش فرود پیشرونده با رویکرد پیشگیری از آسیب بر عملکرد مردان بسکتبالیست با نقص والگوس زانو بود.

**روش بررسی:** پژوهش از نوع نیمه تجربی و مداخله ای (تمرینات پرش - فرود)، با یک طرح پیش آزمون پس آزمون بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه بازیکنان مرد بسکتبالیست با نقص والگوس پویا زانوی استان مازندران در دامنه سنی بین ۱۶ تا ۲۰ سال تشکیل دادند و تعداد ۲۴ بسکتبالیست به صورت هدف دار انتخاب شده و به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. پس از اخذ رضایت نامه کتبی و شناسایی افراد دارای والگوس پویا زانو توسط آزمون اسکات جفت پا، برای ارزیابی تعادل، چابکی و قدرت انفجاری اندام تحتانی به ترتیب از آزمون تعادل Y، آزمون T اصلاح شده و آزمون سارجنت استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها، از آزمون کوواریانس با عامل پیش آزمون به عنوان کووریت استفاده شد.

**یافته ها:** نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرینات پرش فرود اثر معناداری بر بهبود تعادل پویا ( $P = 0,001$ )، چابکی ( $P = 0,001$ ) و قدرت انفجاری اندام تحتانی در گروه تجربی داشت ( $P = 0,001$ ).

**نتیجه گیری:** بر اساس نتایج پژوهش حاضر، اجرای ۶ هفته تمرینات پرش فرود منجر به بهبود تعادل پویا، چابکی، قدرت انفجاری اندام تحتانی شده است. بنابراین می توان تمرینات پرش فرود پیشرونده را جهت بهبود عملکرد در بسکتبالیست های دارای والگوس پویا زانو توصیه نمود.

**واژگان کلیدی:** تمرینات پرش فرود پیشرونده، عملکرد، نقص والگوس زانو، بسکتبال

### مقدمه

به ۳۵ تا ۴۶ فعالیت پرش و فرود در هر بازی دارد که ۲ تا ۴ برابر بیشتر از فوتبال و والیبال می باشد. ماهیت چند جانبه بسکتبال نیاز به شتاب و کاهش دائمی دارد و ورزشکاران را مجبور می کند هر ۲ تا ۳ ثانیه تغییر جهت بدهند (۱). علاوه بر این، شاخص تعیین کننده دیگر در بررسی توانایی عملکردی ورزشکار تعادل است که بخش جدایی ناپذیر اغلب فعالیت های روزانه می باشد. محققان تعادل را در اشکال گوناگون فعالیت ها مهم ترین بخش توانایی ورزشکار می دانند و معتقدند تعادل، مهارت حرکتی پیچیده ای است که باعث پویایی وضعیت بدن در جلوگیری از افتادن می شود و در ورزش هایی که نیازمند عکس العمل های سریع می باشند، یک محافظ در مقابل آسیب ها به شمار می رود. بنابراین ضعف تعادل یکی از مهم ترین عوامل ایجاد آسیب و باعث وقوع آسیب های فراوانی به ویژه در اندام تحتانی می شود. همچنین افزایش میزان آسیب دیدگی اندام تحتانی به ویژه آسیب لیگامان متقاطع قدامی می تواند در نتیجه نقص در

شرکت در ورزش با مطالبات جسمی زیاد مانند بسکتبال که یکی از محبوب ترین ورزش های جهان می باشد، ورزشکاران را در معرض آسیب بیشتری قرار می دهد. زیرا شامل فعالیت های پر فشار مانند دویدن، شتاب گرفتن، پرش و فرود، تغییر مسیر های مکرر و ناگهانی می باشد (۱، ۲). بسکتبال یک نوع بازی فیزیکی می باشد که تماس بدنی بین بازیکنان از ویژگی های اجتناب ناپذیر آن محسوب می شود، به طوری که بازیکنان به طور مداوم از بدن و آرنج و ساعد خود برای بدست آوردن توپ و پرتاب توپ به سمت سبد و دفع حریف استفاده می کنند. از این رو بازیکنان بسکتبال باید پویایی و دقت خوبی در حرکات، استقامت و پیش بینی موقعیت هایی که ممکن است در زمین بازی اتفاق بیفتد نشان دهند تا بروز آسیب به حداقل برسد. از طرفی دیگر بسکتبال ذاتا یک ورزش عمودی است و نیاز

فعالیت های عملکردی از جمله تعادل، چابکی و قدرت انفجاری اندام تحتانی می شود (۷، ۸). از این رو ضرورت پژوهش های بیشتر در خصوص ارزیابی تمرینات مناسب بر شاخص های توأم تعادل و حفظ عملکرد مناسب هنگام فرود روی یک پا، چابکی و قدرت انفجاری اندام تحتانی در بسکتبالیست های با نقص والگوس زانو حائز اهمیت است تا بدین شکل بتوان تمرینات مناسبی را برای این افراد در نظر گرفت (۹، ۱۰). بنابراین محققین در نظر داشتند تا اثر ۶ هفته تمرینات پرش فرود پیشرونده بر عملکرد مردان بسکتبالیست دارای والگوس پویای زانو را بررسی کنند.

### مواد و روش ها

این تحقیق از نوع نیمه تجربی و مداخله ای (تمرینات پرش فرود)، با یک طرح پیش آزمون پس آزمون بود. نمونه گیری پژوهش حاضر به صورت خوشه ای بود، به طوری که جامعه آماری، متشکل از کلیه بازیکنان مرد بسکتبالیست در دامنه سنی بین ۱۶ تا ۲۰ سال تیم های منتخب استان مازندران با نقص والگوس پویا زانو که از طرف اداره کل ورزش و جوانان استان مازندران معرفی شدند. تعداد نمونه برای پژوهش حاضر با استفاده از نرم افزار تعیین حجم نمونه G power (با در نظر گرفتن  $r^2 = 0/50$ ،  $power = 0/80$  و آلفای ۰/۰۵) ۲۴ آزمودنی به صورت در دسترس با توجه به معیار های ورود و خروج از پژوهش انتخاب شد که مطابق با تحقیقات پیشین (۱۱، ۱۲) بود. معیار های ورود به پژوهش عبارت بودند از: داشتن حداقل ۴ سال سابقه ورزشی منظم در رشته ورزشی بسکتبال، دارای والگوس پویا زانو با استفاده از آزمون اسکات جفت پا و عدم سابقه درمانی و اصلاحی (والگوس پویا زانو). همچنین معیار های خروج از پژوهش عبارت بودند از: داشتن سابقه جراحی اندام تحتانی و تنه، داشتن ناهنجاری های ستون فقرات، داشتن ضایعه مینیسک، پارگی لیگامان های زانو، عدم تمایل به ادامه مشارکت در تحقیق و شرکت در تمرینات پرش فرود در یک سال گذشته. همچنین آزمودنی ها به صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. گروه تجربی علاوه بر تمرینات مرسوم خود، برنامه تمرینی پرش فرود را به مدت ۶ هفته و ۳ جلسه در هفته انجام دادند، اما گروه کنترل تحت نظارت محقق به تمرینات معمول خود پرداختند. اما تمرینات گروه کنترل از نظر جلسات تمرینی، ساعت تمرین و حجم تمرینات با مشورت مربیان بسکتبال متناسب با گروه تجربی طراحی شد.

