

Research Paper



## The Effect of Plyometric Training and Total Body Resistance Training on Basic Skills in Young Male Soccer Players

Hosein Nejat Mohammad<sup>1</sup> , \*Lotfali Bolboli<sup>1</sup> , Rogayah Afroudeh<sup>1</sup>

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.



**Citation** Nejat Mohammad H, Bolboli L, Afroudeh R. [The Effect of Plyometric Training and Total Body Resistance Training on Basic Skills in Young Male Soccer Players (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2026; 15(1):94-109. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.1.3410>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.1.3410>

### ABSTRACT

**Background and Aims** This study aimed to investigate the effects of plyometric training and total-body resistance exercise (TRX) on the development of fundamental skills in young male soccer players.

**Methods** This study employed a quasi-experimental pretest-posttest design. The statistical sample included 45 young male soccer players aged 17-20 years, who were randomly assigned to three groups (n=15 per group): Plyometric training, TRX training, and a control group. Basic skills were measured as follows: agility using the Illinois Agility Test, strength using the one-repetition maximum test, and speed using the 30-meter sprint test. The experimental groups completed the plyometric and TRX training programs for 8 weeks, with three sessions per week. Data were analyzed using SPSS software, version 24. Levene's test was used to examine homogeneity of variances, the Shapiro-Wilk test was used to assess normality, and multivariate analysis of covariance was employed for inter-group comparisons. Finally, the Bonferroni post-hoc test was utilized for pairwise comparisons between the groups.

**Results** The Wilks' Lambda test (P=0.001) indicated a significant difference in basic skills among the plyometric, TRX, and control groups. According to the Bonferroni post-hoc test results, the differences between the following groups were significant in the posttest phase: Agility: Both the plyometric training group (diff<sub>M</sub> = -0.72; P=0.007) and the TRX training group (diff<sub>M</sub> = -0.65; P=0.015) showed a significant difference compared to the control group. Muscular strength index: The plyometric training group (diff<sub>M</sub> = 3.31; P=0.004) showed a significant difference compared to the control group. Leg explosive power index: The TRX training group (diff<sub>M</sub> = 2.89; P=0.009) showed a significant difference compared to the control group. Running speed: Both the plyometric training group (diff<sub>M</sub> = -0.25; P=0.05) and the TRX training group (diff<sub>M</sub> = -0.21; P=0.016) showed a significant difference compared to the control group.

**Conclusion** According to the research results, both training modalities significantly improved performance-related motor skills in young male soccer players; however, plyometrics offer a greater relative advantage in terms of sports-related functional characteristics.

**Keywords** Plyometric training, Total body resistance exercise (TRX), Fundamental skills, Soccer players

Received: 05 Oct 2025

Accepted: 14 Oct 2025

Available Online: 21 Mar 2026

\* Corresponding Author:

Bolboli, Lotfali, Professor.

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Tel: +98 (45) 31505000

E-Mail: [lbolboli@gmail.com](mailto:lbolboli@gmail.com)



Copyright © 2026 The Author(s);  
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

## Extended Abstract

## Introduction

Developing fundamental motor skills, such as agility, muscular strength, explosive power, and sprint speed, is critical for performance enhancement in soccer. These skills underpin technical execution, change of direction ability, and game efficiency. Studies have demonstrated that neuromuscular training modalities, such as plyometric and suspension-based exercises, can improve these determinants through different physiological mechanisms. Plyometric training relies on the stretch-shortening cycle (SSC) to increase the rate of force development (RFD) and improve the rapid activation of motor units. In contrast, total body resistance exercise (TRX) employs instability and multi-planar resistance to stimulate core stabilization and functional strength. However, the comparative effects of these methods on young soccer players remain inadequately characterized. Therefore, the present study aimed to investigate and compare the effects of an eight-week plyometric and TRX training program on selected fundamental motor skill indices in young male soccer players aged 17–20 years.

## Methods

This study employed a quasi-experimental pretest and posttest design involving three groups. Forty-five young male soccer players (mean age:  $18.6 \pm 0.9$  years) were randomly assigned to three groups ( $n=15$  each): (1) plyometric training, (2) TRX training, and (3) control group. Training programs for both experimental groups were conducted for eight weeks, three sessions per week, under the supervision of qualified strength coaches.

The plyometric group performed exercises, including squat jumps, bounding, lateral hops, and drop jumps, designed to progressively overload the SSC mechanism. The TRX group performed exercises such as suspended push-ups, inverted rows, squats, lunges, and plank variations, emphasizing controlled instability and functional resistance. Dependent variables were:

Agility: Illinois agility test;

Muscular Strength: One-repetition maximum test in the back squat;

Explosive Power: Vertical jump test (as a measure of leg explosive power);

Speed: 30-m sprint test;

Data were analyzed using SPSS software, version 24. Normality and variance homogeneity were assessed via the Shapiro–Wilk and Levene’s tests, respectively. To compare group performance, multivariate analysis of covariance and Bonferroni post-hoc tests were applied. The significance level was set at  $P < 0.05$ .

## Results

The results of the Wilks’ Lambda test ( $\Lambda$ -value not shown;  $P=0.001$ ) indicated a significant multivariate difference in fundamental motor skill variables among the plyometric, TRX, and control groups. According to the Bonferroni post-hoc comparisons, both the plyometric training group ( $\text{diff}_M = -0.72$ ,  $P=0.007$ ) and the TRX training group ( $\text{diff}_M = -0.65$ ,  $P=0.015$ ) demonstrated significantly better agility scores compared to the control group (Table 1). In terms of muscular strength, a significant difference was observed between the plyometric and control groups ( $\text{diff}_M = 3.31$ ,  $P=0.004$ ) (Table 1). For leg explosive power, the plyometric group also outperformed

**Table 1.** Post-test Comparison of Fundamental Skill Indices Among Groups of Young Male Soccer Players

Variable	Mean±SD			SS (Sum of Squares)	MS (Mean Square)	df
	Control Group	Plyometric Group	TRX Group			
Agility (s)	16.46±0.77	15.68±0.68	15.81±0.46	4.81	2.40	2
Muscular strength (kg)	79.90±7.00	87.15±5.30	84.02±6.61	79.03	39.51	2
Explosive power (cm)	60.73±2.59	63.00±2.59	63.86±2.06	64.30	32.15	2
Sprint speed (s)	4.07±0.12	3.81±0.21	3.85±0.21	0.49	0.24	2

Abbreviation: TRX: total body resistance training.

the control group significantly ( $\text{diff}_M=2.89$ ,  $P=0.009$ ). Regarding running speed, both the plyometric ( $\text{diff}_M=-0.25$ ,  $P=0.050$ ) and the TRX training group ( $\text{diff}_M=-0.21$ ,  $P=0.016$ ) displayed significantly better performance than the control group in the posttest stage.

Taken together, these findings confirm that participation in either plyometric or TRX training effectively enhanced all evaluated performance indicators, while non-participation (control) produced no meaningful improvements over the 8-week study period.

## Conclusion

The outcomes of this study clearly demonstrate that structured plyometric and TRX training programs can produce meaningful enhancements in the key fundamental abilities of young Soccer players—namely, agility, strength, explosive power, and sprint speed.

The superior performance of the plyometric group in both muscular strength and leg explosive power may be attributed to the repeated engagement of the SSC, which improves the rate of force development (RFD) and coordination between agonist and antagonist muscle groups. Continuous exposure to high-velocity eccentric–concentric transitions enhances neuromuscular efficiency, improving dynamic stability and power generation.

On the other hand, the TRX group also exhibited significant improvements—particularly in agility and sprint speed—although to a slightly lesser magnitude. This can be explained by the TRX system's emphasis on body-weight resistance under instability, which enhances proprioceptive responses and total-body muscle activation. These neuromechanical adaptations likely translate into faster limb movement and better postural control during rapid directional changes. The  $\eta^2$  values (0.20–0.25) observed suggest moderate-to-large effect sizes across performance indices, underscoring that both interventions were practically and statistically meaningful. In practical contexts, this indicates that incorporating plyometric exercises (such as depth jumps and bounding) or TRX sessions (focusing on dynamic balance and core engagement) could substantially enhance physical readiness among adolescent footballers. Overall, the findings support the conclusion that while both methods are beneficial, plyometric training offers a greater advantage due to its stronger impact on neuromuscular potentiation mechanisms. These results are consistent with prior studies emphasizing the critical role of SSC-based drills in improving functional explosive movements pivotal to soccer performance.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

This study was reviewed and approved by the Research Ethics Committee of the [University of Mohaghegh Ardabili](#) (Code: IR.UMA.REC.1403.099).

### Funding

This article was extracted from the Ph.D. dissertation of the first author, carried out in the Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, [University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran](#). This research did not receive any financial support from governmental, commercial, or non-profit funding agencies.

### Authors' contributions

All authors contributed equally to the conceptualization, study design, data collection, statistical analysis, and manuscript preparation. The final version of the manuscript was read and approved by all authors before submission.

### Conflict of interest

The authors declared no conflicts of interest.

### Acknowledgments

We would like to thank all the people who participated in this study.



مقاله پژوهشی

تأثیر تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) بر مهارت‌های اساسی در پسران جوان فوتبالیست

حسین نجات‌محمد<sup>۱</sup>، لطفعلی بلیلی<sup>۱</sup>، رقیه افرونده<sup>۱</sup>

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.



**Citation** Nejat Mohammad H, Bolboli L, Afrondeh R. [The Effect of Plyometric Training and Total Body Resistance Training on Basic Skills in Young Male Soccer Players (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2026; 15(1):94-109. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.1.3410>

**doi** <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.1.3410>

چکیده

**مقدمه و اهداف** هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) بر مهارت‌های اساسی در پسران جوان فوتبالیست بود.

**مواد و روش‌ها** پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی بود. نمونه آماری پژوهش شامل ۴۵ پسر فوتبالیست با دامنه سنی ۱۷ تا ۲۰ سال بود که به‌طور تصادفی در ۳ گروه تمرین پلايومتریک، تمرین TRX و گروه کنترل تقسیم شدند. مهارت‌های اساسی شامل چابکی با استفاده از آزمون ایلی‌نویز، قدرت با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه، و سرعت با استفاده از آزمون دوی ۳۰ متر اندازه‌گیری شدند. تمرینات پلايومتریک و TRX به مدت ۸ هفته و هر هفته به مدت ۳ جلسه در هر هفته توسط گروه‌های تجربی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. جهت تحلیل همگنی واریانس‌ها از آزمون لون، نرمال بودن از آزمون شاپیرو ویلک و مقایسه نتایج بین گروهی از آزمون کوواریانس چند متغیره و مقایسه زوجی گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد.

**یافته‌ها** باتوجه به نتایج آزمون لامبدای ویلکز ( $P=0/001$ ) مشخص شد بین گروه پلايومتریک، TRX و کنترل در مهارت‌های اساسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. طبق نتایج بونفرونی مشخص شد بین ۲ گروه تمرین پلايومتریک ( $P=0/007$ ;  $diff_M=0/77$ ) و TRX ( $P=0/015$ ;  $diff_M=0/65$ ) با گروه کنترل در چابکی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین گروه تمرین پلايومتریک ( $P=0/004$ ;  $diff_M=2/31$ ) با گروه کنترل در شاخص قدرت عضلانی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین گروه تمرین پلايومتریک ( $P=0/009$ ;  $diff_M=2/89$ ) با گروه کنترل در شاخص توان انفجاری پا در مرحله پس‌آزمون اختلاف معنی‌داری وجود دارد. به علاوه، بین ۲ گروه تمرین پلايومتریک ( $P=0/05$ ;  $diff_M=0/25$ ) و TRX ( $P=0/016$ ;  $diff_M=0/21$ ) با گروه کنترل در سرعت دیدن در مرحله پس‌آزمون اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

**نتیجه‌گیری** باتوجه به نتایج تحقیق می‌توان نتیجه گرفت هر دو روش تمرینی برای ارتقای عملکرد بازیکنان فوتبال سودمند هستند، اما پلايومتریک از منظر ویژگی‌های عملکردی مرتبط با ورزش، مزیت نسبی بیشتری را ارائه می‌دهد.  
**کلیدواژه‌ها** تمرینات پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن، مهارت‌های اساسی، فوتبالیست

تاریخ دریافت: ۱۳ مهر ۱۴۰۴  
تاریخ پذیرش: ۲۲ مهر ۱۴۰۴  
تاریخ انتشار: ۰۱ فروردین ۱۴۰۵

\* نویسنده مسئول:

دکتر لطفعلی بلیلی

نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۰۰۰ ۳۱۵۰۵۰۰ (۴۵) ۹۸+

رایانامه: [lbolboli@gmail.com](mailto:lbolboli@gmail.com)



Copyright © 2026 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

## مقدمه و اهداف

برخی مطالعات همچون مطالعه رامیرز - کامپیلو و همکاران نشان دادند پلايومتریک می‌تواند پرش عمودی را ۱۰ تا ۱۵ درصد و سرعت دویدن را ۵ تا ۸ درصد بهبود بخشد [۶]. اما مطالعات دیگر، مانند اسدی و همکاران گزارش می‌دهند این بهبودها در بازیکنان حرفه‌ای کمتر (کمتر از ۵ درصد) یا حتی ناچیز است؛ به‌ویژه اگر با تمرینات سنتی ترکیب نشود [۷]. در تحقیقات گذشته همچنان ابهاماتی در رابطه با تأثیرگذاری تمرینات پلايومتریک بر عملکرد بازیکنان فوتبال وجود دارد.

در رابطه با تمرینات مقاومتی کل بدن، بنی و همکاران در تحقیقی نشان دادند تمرینات مقاومتی کل بدن در مقایسه با تمرینات سنتی، تأثیر معناداری بر بهبود شاخص‌های آسیب عضلانی و آمادگی جسمانی ندارند [۸]. از طرفی فیاض میلانی و همکاران در تحقیقی نشان دادند تمرینات مقاومتی کل بدن منجر به بهبود شاخص‌های آمادگی جسمانی می‌شود و می‌تواند به‌عنوان یک روش تمرینی مناسب در بازیکنان فوتبال استفاده شود [۹]. با مطالعه تحقیقات گذشته مشخص شد اثرگذاری تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن بر بازیکنان فوتبال متفاوت است که مقایسه نتایج را دشوار می‌کند [۸].

اگرچه شواهد اولیه و تجربی نشان‌دهنده پتانسیل بالای این تمرینات در بهبود آمادگی جسمانی هستند، اما اثربخشی دقیق، هم‌افزایی و پروتکل‌های بهینه برای به‌کارگیری آن‌ها در بازیکنان جوان فوتبال، به‌ویژه در ارتباط با رشد مهارت‌های اساسی مرتبط با فوتبال، به‌صورت علمی و نظام‌مند مورد بررسی کافی قرار نگرفته است. به‌عبارت‌دیگر، با وجود پتانسیل چشمگیر این دو رویکرد، هنوز یک چارچوب علمی مستحکم برای ارزیابی نقش و تأثیر آن‌ها در مسیر توسعه جامع فوتبالیست‌های جوان وجود ندارد. بنابراین این پژوهش به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال کلیدی است که: آیا اجرای برنامه‌های تمرینی مقاومتی کل بدن و پلايومتریک می‌تواند به بهبود قابل توجه مهارت‌های اساسی (مانند چابکی، سرعت، تعادل، قدرت انفجاری و توان) در بازیکنان جوان فوتبال منجر شود یا خیر؟ این بررسی نه تنها می‌تواند به شناسایی یک رویکرد تمرینی ایمن و مؤثر کمک کند، بلکه با ارائه شواهد مستند، ابزاری ارزشمند برای مربیان و متخصصان تربیت بدنی در راستای پرورش بهینه استعداد‌های فوتبال فراهم خواهد آورد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به لحاظ استفاده از نتایج کاربردی بود. طرح تحقیق از نوع پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه بازیکنان فوتبال فعال در باشگاه‌های شهر بغداد در عراق بود. با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور برای رسیدن به توان آماری ۰/۸ و اندازه اثر ۰/۸ با استفاده از آزمون کوواریانس، برای هر گروه ۱۵ نفر