تکمیل فرم رضایت نامه و اندازه گیری قد و وزن توسط آزمونگر به وسیله متر نواری و ترازو انجام شد. ابتدا از بین افرادی که شرایط ورود به پژوهش را داشتند، به منظور شناسایی افراد دارای والگوس پویا زانو، در طی یک جلسه با استفاده از آزمون اسکات جفت پا، افراد با والگوس پویا زانو غربال شده و تعداد ۲۴ نفر انتخاب شدند. پس

عملکرد حرکتی و کنترل قامت باشد (۳). بنابراین یک بسکتبالیست برای عملکرد بهتر به عوامل آمادگی جسمانی بالایی نیاز دارد (۲). در این خصوص هرینگتون با اعمال ۴ هفته تمرینات پرش فرود بر عملکرد و زاویه والگوس زانو بسکتبالیست های زن، به این نتیجه رسید که تمرینات پرش فرود با مدت زمان کم می تواند باعث بهبودی زاویه والگوس و عملکرد شود (۴). کومار و راج پیرس به بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرینات پلائیومتریک بر عملکرد بازیکنان بسکتبال پرداخته اند. ۴۰ بسکتبالیست با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۳ سال به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۲۰ نفر) یا تمرینات پلائیومتریک و گروه کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند. پس از گروه بندی آزمودنی ها به گروه های تجربی و کنترل، به عنوان پیش آزمون متغیرهای منتخب سرعت، چابکی، انعطاف پذیری، قدرت انفجاری، توانایی پاس دادن، توانایی دریبل زدن، توانایی شوت بررسی شد. نتایج بهبود معناداری در متغیر های مورد مطالعه در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نشان داده بود (۵). ساکی و همکاران اثر ۸ هفته تمرینات پلائیومتریک منتخب را بر بهبود توانایی عملکرد اندام تحتانی زنان ورزشکار دارای والگوس پویا زانو بررسی کرده اند. ۲۶ زن با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۸ سال بسکتبالیست به صورت هدفمند و تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. به منظور ارزیابی متغیر های پژوهش از آزمون های تعادل پویا (Y اصلاح شده)، سارجنت و چابکی ایلینویز استفاده شده است. نتایج نشان داد که تغییرات معناداری در تمام متغیر ها نسبت به گروه کنترل وجود دارد (۶).

اثر بخشی تمرینات پرش فرود به ویژه در ورزشکارانی که حرکت های فرود و پرش در آن به کرات انجام می شود (مانند بسکتبال)، به یک چالش مهمی تبدیل شده است. زیرا این بازیکنان در اجرای مهارت های خود به دفعات از تکنیک پرش و فرود رو یک پا استفاده می کنند و برای اجرای این تکنیک به استفاده توأم چابکی برای عبور از حریف و قرار گرفتن در موقعیت مناسب، قدرت انفجاری اندام تحتانی برای تبدیل انرژی افقی به انرژی عمودی برای پرش شوت و همچنین تعادل برای کنترل بدن قبل و بعد از پرش نیاز دارند تا به بهترین اجرا رسیده و از آسیب دیدگی پیشگیری شود (۴). علاوه بر این یکی از اهداف تمرینات پرش فرود بهبود عملکرد ورزشکاران می باشد و با توجه به پژوهش های ذکر شده به خوبی نشان داده شده است که این نوع تمرینات می تواند بر عملکرد ورزشکار تاثیر گذار باشد. اما در مطالعات کمی تاثیر این نوع تمرینات را بر ورزشکاران دارای نقص عملکردی ویژه مانند نقص والگوس بررسی کرده اند که بیشتر تمرکز بر زنان داشته اند. نقص والگوس زانو می تواند بر اجرای فعالیت های عملکردی اثر بگذارد. به طوری که عملکرد عضلات اندام تحتانی را در صفحه فرونتال تغییر می دهد. بنابراین با تغییر عملکرد عضلات اندام تحتانی و تغییر نحوه انقباض عضلات، فرد دچار ضعف اجرای

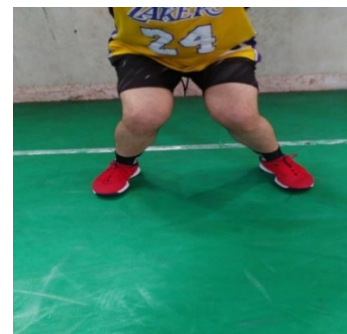
عقربه های ساعت و اگر پای راست پای برتر باشد، آزمون در خلاف عقربه های ساعت انجام می گردید. برای اجرای آزمون، آزمودنی با پای برتر در مرکز محل نوار (سه متر نوار ورزشی چسبانده شده روی زمین به نحوه که که علامت صفر مترها در مرکز واقع شده بود و جهت یکی از آنها به سمت قدامی بود و دو متر دیگر زاویه ۱۳۵ درجه با متر جهت قدامی داشته اند) در حالی که دستان خود را بر روی لگن قرار می دهد، ایستاده و با پای دیگر تلاش می کرد در ۳ جهت آزمون (قدامی، خلفی خارجی، خلفی داخلی) تا بیشترین حد امکان با حفظ تعادل خود ریش داشته باشند. آزمودنی تلاش برای رسیدن به بیشترین حد ریش داشته و با پای آزمون، متر نواری را لمس کرده و سپس به وضعیت ابتدایی خود بر می گردد. هر آزمودنی ۴ تکرار تمرینی را انجام می دهد و سپس ۲ دقیقه استراحت می کند. در نهایت ۳ تکرار در هر مسیر برای هر فرد ثبت می شود. در صورت بروز هر گونه خطا از جمله برداشتن دست ها از روی لگن، ایستادن بر روی دو پا در موقعیت اولیه آزمون و بلند کردن یا حرکت دادن هر بخش از پای آزمون در هر تکرار منجر به حذف آن تلاش برای آزمودنی و تکرار آن می شود. به منظور تعیین امتیاز اجرا برای هر جهت، میانگین نمرات ۳ تلاش محاسبه و نرمال سازی می شود. نرمال سازی با تقسیم میانگین فاصله دستیابی بر طول پا و سپس ضرب در ۱۰۰ انجام شد. برای محاسبه امتیاز ترکیبی<sup>۲</sup> آزمون از میانگین سه امتیاز فاصله دستیابی نرمال سازی شده، استفاده شد (تصویر ۲).



تصویر ۲. آزمون تعادل Y

برای ارزیابی چابکی از آزمون تی تعدیل شده استفاده شده است (۱۷) که شامل تغییر جهت های مختلف می باشد و ارتباط بسیار قدرتمندی با صفحات حرکتی یک بسکتبالیست دارد (۱۸). این آزمون تحت تأثیر یک عامل قرار نمی گیرد، بلکه بر چندین ویژگی خاص مربوط به بسکتبال مانند سرعت، قدرت و پرش در صفحات مختلف حرکتی تأکید می کند و با استفاده از چهار مخروط و یک کرونومتر قابل اجراست. آزمودنی ۵۰ سانتی متر پشت منطقه شروع