فوتبال به‌عنوان یک رشته ورزشی محبوب و پرطرفدار جهان، همواره نیازمند پرورش استعداد‌های جوان برای تضمین آینده درخشان خود است. در این مسیر، بازیکنان جوان به‌منظور ارتقای عملکرد و رقابت‌پذیری در سطوح بالاتر، نیازمند توسعه همه‌جانبه مهارت‌های اساسی (نظیر چابکی، سرعت، تعادل و هماهنگی) هستند [۱]. با این حال، دستیابی به این اهداف در بازیکنان در حال رشد، چالش‌هایی را به همراه دارد از جمله آن می‌توان به حساسیت بدن در حال رشد اشاره کرد. سیستم اسکلتی عضلانی بازیکنان جوان هنوز در حال تکامل است. استفاده از تمرینات قدرتی سنتی با وزنه‌های آزاد یا دستگاه‌های بدن‌سازی که ممکن است برای بزرگسالان مناسب باشد، اما می‌تواند خطر آسیب‌های اسکلتی عضلانی را در این گروه سنی افزایش دهد و مانع از رشد سالم و پایدار آن‌ها شود. این نگرانی، مربیان و متخصصان را در انتخاب روش‌های تمرینی مؤثر و درعین حال ایمن با محدودیت مواجه می‌کند. برنامه‌های تمرینی سنتی ممکن است به‌صورت یکپارچه و بهینه، تمامی ابعاد مورد نیاز یک فوتبالیست جوان (از قدرت و توان تا چابکی و تعادل) را پوشش ندهند [۲].

بسیاری از روش‌ها، یا بیش‌ازحد بر یک جنبه تمرکز دارند یا فاقد شواهد کافی برای اثربخشی در گروه سنی جوانان هستند. این موضوع، فقدان یک پروتکل تمرینی جامع و مبتنی بر شواهد را برای پرورش قابلیت‌های بدنی بازیکنان جوان فوتبال آشکار می‌کند. در سال‌های اخیر، روش‌های تمرینی نوینی نظیر تمرینات مقاومتی کل بدن<sup>۱</sup> (TRX) که بر پایه وزن بدن و ثبات عضلات مرکزی استوار است و تمرینات پلايومتریک که بر افزایش قدرت انفجاری تمرکز دارد، توجه بسیاری را به خود جلب کرده‌اند [۳]. فرانسوا و همکاران در تحقیقی به بررسی مروری بازیکنان فوتبال در تمرینات پلايومتریک پرداختند [۴]. نتایج نشان داد یک برنامه تمرینی پلايومتریک که ۶ تا ۱۰ هفته با ۲ تا ۳ جلسه در هفته طول می‌کشد، می‌تواند با افزایش قدرت انفجاری پایین‌تنه بازیکنان، مهارت‌های بدنی خاص آن‌ها و استقامت، عملکرد بدنی را بهبود بخشد [۴]. سینگ و همکاران نیز به بررسی تأثیر تمرینات پلايومتریک بر شاخص‌های فیزیولوژیکی در بازیکنان فوتبال پرداختند [۵].

نتایج نشان داد یک برنامه تمرینی پلايومتریک ۶ هفته‌ای به‌طور قابل‌توجهی پارامترهای فیزیولوژیکی بازیکنان فوتبال؛ از جمله ظرفیت هوزی، فشار خون و ضربان قلب را افزایش می‌دهد. همچنین اشاره کردند تحقیقات بیشتری باید برای بررسی اثرات طولانی‌مدت و مدت‌زمان بهینه تمرین پلايومتریک و همچنین مکانیسم‌های فیزیولوژیکی اساسی آن انجام شود تا درک عمیق‌تری از اثربخشی و کاربردهای آن در آمادگی جسمانی ورزشی به دست آید [۵].

## 1. Total-body Resistance Training (TRX)

در نظر گرفته شد. روش نمونه‌گیری به صورت در دسترس بود. سپس ۴۵ نفر به صورت تصادفی (اسامی افراد بر روی کاغذ نوشته شد و در داخل جعبه قرار گرفت، سپس کاغذها به طور تک تک خارج شد تا زمانی که حجم نمونه کامل شود) و مساوی در ۳ گروه قرار گرفتند: ۱. گروه تمرینات پلايومتریک (۱۵ نفر)؛ ۲. تمرینات مقاومتی کل بدن (۱۵ نفر)؛ ۳. گروه کنترل (۱۵ نفر). هیچ‌یک از آزمودنی‌ها در طول پژوهش انصراف ندادند. متغیرهای محدودش‌کننده شامل: سن، قد، وزن، سابقه تمرینی و شاخص توده بدنی بودند که با همسان سازی گروه‌ها، کنترل شدند. در خصوص سابقه تمرینی از افرادی که دست‌کم ۳ سال فعالیت ورزشی در تیم‌های باشگاهی داشتند، استفاده شد. معیارهای ورود: سن بین ۱۷ تا ۲۰ سال، حداقل ۳ سال سابقه تمرین منظم فوتبال باشگاهی، سلامت عمومی و نداشتن آسیب‌دیدگی و عدم شرکت در برنامه‌های تمرینی مشابه طی ۳ ماه گذشته. معیارهای خروج: وجود بیماری مزمن یا اختلالات فیزیولوژیکی شناخته‌شده (مانند آسم شدید یا مشکلات قلبی)، برگزاری مسابقات فوتبال و هر نوع فعالیت با شدت بالا، استفاده از داروهای تأثیرگذار بر عملکرد فیزیولوژیکی یا هورمونی.

## روش اجرا

با هماهنگی‌های انجام‌شده با مرکز تندرستی شهر بغداد و اخذ مجوز رسمی از مرکز بهداشت و تندرستی این شهر، فراخوان شرکت‌کنندگان صورت گرفت. از تمام افراد واجد شرایط درخواست شد در موعد مقرر به مرکز تندرستی مراجعه کنند.

در جلسه نخست، هدف‌ها و مراحل اجرای پروتکل پژوهش به‌طور کامل برای آزمودنی‌ها تشریح شد. سپس فرم رضایت‌نامه آگاهانه در اختیار آنان قرار گرفت و پس از مطالعه و تکمیل، جمع‌آوری شد. ۲۴ ساعت بعد، آزمودنی‌ها مجدداً به محل پژوهش فراخوانده شدند تا فرایند پیش‌آزمون انجام شود. تمامی متغیرهای تحقیق، شامل شاخص‌های مهارت‌های اساسی (سرعت، چابکی، قدرت، توان) با رعایت فاصله زمانی مناسب بین آزمون‌ها و به نحوی که اثر خستگی یا تداخل روی یکدیگر نداشته باشند، در یک بازه ۴۸ ساعته اندازه‌گیری شدند. پس از اتمام اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون و با گذشت ۲۴ ساعت، مداخله آغاز شد. گروه‌های آزمایش، برنامه تمرینی تعیین‌شده (پلايومتریک یا تمرینات مقاومتی کل بدن) را مطابق پروتکل دریافت کردند، درحالی‌که گروه کنترل هیچ‌گونه تمرین ساختاریافته‌ای انجام نداد. تمامی آزمودنی‌ها در این مدت، تمرینات پیش‌فصل مسابقات ورزشی خود را نیز دنبال می‌کردند؛ این موضوع به‌عنوان یکی از محدودیت‌های اصلی پژوهش مطرح و خارج از کنترل پژوهشگر بود. پس از گذشت ۸ هفته مداخله، تمامی مراحل و آزمون‌های پیش‌آزمون تحت شرایط مشابه به‌عنوان پس‌آزمون تکرار شدند تا تغییرات ایجادشده در متغیرها ثبت و تحلیل شود. ترتیب اجرای

آزمون‌ها براساس اصول آمایش ورزشی و با هدف جلوگیری از تجمع خستگی و تأثیرات تداخلی بین آزمون‌ها تعیین شد. ابتدا آزمون سرعت اجرا شد؛ زیرا نیازمند بیشترین تازگی عصبی - عضلانی بود و باید پیش از بروز هرگونه افت عملکرد ناشی از سایر فعالیت‌ها سنجیده شود. پس از یک وقفه کوتاه، آزمون چابکی انجام شد که همچنان وابسته به توان واکنش سریع بود، ولی بار مکانیکی آن کمتر از آزمون‌های قدرتی است. سپس آزمون قدرت (مانند پرش عمودی یا آزمون مشابه) اجرا شد تا با استفاده از خستگی حداقلی، اندازه‌گیری دقیق نیروی بیشینه ممکن شود. درنهایت، آزمون توان انجام شد ماهیتی پر حجم و چندمرحله‌ای داشت و قرار گرفتن آن در انتهای توالی موجب جلوگیری از ایجاد اثرات منفی بر سایر شاخص‌ها می‌شود. این ترتیب در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌صورت ثابت اجرا شد تا شرایط قابل‌مقایسه حفظ شود و روایی نتایج تضمین شود.