از انتخاب آزمودنی ها فرم رضایت نامه کتبی از آنها اخذ شده و فرم معرفی پژوهش به آن ها داده شد و همچنین برای آن ها شرح داده شد که در صورت عدم تمایل به همکاری می توانستند در هر زمان از مراحل انجام پژوهش، از ادامه همکاری انصراف دهند. در ادامه تعادل پویا آزمودنی ها به کمک آزمون تعادل Y و چابکی با استفاده از آزمون چابکی T تعدیل شده، قدرت انفجاری اندام تحتانی با استفاده از آزمون پرش عمودی (سارجنت) و همچنین زاویه والگوس پویا زانو با استفاده از آزمون فرود تک پا ارزیابی شد. به منظور شناسایی افراد دارای والگوس پویا زانو از آزمون اسکات جفت پا استفاده شد (۱۳). بر اساس یافته های بل و همکاران آزمون اسکات بالای سر برای تشخیص والگوس پویا زانو اجرا شد. هر آزمودنی در وضعیت ایستاده پنج آزمون اسکات روی هر دو پا در شرایط استاندارد (پاها به اندازه عرض شانه باز، انگشتان مستقیم رو به جلو، دستها بالای سر با آرنج قفل شده در اکستنشن، زانوها تا نود درجه فلکشن) اجرا کرد. در حالی که آزمونگر از روبه رو او را مشاهده می کرد. برای به حداقل رساندن اثر یادگیری اجازه داده نشد پیش از آزمون اسکات تمرین شود. هنگام اجرای سه آزمون اسکات از پنج اسکات، با مشاهده از نمای قدامی اگر نقطه میانی کشکک پای برتر از بخش داخلی انگشت بزرگ پا عبور می کرد، فرد دارای والگوس پویا زانو تشخیص داده می شد (تصویر ۱). میزان روایی و پایایی این آزمون به ترتیب ۷۸ درصد و ۷۳ درصد گزارش شده است (۱۴).



تصویر ۱. والگوس پویا زانو

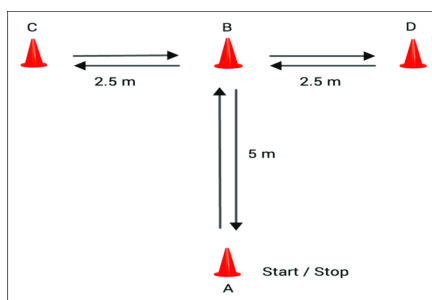
آزمون تعادل Y، آزمون ستاره تعدیل شده یک روش ساده برای سنجش کنترل پویای افراد می باشد (۱۵). روایی و پایایی بالای این آزمون برای اندازه گیری تعادل پویا، در تحقیقات پیشین گزارش شده است (۱۶). برای نرمال سازی<sup>۱</sup>، طول واقعی پا از خار خاصه ای قدامی فوقانی تا قوزک داخلی در حالت طاق باز به وسیله متر نواری اندازه گیری شد. قبل از اجرای آزمون پای برتر آزمودنی ها تعیین گردید (برای تعیین پای برتر از تمایل پا برای شوت توپ فوتبال استفاده شد) تا اگر پای چپ پای برتر باشد، آزمون در جهت

۲. composite score

۱. Normalization

زمان آزمون از دو اجرا به ثانیه از زمان شروع تا پایان برای آزمودنی ثبت می شود. لازم به ذکر است که آزمودنی باید در هر تغییر جهت راس مخروط را لمس کند (تصویر ۳).

می ایستد سپس تا حد امکان به طول ۵ متر می دود، به محض رسیدن به منطقه دو، به سمت چپ (منطقه سه) به پهلو به طول ۲/۵ متر حرکت می کند و بلافاصله حرکت خود به پهلو به سمت راست (منطقه ۴) به طول ۵ متر آغاز می کند و همچنین مانند دفعات پیشین ۲/۵ متر به سمت چپ (منطقه پنج) به پهلو می رود. پس از رسیدن به منطقه پنج به طول ۵ متر به پشت می دود. بهترین رکورد



تصویر ۳. آزمون تعدیل شده T

شد که به معنای دستیابی در وضعیت ایستاده و ارتفاع پرش است. آزمون ۳ بار تکرار شده که تقریباً ۳۰ ثانیه بین هر تکرار استراحت در نظر گرفته شده است. بهترین نتیجه از ۳ تکرار برای تجزیه و تحلیل نهایی ثبت شد (تصویر ۴). در نهایت نتایج حاصل از آزمون سارجنت به صورت ارتفاع پرش (سانتی متر) و توان حداکثر (وات) بیان شده است. برآورد توان حداکثر براساس معادله ای ساخته شده توسط سایرین و همکاران بود.

توان حداکثر (وات) =  $۵۱ / ۹ \times$  ارتفاع پرش +  $۴۸ / ۹ \times$  وزن بدن (سایرس ۲۰۰۷)



تصویر ۴. آزمون پرش سارجنت

میزان ارتفاع پرش به وسیله آزمون سارجنت اندازه گیری شده است (۱۹). وسایل مورد استفاده برای اندازه گیری، متر و واکس مشکی به منظور علامت گذاری دیوار است. موقعیت قرار گیری آزمودنی ها بر روی هر دو پا به اندازه عرض شانه و به سمت شانه غالب در کنار دیوار می باشد. همچنین به آن ها گفته شد تا دست خود را به بالاترین حد ممکن برسانند و علامتی در این نقطه با استفاده از انگشت میانی آغشته به واکس مشکی گذاشته شود. به این علامت نقطه دستیابی در وضعیت ایستاده می گویند و به عنوان موقعیت شروع یا صفر در نظر گرفته خواهد شد. سپس از آزمودنی ها خواسته می شود تا مچ پا و زانو را خم کرده و بازوهای خود را تاب بدهند تا بدن را به سمت بالا بکشانند. قبل از شروع پرش، به آزمودنی ها اجازه دویدن یا دورخیز داده نمی شود. از آن ها خواسته می شود که عمل پرش را انجام داده و علامت دوم را به بالاترین حد ممکن روی دیوار قرار دهند که به آن ارتفاع پرش گفته می شود. این آزمون به دلیل داشتن روایی (۰/۸۰) و ضریب پایایی بالا (۰/۹۳) و همچنین به دلیل حرکت بازو و چمباتمه قبل از پرش که مشابه با حرکات بسکتبال می باشد، انتخاب شده است. نمره پرش عمودی شرکت کننده به عنوان فاصله بین دو علامت اندازه گیری خواهد

سطح آسان شروع و به سطح دشوار می‌رسید. به نحوی که پیشروی تمرینات از پرش‌های جفت پا مانند پرش اسکات، پرش با چرخش ۱۸۰ درجه، پرش به جهت‌های متفاوت و به سمت پرش و جهش‌های تک پا مانند جهش به جهت‌های متفاوت، جهش متقاطع، جهش با چرخش ۱۸۰ یا ۹۰ درجه بود. برنامه تمرینات هر ۲ یا ۴ جلسه تغییر می‌کرد و تمرینات جدید و یا دشواری به آن افزوده می‌شد و همچنین میزان تکرارها در هر هفته با توجه به توانایی‌های فرد تغییر می‌کرد. هدف آن بوده است که تکرارهای هر تمرین در هر ست به میزان پرش در هفته برسد. لازم به ذکر است که پیش از شروع برنامه تمرینات، برنامه گرم کردن عمومی شامل دویدن نرم، حرکات کششی استاتیک و پویای اندام تحتانی به مدت ۵ تا ۷ دقیقه انجام می‌گیرد. میزان ست و تکرار بر اساس موارد پیشنهادی (۲۲، ۲۳) و همچنین حجم تمرینات (بر اساس تعداد پرش) در هر هفته بر اساس پژوهش اراضی و همکاران (۲۴) طراحی شده است. به این صورت که ورزشکاران در هفته اول ۱۱۷ پرش در هر جلسه انجام داده که به صورت پیشرونده در هر هفته به تعداد پرش اضافه می‌شد (تصویر ۵).

به منظور مقایسه دو گروه تجربی و کنترل در صورت نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کوواریانس با عامل پیش آزمون به عنوان کووریت استفاده شد.