## ابزارهای اندازه‌گیری

### چابکی

نوار اندازه‌گیری مخروطی؛ سرعت: فتوسل دیجیتال؛ قدرت: از آزمون یک تکرار بیشینه<sup>۱</sup> برای ارزیابی قدرت عضلات پایین‌تنه استفاده شد [۹].

### روش اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش

برای اندازه‌گیری متغیرهای فیزیولوژیکی و عملکردی پژوهش شامل توان، چابکی، سرعت، قدرت، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO<sub>2</sub>max)، فشار خون سیستولی و دیاستولی و لاکتات خون از آزمون‌ها و ابزارهای استاندارد و معتبر استفاده شد. کلیه اندازه‌گیری‌ها در ۲ مرحله (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و در شرایط یکسان از نظر زمان روز، دمای محیط و شرایط تغذیه شرکت‌کنندگان انجام گرفت.

### توان (پرش عمودی)

از پرش سارجنت جهت اندازه‌گیری توان انفجاری پاها استفاده شد. برای اندازه‌گیری پرش سارجنت، فرد کنار یک خط‌کش یا تابلوی مدرج می‌ایستاد و قد ایستاده خود را با علامت‌گذاری نوک انگشتان ثبت می‌کرد. سپس با حداکثر توان به‌صورت عمودی می‌پرید و بالاترین نقطه‌ای را که با نوک انگشتان لمس می‌کرد نیز علامت می‌زد. درنهایت، اختلاف بین این دو علامت (قد ایستاده و ارتفاع پرش) با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد و به‌عنوان ارتفاع پرش سارجنت ثبت می‌شد. بهترین رکورد از بین سه تلاش ثبت شد [۱۰].

## 2. Repetition-one maximum

## چابکی

ارتفاع متناسب با قد، میله را روی بخش فوقانی پشت (عضلات دوزنقه‌ای / تریزیوس) قرار دهد. این پیکربندی موجب می‌شود بار به‌صورت وزنه آزاد مستقیماً بر محور عمودی بدن اعمال شود و الگوی حرکتی اسکات سنتی حفظ شود. استفاده از رک اسکات علاوه بر تسهیل بارگیری و کاهش خطر آسیب، امکان افزایش تدریجی وزن تا رسیدن به یک تکرار بیشینه را فراهم می‌کند.

## پروتکل تمرینات

## تمرینات پلايومتریک [۱۱]

ساختار جلسات: گرم کردن (۱۰ دقیقه): دویدن سبک، کشش پویا، تمرینات آماده‌سازی مفصلی؛ بخش اصلی (۳۰ دقیقه): حرکات پلايومتریک پایین‌تنه، بالاتنه و مرکزی (جدول شماره ۱)؛ سرد کردن (۵ دقیقه): راه رفتن آهسته، کشش ایستا (تصویر شماره ۱).

## مدیریت شدت و بار تمرین

## ارتفاع پرش‌ها

افزایش از ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر در هفته اول تا ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر در هفته هشتم؛ تعداد تکرار مجموع هر جلسه: ۶۰ تا ۷۲ تکرار در هفته اول، افزایش تدریجی تا ۹۰ تا ۱۰۰ تکرار در هفته هشتم.

## پیچیدگی الگوهای حرکتی،

از حرکات تک‌مرحله‌ای به چندمرحله‌ای و ترکیبی.

## تمرینات مقاومتی کل بدن [۲]

ساختار هر جلسه (۶۰ دقیقه)؛ گرم کردن پویا: ۱۰ دقیقه (تمرینات جنبشی، فعال‌سازی عضلات مرکزی)؛ بخش اصلی: ۴۵ دقیقه (جدول شماره ۲)؛ سرد کردن و کشش: ۵ دقیقه؛ (تصویر شماره ۱)

## نکات علمی تکمیلی

اصل پیش‌روی تدریجی رعایت شده است (افزایش زاویه، کاهش استراحت، اضافه کردن حرکات انفجاری)؛ توجه به ثبات مرکزی و کنترل در شرایط ناپایدار که از ویژگی‌های مهم تمرینات مقاومتی کل بدن است؛ استفاده از الگوی تنابوبی بالا / پایین‌تنه برای تعادل فشار تمرینی و پیشگیری از خستگی زودرس.

## مواد و روش‌ها

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک<sup>۳</sup> به دست آمد. برای بررسی و تحلیل نهایی داده‌ها از آزمون کوواریانس چندمتغیره و برای بررسی بین‌گروهی و برای مقایسه زوجی

## 3. Shapiro-Wilk Test

از تست چابکی ایلینوی برای ارزیابی چابکی استفاده شد. مسیر تست با استفاده از مخروطی‌ها تنظیم و زمان اجرای آزمون با کورنومتر دیجیتال ثبت شد. در این آزمون، مسیر آزمون با ابعاد مشخص (۱۰ متر طول × ۵ متر عرض) تنظیم شد. ۴ مخروط در گوشه‌ها و ۴ مخروط دیگر در خط میانی به فاصله ۳/۳ متر از هم چیده شدند. آزمودنی در وضعیت خوابیده (سینه روی زمین) در خط شروع قرار می‌گرفت. پس از فرمان شروع، شرکت‌کننده با حداکثر سرعت مسیر را مطابق الگوی زیگزاگ مشخص شده بین مخروط‌ها طی می‌کرد. برای افزایش دقت و کاهش خطای اندازه‌گیری، آزمون برای هر آزمودنی ۲ بار تکرار می‌شد و میانگین ۲ اجرا به‌عنوان نتیجه نهایی چابکی ثبت می‌شد [۶].

## سرعت

از آزمون دوی ۳۰ متر جهت ارزیابی سرعت استفاده شد. آزمودنی در این آزمون ۳۰ متر را با حداکثر سرعت می‌دوید. ابتدا در حالت ایستاده در پشت خط شروع قرار می‌گرفت و با دستور شروع آزمون بلافاصله شروع به دویدن کرده و مسافت ۳۰ متر را با بیشترین سرعت ممکن طی می‌کرد و مدت‌زمان طی مسیر به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت می‌شد [۵].

## قدرت عضلانی

آزمون حداکثر قدرت عضلانی با اسکات انجام شد. ابتدا شرکت‌کننده‌ها به گرم کردن عمومی شامل ۵ تا ۱۰ دقیقه دویدن پرداختند. سپس برای گرم کردن اختصاصی شرکت‌کننده‌ها ۵ تکرار با تقریباً ۵۰ درصد حداکثر قدرت عضلانی حرکت را اجرا کردند و به دنبال آن ۱ یا ۲ نوبت با ۲ تا ۳ تکرار با بار تقریبی ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر قدرت عضلانی اجرا می‌شد. سپس مقدار وزنه را تا حدی که بتوانند تنها یک تکرار از حرکت را انجام دهند افزایش دادند تا حداکثر قدرت عضلانی مشخص شود. تمامی شرکت‌کننده‌ها گزارش کردند که ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون هیچ‌گونه فعالیت بدنی سختی نداشته‌اند. تمامی شرکت‌کننده‌ها بین هر تلاش برای تعیین حداکثر قدرت عضلانی ۳ تا ۵ دقیقه استراحت غیرفعال داشتند و حداکثر قدرت عضلانی حداکثر در ۵ تلاش تعیین شد. در حرکت اسکات ملاک صحیح بودن حرکت خم شدن زانوها تا زاویه ۹۰ درجه و سپس صاف شدن کامل زانو ها بود. به‌منظور پیشگیری از خطاهای احتمالی در طول مدت آزمون ۲ مربی تحصیل کرده و باتجربه در کنار شرکت‌کننده‌ها به آموزش، نظارت و کنترل دقیق حرکات پرداختند [۹].