### یافته‌ها

جدول ۱ ویژگی‌های آنتروپومتریک گروه تجربی و کنترل را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت معنی‌داری میان دو گروه از نظر قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی وجود ندارد و دو گروه در تمامی موارد همگن به حساب می‌آیند ( $p > 0/05$ ). به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. در جدول ۲ نتایج این آزمون مشاهده می‌گردد.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی و آنتروپومتریک

برای اندازه‌گیری زاویه والگوس پویا زانو از آزمون فرود تک پا استفاده شد (۲۰). برای اجرای این آزمون، آزمودنی‌ها به حالت ایستاده با پای‌های به اندازه عرض شانه‌هایشان ایستاده و از سکویی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر که با محل فرود ۳۰ سانتی‌متر فاصله داشت، با پای برتر فرود آمدند. لازم به ذکر است که آزمودنی‌ها در حین آزمون فعالیت‌هایی مانند پرش به بالا یا جلو نداشته‌اند و صرفاً عمل فرود را انجام داده‌اند و همچنین عمل فرود را به مدت سه ثانیه حفظ کرده‌اند. عمل فرود آزمودنی‌ها به وسیله دوربین فیلم برداری دارای حافظه جانبی در ارتفاع ۱۰۲ سانتی‌متر بر روی سه پایه و در فاصله ۳۶۶ سانتی‌متر از جعبه در نمای فرونتال قرار گرفت به نحوی که تصویر اندام تحتانی فرد به طور کامل در کادر دوربین بود. قبل از انجام آزمون، آزمودنی ۳ بار حرکت فرود را تمرین می‌کرد. سه کوشش موفقیت‌آمیز برای هر آزمودنی ثبت می‌شد. سپس زاویه والگوس زانو توسط نرم افزار کینوا محاسبه شد. میانگین زوایای سه کوشش در تجزیه و تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت (تصویر ۵).



تصویر ۵. آزمون پرش تک پا

برنامه تمرینی پرش- فرود، پروتکل تمرینات پیشرونده پرش- فرود مورد استفاده در پژوهش حاضر که نوعی از تمرینات پیشگیری از آسیب می‌باشد، برگرفته از پروتکل هرینگتون و همکاران است (۲۱) که به مدت شش هفته و هفته‌ای سه جلسه (۱۸ جلسه) بر روی آزمودنی‌های گروه تجربی اجرا شد (پیوست ۱). هفته اول تمرینات مذکور شامل مرحله آماده‌سازی ورزشکار بوده که منجر به آشنایی ورزشکاران با نوع تمرینات و آماده کردن آن‌ها شد. تنوع تمرینات از

### آزمودنی‌ها

p	میانگین		متغیر
	کنترل	تجربی	
۰/۷	۱۷/۹۲ ± ۱/۵	۱۷/۵۸ ± ۱/۱۷	سن (سال)
۰/۵	۱۹۲/۶۷ ± ۴/۴۹	۱۹۱/۳۳ ± ۵/۰۸	قد (سانتی‌متر)
۰/۲۲	۸۷/۳۳ ± ۵/۲۹	۸۶/۹۲ ± ۳/۴۲	وزن (کیلوگرم)
۰/۵۷	۲۳/۵ ± ۰/۶۹	۲۳/۷۵ ± ۰/۸۱	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)

جدول ۲. آزمون شاپیرو-ویلک به منظور سنجش طبیعیبودن توزیع دادهها

متغیر	گروه تجربی		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
تبادل پویا	۰/۲	۰/۳۹	۰/۷۳	۰/۲۲
چابکی	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۵	۰/۵۱
قدرت انفجاری اندام تحتانی	۰/۳۱	۰/۶۲	۰/۰۶	۰/۲۱
والگوس پویا زانو (درجه)	۰/۱	۰/۸۹	۰/۲۷	۰/۴۱

\*سطح معناداری  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد.

به منظور مقایسه دو گروه تجربی و کنترل در متغیرها از آزمون کوواریانس با عامل پیش آزمون به عنوان کووریت استفاده شده است. همچنین به منظور استفاده از این آزمون بررسی های مقدماتی برای اطمینان از عدم تخطی از مفروضه های بهنجاری، خطی بودن، همگنی واریانس و همگنی شیب های رگرسیون انجام شد.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کواریانس جهت بررسی تاثیر متغیر پس آزمون در گروه تجربی در آزمون تعادل Y

متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معنی داری	اندازه اثر
پیش آزمون	۱۵۳/۵۰۲	۱	۱۵۳/۵۰۲	۴۱/۰۵۸	۰/۰۰۱	
گروه	۰/۵۲۲	۱	۰/۵۲۲	۰/۱۴۰	۰/۷۱۳	۰/۸۵
خطا	۷۴/۷۷۲	۲۰	۳/۷۳۹			
کل	۱۸۲۵۰۹/۲۱۷	۲۴				

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کواریانس جهت بررسی تاثیر متغیر پس آزمون در گروه تجربی در آزمون چابکی T

متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معنی داری	اندازه اثر
پیش آزمون	۵/۹۶۹	۱	۵/۹۶۹	۳۴۶/۱۸۱	۰/۰۰۱	
گروه	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۰۲	۰/۲۱۲	۰/۶۵	۰/۹۸
خطا	۰/۱۶۲	۲۰	۰/۰۰۸			
کل	۱۱۲۸/۴۱۷	۲۴				

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل کواریانس جهت بررسی تاثیر متغیر پس آزمون در گروه تجربی در آزمون سارجنت

متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معنی داری	اندازه اثر
پیش آزمون	۲۲۹۷۲۸/۳۹۱	۱	۲۲۹۷۲۸/۳۹۱	۲۸۲/۵۱۰	۰/۰۰۱	
گروه	۲۹۱/۷۶۴	۱	۲۹۱/۷۶۴	۰/۲۷۵	۰/۶۰	۰/۹۳
خطا	۲۱۲۱۸/۹۶۰	۲۰	۶۱۵۱۲۱۶۸۹/۵			
کل	۲۲۹۰/۵۸۹	۲۴				

جدول ۶. نتایج آزمون تحلیل کواریانس جهت بررسی تاثیر متغیر پس آزمون در گروه تجربی در آزمون فرود تک پا

متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معنی داری	اندازه اثر
پیش آزمون	۱۳/۶۱۲	۱	۱۳/۶۱۲	۳۶/۴۶۳	۰/۰۰۱	
گروه	۰/۰۷۸	۱	۰/۰۷۸	۰/۲۱۰	۰/۶۵	۰/۹۱
خطا	۷/۴۶۶	۲۰	۰/۳۷۳			
کل	۶۷۸۴/۰۴۰	۲۴				