برای اجرای آزمون حداکثر قدرت عضلانی در حرکت اسکات، مقاومت موردنظر توسط هالتر استاندارد تمرینات قدرتی ایجاد شد. میله هالتر با وزنه‌های قابل تنظیم در محل مناسب روی پایه رک اسکات قرار می‌گرفت تا شرکت‌کننده بتواند پس از تنظیم

جدول ۱. تمرینات پلايومتریک طی ۸ هفته

هفته	هدف و شدت	حرکات اصلی	ست*تکرار	استراحت بین ستها	نکات پیشرفت
۲-۱	شدت پایین / آشنایی با حرکات	پرش جفت از جای خود، پرش به جلو با زانوهای بالا، اسکات پرشی، پرتاب سینه‌ای توپ مدیسن‌بال (Chest Pass)، پلانک دینامیک	۱۲-۸x۴-۳	۹۰-۶۰ ثانیه	یادگیری تکنیک صحیح، بار مکانیکی سبک، ارتفاع و سرعت متوسط
۳-۴	شدت متوسط / توسعه توان	پرش از روی مانع کوتاه، لانچ پرشی، پرش روی جمبه (Box Jump)، پرتاب مدیسن‌بال از بالای سر (Overhead Throw)، پلانک با لمس شانه (Plank with Shoulder Tap)	۱۲-۸x۴-۳	۹۰-۶۰ ثانیه	افزایش ارتفاع مانع، پیچیدگی حرکات، افزایش تعداد تکرار
۶-۵	شدت متوسط و بالا/اضافه بار هدفمند	پرش ترکیبی جلو و بالا، اسکات پرشی با وزنه سبک (Dumbbell یا Medicine Ball)، پرش از ارتفاع (Depth Jump)، شنا انفجاری (Clap Push-up)، پلانک با حرکت زانو به جلو (Knee-to-Elbow Plank)	۱۲-۸x۴-۳	۹۰-۶۰ ثانیه	ترکیب حرکات چندمرحله‌ای، افزایش سرعت اجرا
۸-۷	شدت بالا- تخصصی	پرش پیوسته از روی مانع کوتاه (Repeated Hurdle Hop)، پرش جمبه با ارتفاع بالا (High Box Jump)، پرش از ارتفاع همراه تغییر جهت، پرتاب چرخشی مدیسن‌بال (Rotational Throw)، پلانک بر روی توپ تعادلی (Stability Ball Plank)	۱۲-۸x۴-۳	۹۰-۶۰ ثانیه	حداکثر ارتفاع و توان انفجاری، استفاده از بی‌ثباتی برای تقویت عضلات مرکزی

طب توانبخش

جدول ۲. تمرینات مقاومتی کل بدن طی ۸ هفته

هفته	هدف اصلی	حرکات منتخب	شدت تمرین	ست*تکرار	استراحت بین ستها	نکات پیشرفت
۲-۱	آموزش و تثبیت تکنیک	اسکات با تمرینات مقاومتی کل بدن، پرس سینه تعلیقی، ردی پشت‌بازو، پلانک ایستا، لانچ ساده	زاویه بدن کم، حرکت کنترل شده، فشار متوسط	۱۵-۱۲x۳	۷۵ ثانیه	تمرکز بر فرم صحیح، هماهنگی حرکتی و فعال‌سازی عضلات مرکزی
۳-۴	افزایش حجم و شدت	شنای تعلیقی، لانچ معکوس تعادلی، پلانک جانبی تمرینات مقاومتی کل بدن، کرانچ تعلیقی	افزایش زاویه بدن (مقاومت بیشتر)، دامنه کامل‌تر	۱۵-۱۲x۴-۳	۶۰ ثانیه	کاهش استراحت، افزایش دامنه حرکت، تحریک عضلات عمقی و تعادل
۶-۵	حرکات ترکیبی و چالش افزوده	زانو به سینه در پلانک، کشش یک‌دسته، اسکات تک‌پا، پلانک دینامیک	تغییر زاویه در طول ست، افزایش سرعت فاز کانستریک	۱۲-۱۰x۴-۳	۶۰-۴۵ ثانیه	ترکیب حرکات پایین تنه و بالاتنه، افزایش هماهنگی عصبی-عضلانی
۸-۷	اوج شدت و حرکات انفجاری	بوری تعلیقی، اسکات پرشی تمرینات مقاومتی کل بدن، پلانک با کشش جانبی، لانچ پرشی تعلیقی	حداکثر زاویه بدن، حرکات انفجاری، دامنه کامل و کنترل اکستریک	۱۲-۱۰x۴-۳	۴۵ ثانیه	اجرای انفجاری، حداکثر سرعت و توان، تأکید بر ثبات مرکزی در شرایط بی‌ثبات

طب توانبخش

آمار استنباطی

باتوجه به طرح نیمه‌آزمایشی این پژوهش و استفاده از پیش‌آزمون و پس‌آزمون در آن و جهت کنترل اثر پیش‌آزمون در آن، برای تحلیل داده‌های مربوط به هریک از فرضیه‌ها، مدل آماری تحلیل کوواریانس اجرا شده است؛ بنابراین در بررسی صحت و سقم هر فرضیه، قبل از اجرای هر تحلیل کوواریانس، لازم بود پیش شرطها مورد ارزیابی قرار بگیرند (جدول شماره ۵).

بررسی مفروضه طبیعی بودن داده‌ها

نتایج آزمون شاپیرو ویلک نشان داد بین مؤلفه‌های فیزیولوژیکی و مهارت‌های اساسی در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ۳

گروه‌ها از آزمون بونفرونی<sup>۴</sup> استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ مورد تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها

نتایج نشان داد شاخص‌های توصیفی سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی بین ۳ گروه پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل در مرحله پیش‌آزمون اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول شماره ۳).

نتایج جدول شماره ۴ شاخص توصیفی متغیرهای تحقیق حاضر را در گروه‌های مختلف نشان می‌دهد.

4. Bonferroni



### طب توانبخشی

### تصویر ۱. بخشی از تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن

نتایج نشان داد بین تمرینات مقاومتی کل بدن و تمرینات پلايومتریک در تأثیر بر چابکی بازیکنان جوان فوتبال اختلاف معنی داری وجود دارد ( $P=0/003$ ) (جدول شماره ۸). طبق نتایج بونفرونی مشخص شد بین ۲ گروه تمرین پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن در شاخص چابکی تفاوت معنی داری وجود ندارد. در حالی که بین دو گروه تمرین پلايومتریک ( $\text{diff}_M=-0/72$ ) و تمرینات مقاومتی کل بدن ( $\text{diff}_M=-0/65$ )؛  $P=0/007$ ؛  $f_M=0/15$ ) با گروه کنترل در مرحله پس از آزمون تفاوت معنی دار وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد بین تأثیر تمرینات مقاومتی کل بدن و تمرینات پلايومتریک بر قدرت اندام تحتانی در بازیکنان جوان فوتبال اختلاف معنی داری وجود دارد ( $P=0/001$ ) (جدول شماره ۸). طبق نتایج بونفرونی مشخص شد در شاخص قدرت عضلانی بین گروه تمرین پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن و بین گروه تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل بر معنی داری وجود ندارد. در حالی که در شاخص قدرت عضلانی در مرحله پس از آزمون بین گروه تمرین پلايومتریک ( $\text{diff}_M=3/31$ )

گروه پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل اختلاف معنی داری وجود نداشت ( $P>0/05$ )؛ بنابراین می توان گفت داده ها از توزیع طبیعی برخوردارند (جدول شماره ۶).