مطالعات ذکر شده همسو می باشد که تقریباً اکثر آن ها بهبود تعادل پویا ناشی از تمرینات پلايومتریک را ناشی از بهبود کنترل عصبی عضلانی آزمودنی ها ذکر کرده اند. اما نتایج پژوهش حاضر با نتایج بوچنر و همکاران (۲۸) و جفری و همکاران (۲۹) ناهمسو بود. دلایل احتمالی ناهمسوئی پژوهش حاضر با مطالعات ذکر شده را باید در تفاوت بین نوع تمرینات، شدت و مدت تمرینات و همچنین نوع آزمودنی های مورد استفاده جستجو کرد. برای مثال در مطالعه ی جفری و همکاران و بوچنر و همکاران، آزمودنی های پژوهش را افراد سالمند تشکیل می دادند و تعادل ایستای آزمودنی ها مورد ارزیابی قرار گرفته بود. در حالی که در مطالعه حاضر آزمودنی ها شامل بازیکنان بسکتبال جوان بوده، همچنین آزمون مورد استفاده در این مطالعه نیز تعادل پویای آزمودنی ها را اندازه گیری کرده است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر در خصوص چابکی حاکی از آن بوده است که شش هفته تمرینات پرش فرود در بسکتبالیست های مرد با نقص والگوس زانو می تواند سبب بهبود قابل ملاحظه در متغیر چابکی گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل شود. این یافته ها ضرورت تمرینات پرش فرود را برای افزایش عملکرد در فعالیت هایی که شامل شتاب، کاهش سرعت و تغییر جهت است نشان می دهد. علاوه بر این تمرینات مذکور ممکن است قدرت برون گرا عضلات اندام تحتانی را بهبود ببخشد که یک مولفه مهم در تغییر جهت در مرحله کاهش شتاب می باشد. به خوبی اثبات شده است که چابکی برای بهبود تغییر سرعت به توسعه عوامل عضلانی نیاز دارد و به نظر می رسد که چابکی ارتباط زیادی با قدرت و توان دارد که دو عامل مهم در تمرینات پرش فرود محسوب می شوند (۳۰). با این حال تعداد کمتری از مطالعات تمرینات پلايومتریک را برای ارزیابی چابکی در ورزش های خاص به ویژه بسکتبال استفاده کرده اند (۳۱). سازوکار های خاصی می توانند مسئول بهبود عملکرد چابکی به دلیل تمرینات پرش فرود باشند. در مطالعات مختلف مربوط به اجرای تمرینات پلايومتریک، محققان عنوان کردند که بهبود ها ناشی از افزایش به کارگیری واحدهای حرکتی است. سازگاری های عصبی معمولاً زمانی رخ می دهد که هماهنگی بین سیگنالهای سیستم عصبی مرکزی و بازخورد حس عمقی بهبود یابد (۳۲). با این حال ما نمی توانیم تعیین کنیم که آیا سازگاری عصبی از طریق همزمانی شلیک نورو ن های حرکتی یا تسهیل بهتر تکانه های عصبی به نفع اتفاق افتاده است. بیشتر حرکات چابکی نیازمند تغییر سریع عمل عضلات بازکننده ی پا از انقباض درون گرا به انقباض برون گرا می باشد ( عملکرد چرخه ی کشش کوتاه شدن عضله). بنابراین پیشنهاد شده است تمرین پلايومتریک زمان تماس پا با زمین را از طریق برون ده نیروی عضلانی و کارایی حرکت کاهش می دهد که این عمل تأثیر مثبتی بر عملکرد چابکی دارد. در این

نتایج نشان داده که در پس آزمون، تعادل پویا، چابکی، قدرت انفجاری اندام تحتانی گروه تجربی بطور معنی داری بیشتر از گروه کنترل بود ( $P = 0,001$ ) و همچنین زاویه والگوس پویا زانو گروه تجربی به طور معنی داری کمتر از گروه کنترل بوده است ( $P = 0,001$ ). پس می توان به این نتیجه رسید که تمرینات پرش فرود اثر معناداری بر متغیر های مذکور داشت (جداول ۳، ۴، ۵، ۶).

## بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثربخشی شش هفته تمرینات پیشرونده پرش فرود بر عملکرد مردان بسکتبالیست با نقص والگوس زانو بود. نتایج این پژوهش نشان داد که بعد از پروتکل تمرینی تغییرات معناداری در میزان شاخص های تعادل پویا، چابکی و قدرت انفجاری اندام تحتانی ایجاد شده است.

در مطالعه حاضر تعادل پویا بسکتبالیست ها با نقص والگوس زانو پس از شش هفته تمرینات پرش فرود بهبود پیدا کرد. از جمله دلایل احتمالی افزایش تعادل ناشی از تمرینات پیشرونده پرش- فرود می توان به تسهیل و همزمان سازی واحدهای حرکتی تند انقباض و بزرگ، تحریک دوک های عضلانی، کاهش اثر خود مهاری اندام های وتری گلژی و همچنین افزایش در هماهنگی عضلات درگیر در فعالیت های هم انقباضی اشاره کرد. با تحریک دوک های عضلانی، انقباض عضلانی باعث افزایش فعالیت اعصاب و ابران گامای موجود در دوک ها می شود و افزایش این حساسیت در دوک ها حس وضعیت مفصل را بهبود می بخشد که در کنترل مفصل تأثیر بسزایی دارد (۲۵). دلایل احتمالی دیگر افزایش تعادل پویا متعاقب تمرینات استفاده شده در این تحقیق را می توان تغییر یافتن بازخورد مکانورسپتورها دانست که منجر به سازماندهی مجدد سیستم عصبی مرکزی و یکپارچگی حسی حرکتی شده و موجب تغییر در پاسخ حرکتی می شود. همچنین می توان به فعال سازی گیرنده های حسی عمقی، آماده سازی نورو ن های حرکتی در گروهی از عضلات و مفاصل برای انجام حرکت، افزایش هماهنگی و یکپارچگی واحد های حرکتی، هم انقباضی عضلات همکار و افزایش بازدارندگی عضلات مخالف اشاره کرد (۲۶). در این خصوص اسدی و همکاران در پژوهشی با عنوان اثر تمرینات پلايومتریک بر کنترل حرکتی بسکتبالیست های مرد تفاوت های معنی داری را در تعادل پویا بین گروه تجربی (تمرینات پلايومتریک) و گروه کنترل (تمرینات معمول روزانه) نشان دادند (۲۷). در پژوهشی دیگر، پورکیانی و همکاران اثربخشی ۸ هفته تمرینات پیشرونده پرش-فرود را در فوتبالیست های جوان در معرض خطر آسیب لیگامان صلیبی قدامی بررسی کرده و تغییرات معنی داری را در عملکرد (آزمون های هاپینگ) و تعادل پویا آزمون (آزمون Y) نشان دادند (۱۳). پژوهش حاضر با



گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل شود. از طرف دیگر نتایج پژوهش های انجام شده حاکی از اثرگذاری تمرینات پلايومتریک بر توان بی هوازی پاهای به دلیل افزایش خاصیت ارتجاعی و سازگاری سیستم عصبی عضلانی در حین حرکات جهشی و انفجاری می باشد. هنگامی که ورزشکار حرکت پرشی انجام می دهد، بدن او تحت تأثیر نیروهای خارجی و انقباضات عضلانی است. بنابراین افزایش سرعت انقباض از مرحله برونگرا به درونگرا باعث می شود که نیرو و قابلیت های انفجاری زیادی در عضلات اسکلتی ایجاد شود. لذا با توجه به ماهیت تمرینات پلايومتریک چنین یافته هایی با اصول علم تمرین و فیزیولوژی ورزش مطابقت دارد. البته عوامل احتمالی دیگری از جمله افزایش درگیری واحد های حرکتی، فراخوانی تکانش های عصبی که موجب فعال شدن واحد های حرکتی می شود نیز می تواند از عوامل احتمالی افزایش توان بی هوازی باشد (۳۷).

در این خصوص نتایج پژوهش سوخیاچی و سراوانان که به مقایسه اثر تمرینات پلايومتریک با تمرینات کششی همراه با تمرینات قدرتی پرداختند، بیانگر بهبود ارتفاع پرش عمودی در پایان هفته سوم در هر دو نوع تمرینات بود که حتی در پایان هفته ششم، بهبود بیشتری به دست آمده بود که نشان دهنده اثر طولانی مدت تمرینات می باشد (۳۸). کومار و راج یرس به بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات پلايومتریک بر عملکرد بازیکنان بسکتبال پرداخته و بهبودهای معناداری را در متغیرهای منتخب سرعت، چابکی، انعطاف پذیری، قدرت انفجاری، توانایی پاس دادن، توانایی دریبل زدن و توانایی شوت کردن نشان دادند (۵) که همسو با پژوهش حاضر می باشد. در مقابل بوترا و همکاران به بررسی اثر هشت هفته تمرینات ترکیبی پلايومتریک و تعادلی بر عملکرد ورزشی زنان بسکتبالیست پرداختند و گزارش کردند که هیچگونه اختلاف معنی داری در میزان پرش اسکات، پرش روبه جلو و توان پرش عمقی در بسکتبالیست های زن مشاهده نشد (۳۹). همچنین زمکاوا و همکاران نیز هیچگونه پیشرفت و بهبودی در میزان قدرت انفجاری اندام تحتانی بعد از ۶ هفته تمرین پلايومتریک و چابکی در مردان بسکتبالیست با میانگین سنی ۲۰/۹ سال مشاهده نکردند (۴۰). که ناهمسو با مطالعه حاضر می باشند. ممکن است دلایل ناهمسو بودن یافته های این پژوهش ها به اختلاف سن، جنسیت، سابقه تمرینی، میزان مهارت آزمودنی ها و نوع برنامه تمرینی مربوط باشد.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که شش هفته تمرینات پرش فرود در بسکتبالیست های مرد با نقص والگوس زانو می تواند سبب بهبود قابل ملاحظه در متغیر زاویه والگوس زانو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل شود. اگرچه مکانیسم دقیق فیزیولوژیک تأثیر تمرینات پرش فرود در بهبود عملکرد های فانکشنال هنوز در حد تئوری است، اما این باور وجود دارد که تمرینات پلايومتریک توانایی استفاده از

خصوص سودها کار و همکاران در پژوهشی درخصوص اثر ۶ هفته تمرینات پلايومتریک بر عملکرد چابکی بازیکنان مرد بسکتبالیست دانشگاهی اظهار داشتند که تمرینات پلايومتریک نقش موثری در بهبود قدرت انفجاری اندام تحتانی و چابکی دارند (۳۱). همچنین سینق اثر تمرینات پلايومتریک را بر چابکی بازیکنان بسکتبال بررسی کرده و بهبودهای قابل توجهی را در زمان اجرای هردو آزمون تی و زیگزاگ نشان دادند. این محققان نتیجه گرفتند که بین تمرینات پلايومتریک و پیشرفت هر دو آزمون چابکی رابطه مثبت وجود داشته است (۳۰). پژوهش های نام برده شده با مطالعه حاضر همسو می باشد. همچنین در تحقیقی که رواسی و همکاران (۱۳۹۳) بر روی کشتی گیران آزادکار شهرستان ایلام اجرا کردند، نشان داده شد که انجام تمرینات پلايومتریک در مقایسه با تمرینات قدرتی باعث بهبود بیشتری در عملکرد چابکی این ورزشکاران می شود (۳۳). البته صرف نظر از تفاوتی که در نوع ورزشکاران با تحقیق حاضر وجود دارد، باید گفت که رواسی و همکاران در پژوهش خود برای اندازه گیری چابکی از آزمون ایلی نويز استفاده کرده اند. در حالی که در پژوهش حاضر از آزمون T برای این منظور استفاده شده است. که در این راستا اسپاریس و همکاران ثابت کردند که آزمون چابکی T آزمون قابل اعتماد و ارزشمندی برای تخمین عملکرد چابکی در بازیکنان بسکتبال است (۳۴). با این حال محققین دلیل برتری تمرینات پلايومتریک نسبت به قدرتی را به بهبود همزمان شاخص های قدرت، سرعت و استقامت عضلانی و نیز هماهنگی بهتر سیستم عصبی عضلانی توسط این نوع تمرینات نسبت دادند. با این وجود نتایج پژوهش لهنرت و همکاران با عنوان تأثیر ۶ هفته تمرینات پلايومتریک بر قدرت انفجاری اندام تحتانی و چابکی بسکتبالیست های حرفه ای، این فرضیه را تأیید نمی کند که تمرینات پلايومتریک می تواند ابزاری مؤثر برای بهبود قدرت انفجاری و چابکی باشد (۳۵). از دلایل عدم همسو بودن با پژوهش حاضر می توان به سطح آموزش و فعالیت ورزشی، سن، آشنایی با تمرینات پلايومتریک، سطح تمرینات (مدت زمان برنامه، حجم، دوره های استراحت، نوع تمرینات و ترکیب آن ها، شدت تمرینات، مقاومت و غیره)، عدم استفاده از گروه کنترل و همچنین عدم انتخاب بازیکنان با اختلال حرکتی ویژه اشاره کرد. علاوه بر این، برای به حداکثر رساندن احتمال دستیابی به پیشرفت های قابل توجه از تمرینات پلايومتریک حداقل به ۱۸ تا ۲۰ جلسه تمرین نیاز است (۳۶) که از دلایل دیگر عدم تأثیر گذاری این تمرینات در پژوهش لهنرت و همکاران تعداد کم جلسات تمرینی بوده است.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که شش هفته تمرینات پرش فرود در بسکتبالیست های مرد با نقص والگوس زانو می تواند سبب بهبود قابل ملاحظه در متغیر قدرت انفجاری اندام تحتانی

افرادی که بیشتر در معرض خطر آسیب دیدگی می باشند، اشاره کرد. همچون دیگر پژوهش های نیمه تجربی و مداخله ای، پژوهش حاضر نیز با وجود نقاط قوت و نتایج قابل توجه، دارای محدودیت هایی است. از جمله این محدودیت ها می توان به عدم امکان استفاده از ابزار های دقیق تر جهت غربالگری و اندازه گیری متغیرهای پژوهش، اشاره کرد. همچنین استفاده از جامعه وسیع تر می توانست قابلیت تعمیم نتایج این مطالعه را افزایش دهد. بعلاوه، در این پژوهش، شروع و پایان آزمون های عملکردی به صورت چشمی تعیین شد، که احتمال بروز خطا در نمره گذاری را به همراه دارد، توصیه می شود در این زمینه، برای پژوهش های آینده از دستگاه های فوتوفینیش استفاده گردد.

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که شش هفته تمرینات پرش فرود توانسته است که عملکرد (شامل تعادل پویا، قدرت انفجاری اندام تحتانی، چابکی) و زاویه والگوس پویا زانو مردان بسکتبالیست با نقص والگوس زانو را بهبود بخشد. تمرینات پرش فرود شامل تمرینات تعادلی، ثبات مرکزی و عصبی عضلانی بوده که این نوع تمرینات از عوامل موثر بر پیشگیری از آسیب می باشند. بنابراین به نظر می رسد استفاده از تمرینات پرش فرود پژوهش حاضر می تواند منجر به بهبود عملکرد و زاویه والگوس زانو شود و از بروز آسیب های غیربرخوردی اندام تحتانی در بازیکنان بسکتبال دارای نقص والگوس زانو پیشگیری کند.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای سعید قبادی نژاد به راهنمایی دکتر سید حسین حسینی و مشاوره دکتر علی اصغر نورسته با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1399.899 استخراج گردید. بدین وسیله از تمام اشخاصی که در انجام پژوهش حاضر ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می گردد.

### References

1. Andreoli CV, Chiamonti BC, Biruel E, de Castro Pochini A, Ejnisman B, Cohen MJBos, et al. Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2018;4(1):e000468.
2. Cherni Y, Jlid MC, Mehrez H, Shephard RJ, Paillard T, Chelly MS, et al. Eight weeks of plyometric training improves ability to change direction and dynamic postural control in female basketball players. *Frontiers*

in physiology. 2019;10:726.