### آزمون لون

با استفاده از آزمون لون مساوی بودن واریانس ها ارزیابی شد. نتایج این آزمون نشان داد چابکی ( $f=1/97$ ؛  $P=0/151$ )، قدرت ( $f=0/84$ )؛  $P=0/436$ )، توان انفجاری ( $f=1/51$ ؛  $P=0/232$ ) و سرعت ( $f=3/07$ )؛  $P=0/057$ )، در بین گروه های پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل همگن است (جدول شماره ۷).

باتوجه به معنی داری آزمون لامبدای ویلکز ( $P=0/001$ ) مشخص شد بین گروه پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل در مؤلفه های مهارت های اساسی اختلاف معنی داری وجود دارد.

جدول ۳. شاخص جمعیت‌شناختی در ۳ گروه پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن، کنترل در مرحله پیش‌آزمون

متغیر	گروه	میانگین ± انحراف معیار			P
		تمرینات پلايومتریک	تمرینات مقاومتی کل بدن	کنترل	
سن (سال)		۱۸/۸۶ ± ۲/۸۷	۱۹/۷۳ ± ۲/۸۸	۱۹/۱۲ ± ۲/۰۶	۰/۵۴۵
قد (متر)		۱۷۴/۳۰ ± ۲/۶۶	۱۷۲/۸۷ ± ۲/۱۹	۱۷۲/۳۶ ± ۲/۸۶	۰/۱۲۱
وزن (کیلوگرم)		۶۶/۲۴ ± ۲/۶۹	۶۵/۵۲ ± ۲/۱۱	۶۵/۹۸ ± ۳/۵۶	۰/۵۶۸
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع) <sup>۲</sup>		۲۱/۳۹ ± ۱/۱۴	۲۱/۹۳ ± ۱/۰۷	۲۱/۰۲ ± ۱/۵۷	۰/۱۹۷

طب توانبخشی

\*Body Mass Index: BMI

و کنترل در تأثیر بر شاخص توان انفجاری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. درحالی‌که بین گروه تمرین پلايومتریک ( $diff_M = 2/89$ )؛ و گروه کنترل در تأثیر بر شاخص توان انفجاری پا در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنی‌دار بود. به علاوه نتایج نشان داد بین تمرینات مقاومتی کل بدن و تمرینات پلايومتریک بر سرعت بازیکنان جوان فوتبال اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P = 0/001$ ) (جدول شماره ۸).

طبق نتایج بونفرونی مشخص شد بین ۲ گروه تمرین پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن در شاخص سرعت تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. درحالی‌که این تفاوت بین ۲

با گروه کنترل تفاوت معنی‌دار وجود دارد. می‌توان نتیجه گرفت به‌طور نسبی تمرینات پلايومتریک در مقایسه با شاخص قدرت عضلانی در مرحله پس‌آزمون بر چابکی و قدرت تأثیر بیشتری گذاشته است.

نتایج نشان داد بین تأثیر تمرینات مقاومتی کل بدن و تمرینات پلايومتریک بر توان انفجاری پا در بازیکنان جوان فوتبال اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P = 0/009$ ) (جدول شماره ۸).

طبق نتایج بونفرونی مشخص شد بین ۲ گروه تمرین پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن و بین گروه پلايومتریک

جدول ۴. شاخص توصیفی مهارت‌های اساسی بازیکنان فوتبال در بین گروه‌های پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها	گروه	میانگین ± انحراف معیار			
		کنترل	پلايومتریک	تمرینات مقاومتی کل بدن	پس‌آزمون
چابکی (ثانیه)		پیش‌آزمون: ۱۶/۲۹ ± ۰/۵۹ پس‌آزمون: ۱۶/۴۶ ± ۰/۷۷	پیش‌آزمون: ۱۶/۱۸ ± ۰/۶۵ پس‌آزمون: ۱۵/۶۸ ± ۰/۶۸	پیش‌آزمون: ۱۶/۳۲ ± ۰/۵۸ پس‌آزمون: ۱۶/۳۲ ± ۰/۵۸	پس‌آزمون: ۱۵/۸۱ ± ۰/۴۶
قدرت اندام تحتانی (کیلوگرم)		پیش‌آزمون: ۷۸/۶۵ ± ۷/۱۳ پس‌آزمون: ۷۹/۹۰ ± ۷/۰۰	پیش‌آزمون: ۸۳/۲۲ ± ۵/۳۳ پس‌آزمون: ۸۲/۱۵ ± ۵/۳۰	پیش‌آزمون: ۸۲/۰۴ ± ۷/۶۵ پس‌آزمون: ۸۲/۰۴ ± ۷/۶۵	پس‌آزمون: ۸۴/۰۲ ± ۶/۶۱
میزان پرش عمودی (سانتی‌متر)		پیش‌آزمون: ۵۹/۳۳ ± ۲/۵۲ پس‌آزمون: ۶۰/۷۳ ± ۲/۵۹	پیش‌آزمون: ۶۰/۲۶ ± ۱/۷۰ پس‌آزمون: ۶۲/۰۰ ± ۲/۵۹	پیش‌آزمون: ۶۰/۷۳ ± ۲/۵۹ پس‌آزمون: ۶۰/۷۳ ± ۲/۵۹	پس‌آزمون: ۶۳/۸۶ ± ۲/۰۶
سرعت (ثانیه)		پیش‌آزمون: ۴/۱۵ ± ۰/۰۵ پس‌آزمون: ۴/۰۷ ± ۰/۱۲	پیش‌آزمون: ۴/۲۱ ± ۰/۰۷ پس‌آزمون: ۳/۸۱ ± ۰/۲۱	پیش‌آزمون: ۴/۲۰ ± ۰/۱۰ پس‌آزمون: ۳/۸۱ ± ۰/۲۱	پس‌آزمون: ۳/۸۵ ± ۰/۲۱

طب توانبخشی

جدول ۵. مقایسه پیش‌آزمون‌های متغیرهای تحقیق در بازیکنان فوتبال در بین گروه‌های پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل با استفاده از آزمون آنووا یک‌راهه

متغیرها	گروه	میانگین ± انحراف معیار					P	F	میانگین مربع	درجه آزادی	مجموع مربع‌ها
		کنترل	پلايومتریک	تمرینات مقاومتی کل بدن	پس‌آزمون	پس‌آزمون					
چابکی (ثانیه)		پیش‌آزمون: ۱۶/۲۹ ± ۰/۵۹ پس‌آزمون: ۱۶/۴۶ ± ۰/۷۷	پیش‌آزمون: ۱۶/۱۸ ± ۰/۶۵ پس‌آزمون: ۱۵/۶۸ ± ۰/۶۸	پیش‌آزمون: ۱۶/۳۲ ± ۰/۵۸ پس‌آزمون: ۱۶/۳۲ ± ۰/۵۸	پس‌آزمون: ۱۵/۸۱ ± ۰/۴۶	پس‌آزمون: ۱۵/۸۱ ± ۰/۴۶	۰/۸۰۱	۰/۲۲	۰/۰۸۳	۲	۰/۱۶۶
قدرت اندام تحتانی (کیلوگرم)		پیش‌آزمون: ۷۸/۶۵ ± ۷/۱۳ پس‌آزمون: ۷۹/۹۰ ± ۷/۰۰	پیش‌آزمون: ۸۳/۲۲ ± ۵/۳۳ پس‌آزمون: ۸۲/۱۵ ± ۵/۳۰	پیش‌آزمون: ۸۲/۰۴ ± ۷/۶۵ پس‌آزمون: ۸۲/۰۴ ± ۷/۶۵	پس‌آزمون: ۸۴/۰۲ ± ۶/۶۱	پس‌آزمون: ۸۴/۰۲ ± ۶/۶۱	۰/۱۷۱	۱/۸۴	۸۴/۵۶	۲	۱۶۹/۱۲
میزان پرش عمودی (سانتی‌متر)		پیش‌آزمون: ۵۹/۳۳ ± ۲/۵۲ پس‌آزمون: ۶۰/۷۳ ± ۲/۵۹	پیش‌آزمون: ۶۰/۲۶ ± ۱/۷۰ پس‌آزمون: ۶۲/۰۰ ± ۲/۵۹	پیش‌آزمون: ۶۰/۷۳ ± ۲/۵۹ پس‌آزمون: ۶۰/۷۳ ± ۲/۵۹	پس‌آزمون: ۶۳/۸۶ ± ۲/۰۶	پس‌آزمون: ۶۳/۸۶ ± ۲/۰۶	۰/۴۰۱	۰/۹۳	۷/۶۲	۲	۱۵/۲۴
سرعت (ثانیه)		پیش‌آزمون: ۴/۱۵ ± ۰/۰۵ پس‌آزمون: ۴/۰۷ ± ۰/۱۲	پیش‌آزمون: ۴/۲۱ ± ۰/۰۷ پس‌آزمون: ۳/۸۱ ± ۰/۲۱	پیش‌آزمون: ۴/۲۰ ± ۰/۱۰ پس‌آزمون: ۳/۸۱ ± ۰/۲۱	پس‌آزمون: ۳/۸۵ ± ۰/۲۱	پس‌آزمون: ۳/۸۵ ± ۰/۲۱	۰/۱۲۱	۲/۲۲	۰/۰۱	۲	۰/۰۳۰

طب توانبخشی

جدول ۶. بررسی توزیع طبیعی بودن مهارت اساسی بازیکنان فوتبال در بین گروه‌های پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک

متغیرها	مرحله	P		
		کنترل	پلايومتریک	تمرینات مقاومتی کل بدن
چابکی (ثانیه)	پیش‌آزمون	۰/۹۱۰	۰/۴۷۹	۰/۹۲۳
	پس‌آزمون	۰/۰۷۷	۰/۵۶۲	۰/۴۵۶
قدرت اندام تحتانی (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۰/۸۳۲	۰/۸۰۸	۰/۷۷۹
	پس‌آزمون	۰/۹۳۹	۰/۲۴۵	۰/۱۲۵
میزان پرش عمودی (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۰/۶۲۸	۰/۰۵۹	۰/۵۷۲
	پس‌آزمون	۰/۷۹۹	۰/۳۶۲	۰/۷۵۲
سرعت (ثانیه)	پیش‌آزمون	۰/۰۵۶	۰/۷۹۵	۰/۱۲۴
	پس‌آزمون	۰/۲۸۲	۰/۴۲۱	۰/۲۳۶

## طب توانبخشی

سرعت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد، اما به‌طور نسبی با توجه به اختلاف میانگین‌ها می‌توان گفت تمرینات پلايومتریک در مقایسه با تمرینات مقاومتی کل بدن تأثیر بیشتری داشته است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرینات پلايومتریک باعث افزایش پرش عمودی و قدرت انفجاری پاها می‌شود. به‌عنوان مثال، صالحی و همکاران در مقایسه اثر ۸ هفته تمرینات ترکیبی مقاومتی و پلايومتریک بر توان انفجاری و چابکی نوجوانان والیبالیست نشان دادند تمرینات ترکیبی تأثیر معنی‌داری در عملکرد گروه ماهر و مبتدی در مقایسه با گروه کنترل داشت. نتایج صالحی و همکاران با تحقیق ما و نتایج بریل و همکاران همسو است. بریل و همکاران نیز نشان دادند تمرینات پرشی و ترکیبی باعث بهبود پرش عمودی می‌شود [۱۳].

می‌هایو و همکاران نیز در بررسی تأثیر تمرینات پلايومتریک ویژه بر پیامدهای فیزیولوژیکی و عملکردی در ورزشکاران فوتبال زیر ۱۶ سال نتیجه گرفتند تمرینات پلايومتریک به‌طور مؤثر قدرت عضلانی را افزایش می‌دهد، اما ممکن است تأثیر محدودی بر ارتفاع پرش عمودی در بازیکنان فوتبال زیر ۱۶ سال داشته باشد [۱۴].

گروه تمرین پلايومتریک ( $diff_M = -0.25$ ;  $P = 0.05$ ) و تمرینات مقاومتی کل بدن ( $diff_M = -0.21$ ;  $P = 0.016$ ) و گروه کنترل در مرحله پس‌آزمون معنی‌دار بود. می‌توان نتیجه گرفت به‌طور نسبی تمرینات پلايومتریک در مقایسه با تمرینات مقاومتی کل بدن بر توان انفجاری و سرعت تأثیر بیشتری گذاشته است.

## بحث

نتایج نشان داد بین گروه پلايومتریک، تمرینات مقاومتی کل بدن و کنترل در مؤلفه‌های مهارت‌های اساسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین مقایسه زوجی تمرین پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن با گروه کنترل در مرحله پس‌آزمون در شاخص چابکی و سرعت تفاوت معنی‌دار نشان داد. به علاوه مقایسه زوجی نشان داد تمرینات مقاومتی کل بدن با گروه کنترل در شاخص توان انفجاری پا و تمرین پلايومتریک با گروه کنترل در قدرت عضلانی اندام تحتانی در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنی‌دار دارد. نتایج پژوهش حاضر بین ۲ گروه تمرین پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن بر شاخص چابکی، قدرت، توان انفجاری و

جدول ۷. آزمون لون برای بررسی همگنی واریانس بین گروهی

P	F	df2	df1	میانگین $\pm$ انحراف معیار			متغیر گروه
				تمرینات مقاومتی کل بدن	پلايومتریک	کنترل	
۰/۱۵۱	۱/۹۷	۴۲	۲	۱۵/۸۱ $\pm$ ۰/۴۶	۱۵/۶۸ $\pm$ ۰/۶۸	۱۶/۴۶ $\pm$ ۰/۷۷	چابکی (ثانیه)
۰/۴۳۶	۰/۸۴	۴۲	۲	۸۴/۰۲۶ $\pm$ ۶/۶۱	۸۷/۱۵ $\pm$ ۵/۳۰	۷۹/۹۰ $\pm$ ۷/۰۰	قدرت اندام تحتانی (کیلوگرم)
۰/۲۳۲	۱/۵۱	۴۲	۲	۶۳/۸۶ $\pm$ ۲/۰۶	۶۳/۰۰ $\pm$ ۲/۵۹	۶۰/۷۳ $\pm$ ۲/۵۹	میزان پرش عمودی (سانتی‌متر)
۰/۰۵۷	۲/۰۷	۴۲	۲	۲/۸۵ $\pm$ ۰/۲۱	۳/۸۱ $\pm$ ۰/۲۱	۴/۰۷ $\pm$ ۰/۱۲	سرعت (ثانیه)

## طب توانبخشی

جدول ۸. نتایج آماری نمرات پس آزمون شاخص‌های مهارت‌های اساسی در بین گروه‌ها در پسران جوان فوتبالیست

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار			مجموع مربع‌ها	درجه آزادی	میانگین تغییرات	F	مجذور اتا	معناداری
		کنترل	پلايومتریک	تمرینات مقاومتی کل بدن						
چابکی		۱۶/۴۶ $\pm$ ۰/۷۷	۱۵/۶۸ $\pm$ ۰/۶۸	۱۵/۸۱ $\pm$ ۰/۴۶	۲	۲/۴۰	۶/۵۳	۰/۲۴۲	۰/۰۰۳	
قدرت		۷۹/۹۰ $\pm$ ۷/۰۰	۸۷/۱۵ $\pm$ ۵/۳۰	۸۴/۰۲ $\pm$ ۶/۶۱	۲	۳۹/۵۱	۶/۰۳	۰/۲۲۸	۰/۰۰۵	
توان انفجاری		۶۰/۷۳ $\pm$ ۲/۵۹	۶۳/۰۰ $\pm$ ۲/۵۹	۶۳/۸۶ $\pm$ ۲/۰۶	۲	۳۲/۱۵	۵/۲۶	۰/۲۰۴	۰/۰۰۹	
سرعت		۴/۰۷ $\pm$ ۰/۱۲	۳/۸۱ $\pm$ ۰/۲۱	۳/۸۵ $\pm$ ۰/۲۱	۲	۰/۴۹	۶/۶۵	۰/۲۴۵	۰/۰۰۳	