3. Myer GD, Ford KR, Hewett TE, Joat. Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. *Journal of athletic training*. 2004;39(4):352.

4. Herrington L. The effects of 4 weeks of jump training on landing knee valgus and crossover hop performance in female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(1):1-8.

حداکثر نیرو را در کوتاه ترین زمان ممکن افزایش می دهند، باعث تحریک تغییر سریع انقباض برون گرا به درون گرا می شوند و اجازه می دهد کار بیشتری در زمان کمتری انجام شود. همچنین با بهره گیری از خواص الاستیکی واحد عضلانی و تری باعث افزایش توان و در نتیجه عملکرد بهتر حین اجرای فعالیت های عملکردی می شوند (۴۱). در این خصوص هرینگتون با اعمال ۴ هفته تمرینات پرش فرود بر عملکرد و زاویه والگوس زانو بسکتبالیست های زن، به این نتیجه رسید که تمرینات پرش فرود با مدت زمان کم می تواند باعث بهبودی زاویه والگوس زانو و عملکرد شود (۴). همچنین لی هرینگتون و همکاران در پژوهشی دیگر اثر دو نوع تمرینات پرش فرود و قدرتی را بر زاویه والگوس زانو زنان بررسی کرده اند. نتایج بیانگر بهبود زاویه والگوس در اثر هر دو نوع تمرینات پرش فرود و قدرتی بود (۲۱). لازم به ذکر است که نحوه اجرا و نوع تمرینات، آزمودنی، نحوه غربالگری و ارزیابی زاویه والگوس پویا زانو از تفاوت های پژوهش های ذکر شده با پژوهش حاضر محسوب می شود. البته بعضی از محققان نیز از برخی مداخلات تمرینی استفاده نمودند که در کاهش والگوس پویا زانو ناموفق بودند. این برنامه ها اغلب بر روی تمرینات تعادلی یا قدرتی متمرکز بوده اند (۳، ۴۲). اگر چه مقایسه این تحقیقات به طور کامل ممکن نیست، زیرا آزمون عملکردی و روش ارزیابی والگوس پویا زانو در مطالعات ذکر شده یکسان نیست و همچنین اغلب تحقیقات مذکور بر روی آزمودنی های سالم صورت گرفته است، در حالی که انتخاب آزمودنی های تحقیق حاضر به صورت هدفمند و از بین افرادی که دارای والگوس پویا زانو بودند انجام شد.

از نقاط قوت پژوهش حاضر، می توان به استفاده از تمرینات با زمان اجرای کوتاه و با حداقل امکانات، استفاده از آزمون های میدانی به عنوان یک ابزار بسیار ارزشمند و کاربردی و با کمترین امکانات و همچنین غربالگری مناسب و انتخاب هدفمند آزمودنی ها به عنوان

Conditioning Research. 2010;24(12):3427-32.

5. Keerthi Kumar M, Urs SR. Effect of 12 weeks plyometric training on performance of basketball players. *International Journal of Yogic, Human Movement and Sports Sciences*. 2018;3(1):701-5.

6. Saki F, Madhosh M, Sedaghati PJPT-SPTJ. The effect of selective plyometric training on the lower extremity functional performance indexes of female athletes with dynamic knee valgus. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2019;9(1):31-8.

7. Ford KR, Myer GD, Hewett TEJM, Sports Si, Exercise. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003;35(10):1745-50.

8. Marsh DW, Richard LA, Williams AL, Lynch KJJTJoS, Research C. The relationship between balance and pitching error in college baseball pitchers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(3):441-6.

9. Anderson AF, Dome DC, Gautam S, Awh MH, Rennirt G. Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *The American journal of sports medicine*. 2001;29(1):58-66.

10. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh MH, Shamsimajelan AJRM. The Effect of ACL Intervention Programs on the Improvement of Neuromuscular Deficiencies and Reducing the Incidence of ACL Injury: A Review Article. *J Rehab Med*. 2015;4(2):159-69.

11. Keshavarz L, Letafatkar A, Hadadnezhad MJMJoTUoMS, Services H. Effect of eight weeks of jump-landing exercise on feedforward and feedback activation of selected trunk and lower extremity muscles and lower extremity performance in active

females. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences*. 2018;40(5):72-82.

12. Poorkiani M, Letafatkar A, Hadadnejad M, Shojaedin SSJRMJRM. Effectiveness of Eight Weeks of Progressive Jump-Landing Exercises on Performance and Dynamic Balance of Young Footballers at the Risk of Anterior Cruciat Ligament Injury. *J Rehab Med*. 2018;7(3):59-68.

13. Bell DR, Vesci BJ, DiStefano LJ, Guskiewicz KM, Hirth CJ, Padua DA. Muscle activity and flexibility in individuals with medial knee displacement during the overhead squat. *Athletic Training & Sports Health Care*. 2012;4(3):117-25.

14. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(2):42-51.

15. Ko J, Wikstrom E, Li Y, Weber M, Brown CN. Performance Differences Between the Modified Star Excursion Balance Test and the Y-Balance Test in Individuals With Chronic Ankle Instability. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2019;29(6):748-53.

16. van Lieshout R, Reijneveld EA, van den Berg SM, Haerkens GM, Koenders NH, de Leeuw AJ, et al. Reproducibility of the modified star excursion balance test composite and specific reach direction scores. *International journal of sports physical therapy*. 2016;11(3):356.

17. Sassi RH, Dardouri W, Yahmed MH, Gmada N, Mahfoudhi ME, Gharbi Z. Relative and absolute reliability of a modified agility T-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(6):1644-51.

18. Scanlan AT, Wen N, Pyne DB, Stojanović E, Milanović Z, Conte D, et al. Power-Related Determinants of Modified Agility T-test Performance

- in Male Adolescent Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*. 2021;35(8): 2248-54.
19. Aandstad A. Association between performance in muscle fitness field tests and skeletal muscle mass in soldiers. *Military Medicine*. 2020;185(5-6):e839-e46.
20. Herrington L, Munro A. Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population. *Physical Therapy in Sport*. 2010;11(2):56-9.
21. Herrington L, Munro A, Comfort P. A preliminary study into the effect of jumping–landing training and strength training on frontal plane projection angle. *Manual therapy*. 2015;20(5):680-5.
22. Alver BA, Sell K, Deuster PA. NSCA's essentials of tactical strength and conditioning: *Human Kinetics*; (2017).
23. Piper TJ, Erdmann LD. A 4-step plyometric program. *Strength & Conditioning Journal*. 1998;20(6):72-3.
24. Arazi H, Asadi A. The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2011;6(1):101-11.
25. Zebis MK, Bencke J, Andersen LL, Døssing S, Alkjær T, Magnusson SP, et al. The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidestepping in female elite soccer and handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2008;18(4):329-37.
26. Heidt RS, Sweetman LM, Carlonas RL, Traub JA, Tekulve FX. *JAMA*. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *The American journal of sports medicine*. 2000;28(5):659-62.
27. Asadi A, de Villarreal ES, Arazi H. The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. *The Journal of Strength Conditioning Research*. 2015;29(7): 1870-75.
28. Buchner DM, Cress ME, De Lateur BJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1997;52(4):218-24.
29. Schlicht J, Camaione DN, Owen SV. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences Medical Sciences*. 2001;56(5):281-6.
30. Singh J, Appleby BB, Lavender APJS. Effect of plyometric training on speed and change of direction ability in elite field hockey players. *J Sports*. 2018;6(4):144.
31. Sudhakar S, Mohan Kumar G, Ramanathan K, Vasanth P. Efficacy of 6 week Plyometric training on agility performance in collegiate male basketball players. *Indian Journal of Physiotherapy Occupational Therapy*. 2016;2(2): 1-8.
32. Wikstrom EA, Powers ME, Tillman MD. Dynamic stabilization time after isokinetic and functional fatigue. *Journal of Athletic Training*. 2004;39(3):247.
33. Ravasi A, Gaeini A, Tasmeh M, Abdi H, Abdolmohammadi A. The Effect of Plyometric, Strength and Complex Training on Agility of Young Free Style Wrestlers in Ilam City. *Journal of Sport Biosciences*. 1393;6(2):191-204.
34. Sporiš G, Vučetić V, Milanović L, Milanović Z, Krespi M, Krakan I. A comparison anaerobic endurance capacity in elite soccer, handball and basketball players. *Kinesiology*. 2014;46(1):52-9.
35. Lehnert M, Hülka K, Malý T, Fohler J, Zahálka F. The effects of a 6 week plyometric training programme on explosive strength and agility in professional

basketball players. *Acta Gymnica*. 2013;43(4):7-15.

36. de Villarreal ES-S, Kellis E, Kraemer WJ, 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.

37. Ghasemi GA MS, Rahimi Naser, Bakrani Akbar. The Comparison of common taekwondo and plyometric training on vertical jumping, agility and speed of adolescent taekwondo players. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2014;10(20):35-46.

38. Sukhiyaji RB, Saravanan M, Campus B. Effects of Six Weeks Plyometric Training in Comparison to Bent Leg Raise (BLR) plus Strength Training on Vertical Jump Height and Agility in Young Basketball Players. *International Journal of Health Sciences and Research*. 2019;9(8):205-17.

39. Bouteraa I, Negra Y, Shephard RJ, Chelly MS. Effects of combined balance and plyometric training

on athletic performance in female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(7):1967-73.

40. Zemková E, Hamar D. The effect of 6-week combined agility-balance training on neuromuscular performance in basketball players. *The Journal of sports medicine physical fitness*. 2010;50(3):262-7.

41. Chmielewski TL, Myer GD, Kauffman D, Tillman SM. Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*. 2006;36(5):308-19.

42. DiStefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, Guskiewicz KM, Garrett WE, Padua DA. Effects of an age-specific anterior cruciate ligament injury prevention program on lower extremity biomechanics in children. *The American journal of sports medicine*. 2011;39(5):949-57.

مجموع پرش	تکرار	ست	تمرینات	مجموع پرش	تکرار	ست	تمرینات	
هر جلسه ۱۳۲ پرش مجموع: ۳۹۶	۹	۳	جهش (hop) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۹۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ	هر جلسه	۱۱	۳	پرش کمکی پرش عمودی جهش کمکی (hop) راه رفتن به صورت لانگ	هفته اول (فاز آماده سازی) جلسه ۳
	۹	۳		۱۲	۳			
	۸	۳		۱۲	۳			
	۹	۳		۱۲	۱			
	۹	۳	جهش متقاطع (۴ جهش) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۱۸۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ	هر جلسه ۱۳۲ پرش مجموع: ۳۹۶	۹	۳	پرش طول (مکت هنگام فرود) پرش اسکات پرش به سمت جلو (با مانع) پرش با چرخش ۱۸۰ درجه راه رفتن به صورت لانگ	هفته دوم
	۹	۳			۱۰	۳		
	۸	۳			۱۰	۳		
	۹	۳			۱۵	۱		
	۸	۳	جهش متقاطع (۴ جهش) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۱۸۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ با چرخش ۱۸۰ درجه	هر جلسه ۱۳۲ پرش مجموع: ۳۹۶	۹	۳	پرش طول (مکت هنگام فرود) پرش اسکات پرش به سمت جلو (با مانع) پرش با چرخش ۱۸۰ درجه راه رفتن به صورت لانگ	هفته سوم
	۸	۳			۱۰	۳		
	۹	۳			۱۰	۳		
	۹	۳			۱۵	۳		
هر جلسه ۱۴۷ پرش مجموع: ۴۴۱	۱۰	۳	جهش متقاطع (۴ جهش) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۱۸۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ با چرخش ۱۸۰ درجه	هر جلسه ۱۴۷ پرش مجموع: ۴۴۱	۱۰	۳	پرش طول (مکت هنگام فرود) پرش اسکات پرش به سمت جلو (با مانع) پرش با چرخش ۱۸۰ درجه راه رفتن به صورت لانگ	هفته چهارم
	۹	۳			۱۰	۳		
	۱۰	۳			۱۱	۳		
	۱۰	۳			۸	۳		
	۱۰	۳	جهش متقاطع (۴ جهش) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۱۸۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ با چرخش ۱۸۰ درجه	هر جلسه ۱۴۷ پرش مجموع: ۴۴۱	۱۰	۳	پرش طول (مکت هنگام فرود) با مسافت بیشتر پرش، پرش عمودی پرش به پهلو (با مانع) پرش با چرخش ۱۸۰ درجه پرش لانگ	هفته پنجم
	۹	۳			۱۲	۳		
	۱۰	۳			۱۱	۳		
	۱۰	۳			۱۸	۳		
	۱۰	۳	جهش متقاطع (۴ جهش) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۱۸۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ با چرخش ۱۸۰ درجه	هر جلسه ۱۴۷ پرش مجموع: ۴۴۱	۹	۳	پرش طول (مکت هنگام فرود) با مسافت بیشتر پرش، پرش عمودی پرش به پهلو (با مانع) پرش با چرخش ۱۸۰ درجه پرش لانگ	هفته ششم
	۱۰	۳			۱۰	۳		
	۹	۳			۱۱	۳		
	۱۱	۳			۹	۳		
هر جلسه ۱۶۵ پرش مجموع: ۴۹۵	۱۰	۳	جهش متقاطع (۴ جهش) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۱۸۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ با چرخش ۱۸۰ درجه	هر جلسه ۱۶۵ پرش مجموع: ۴۹۵	۱۱	۳	جهش (hop) پرش، پرش با چرخش ۱۸۰ درجه جهش به سمت جلو (hop) با مانع پرش با چرخش ۱۸۰ درجه پرش لانگ	هفته هفتم
	۱۰	۳			۱۱	۳		
	۹	۳			۱۲	۳		
	۹	۳			۱۰	۳		
	۱۰	۳	جهش متقاطع (۴ جهش) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۱۸۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ با چرخش ۱۸۰ درجه	هر جلسه ۱۶۵ پرش مجموع: ۴۹۵	۱۱	۳	جهش (hop) پرش، پرش با چرخش ۱۸۰ درجه جهش به سمت جلو (hop) با مانع جهش با چرخش ۹۰ درجه پرش لانگ	هفته هشتم
	۱۰	۳			۱۲	۳		
	۹	۳			۱۲	۳		
	۱۱	۳			۸	۳		
	۱۰	۳	جهش متقاطع (۴ جهش) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۹۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ	هر جلسه ۱۶۵ پرش مجموع: ۴۹۵	۱۲	۳	جهش (hop) پرش، پرش، با فرود یک پا جهش (hop) به پهلو با مانع جهش با چرخش ۹۰ درجه (هر مسیر ۴) پرش لانگ	هفته نهم
	۱۰	۳			۱۱	۳		
	۹	۳			۱۰	۳		
	۱۱	۳			۱۲	۳		

پیوست ۱. تمرینات پرش فرود