طب توانبخش

نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرینات پلايومتریک باعث افزایش قدرت عضلات در آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) می‌شود. این نتایج با یافته‌های آکین بیولا و همکاران همسو است. آنان پس از ۸ هفته تمرین پلايومتریک، بهبود قابل توجهی در قدرت عضلات هدف مشاهده کردند؛ زیرا افزایش قابل توجهی در 1RM پس آزمون، عضلات بالاتنه، عضلات پایین‌تنه، عضله ساق پا و عضلات خم‌کننده ران مشاهده کردند [۲۰]. پرینتو و همکاران نیز نشان دادند قدرت پس از انجام تمرینات پلايومتریک به مدت ۶ هفته به‌طور قابل توجهی در دانشجویان ورزشکار افزایش می‌یابد [۲۱]. این یافته‌ها با نتایج حاضر همسو است؛ زیرا تمرینات پلايومتریک با ایجاد حرکات انفجاری، فعال‌سازی گسترده فیبرهای عضلانی، بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی، تطابق عضلات و اثرات هورمونی، به افزایش قدرت و توان عضلانی کمک می‌کنند. پروتکل‌ها و شرایط تمرینی مشابه، اعتبار این یافته‌ها را تقویت می‌کند و همسویی با تحقیق حاضر را نشان می‌دهد [۲۲].

در زمینه تأثیر تمرینات مقاومتی کل بدن بر شاخص‌های آمادگی جسمانی مطالعات اندکی صورت گرفته است. در این بین فیاض میلانی و همکاران در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی کل بدن و وزن بدن بر آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی ورزشکاران فوتبال پیش از بلوغ پرداختند. نتایج نشان داد اگرچه مزایای هر دو نوع تمرین مقاومتی مشهود بود، اما به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی کل بدن در اجزای آمادگی جسمانی افراد مؤثرتر است و می‌تواند به‌عنوان یک روش تمرین تناسب اندام در ورزشکاران جوان توسعه یابد [۹].

الفصیح و همکاران نیز در نتیجه استفاده از تمرینات مقاومتی کل بدن روی شناگران نشان دادند این تمرینات باعث افزایش قدرت شناگران می‌شود [۲۳]. تحقیقات گذشته نیز نشان دادند تمرینات مقاومتی کل بدن باعث افزایش قدرت عضلات پایین‌تنه و در نتیجه افزایش برد شوت، دقت شوت و مهارت پاس و دریبلینگ در کودکان می‌شود. نتایج این پژوهش‌ها با نتایج ما همسو است و نشان‌دهنده این موضوع که تمرینات مقاومتی کل

پرمانا و همکاران نتیجه گرفتند برنامه تمرینی پلايومتریک (پرش از روی مانع) که ۳ بار در هفته و به مدت ۶ هفته انجام شود، به‌طور مؤثری قدرت انفجاری عضلات افقی پا، قدرت انفجاری عضلات عمودی پا و چابکی را افزایش می‌دهد [۱۵]. کویل و همکاران (۲۰۲۰) در مقایسه اثرات یک برنامه تمرین پرش با یا بدون وزنه دستی هالتر، بر عملکرد ورزشی با حداکثر شدت در بازیکنان جوان فوتبال نتیجه گرفتند هر دو گروه تمرین پرش، در پرش افقی با پای راست و پای چپ با دست‌ها، پرش افقی با دست‌ها، پرش عمودی با دست‌ها، شاخص قدرت واکنشی پرش از ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری و حداکثر سرعت لگد زدن بهبود یافتند [۱۶].

همسویی این نتایج با نتایج ما به دلیل ترکیبی از عوامل، مانند مکانیسم‌های عصبی-عضلانی مشترک ناشی از چرخه کشش - کوتاه شدن، سازگاری‌های فیزیولوژیکی مشابه، مانند افزایش قدرت و توان، پروتکل‌های تمرینی مشابه؛ از جمله پرش‌های جعبه‌ای و عمودی، گروه‌های مورد مطالعه با ویژگی‌های یکسان نظیر ورزشکاران و معیارهای ارزیابی یکسان، مانند تست پرش عمودی است که همگی به نتایج همسو منجر می‌شوند [۵]؛ بنابراین به نظر می‌رسد تمرینات پلايومتریک با بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی، سازگاری دوک‌های عضلانی و حس عمقی مفاصل، چابکی را افزایش داده و باعث ارتقای قابل توجه قدرت، سرعت و توان انفجاری پا می‌شوند. این سازگاری‌ها امکان فعال‌سازی سریع‌تر عضلات، واکنش سریع‌تر به تغییرات طول عضلانی و افزایش کنترل و ثبات مفاصل را فراهم می‌کنند.

نتایج ما در زمینه بهبود سرعت با شمشودین و همکاران [۱۷] همسو است. غیث علوی و همکاران نیز در بررسی تأثیر تمرینات پلايومتریک و سرعت به همراه تمرین تغییر جهت در بازیکنان فوتبال مرد زیر ۱۷ سال پرداختند. نتایج نشان داد گروه تمرینی بهبودهایی در پرش برتر، سرعت، توانایی تغییر جهت و تعادل ایستا نشان دادند [۱۸]؛ بنابراین به نظر می‌رسد تمرینات پلايومتریک با افزایش سرعت انقباض عضلات و به‌کارگیری واحدهای حرکتی بیشتر؛ به‌ویژه تارهای تند انقباض باعث تولید نیروی بیشتر در کوتاه‌ترین زمان می‌شوند [۱۹].

بدن از طریق درگیر کردن عضلات جانبی در کنار عضلات اصلی، به کارگیری واحدهای حرکتی بیشتر و حفظ تعادل بدن از طریق عضلات مرکزی باعث افزایش قدرت عضلات می شود.

تغییرات مشاهده شده در قدرت، سرعت، چابکی و توان انفجاری پا نشان داد اگرچه هر دو شیوه تمرین پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن بهبود معناداری ایجاد کردند، اما الگو و شدت اثر آن‌ها متفاوت است. تمرینات پلايومتریک به واسطه چرخه کشش - کوتاه شدن موجب بیشترین میزان ذخیره سازی و آزادسازی انرژی الاستیک در ساختار عضله-تاندون می شوند. [۲۴].

همچنین تمرینات پلايومتریک با ارتقای دقت ارتباط نورون‌های حرکتی نخاعی و بهینه سازی هماهنگی میان فعال سازی عضلات آگونیست و مهار متقابل آنتاگونیست‌ها، کارایی سیستم عصبی مرکزی را در زمان بندی انقباضات افزایش می دهند و به این ترتیب زمان واکنش و شتاب حرکتی بهبود می یابد. شدت و ماهیت انفجاری این تمرینات علاوه بر تحریک فیبرهای تندانقباض، ظرفیت اکسیداتیو - گلیکولیتیک آن‌ها را افزایش داده و امکان تولید انرژی سریع و مؤثر در تکرارهای متوالی را فراهم می کند. همچنین بارهای مکانیکی ناگهانی ناشی از جهش‌ها موجب تغییرات ساختاری در بافت عضلانی و تاندونی، از جمله افزایش قطر میوفیبریل‌ها و موازات سازی الیاف کلاژنی شده که این فرایند انتقال نیرو را کارا تر ساخته و توان خروجی اندام تحتانی را افزایش می دهد [۲۲].

افزون بر این، تحریک مکرر قوس‌های رفلکسی دوک عضلانی در فاز کششی سریع موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های عضلانی به کشش ناگهانی و ارتقای واکنش سریع عضلات می شود که در بهبود پایداری دینامیکی و کاهش افت توان هنگام تغییر مسیر نقش دارد. در نهایت شباهت بالای الگوهای حرکتی پلايومتریک به مهارت‌های اصلی فوتبال مانند پرش عمودی، تغییر جهت سریع و جهش جانبی، باعث انتقال اختصاصی تر سازگاری‌های عصبی عضلانی به محیط مسابقه می شود. در حالی که تمرینات تمرینات مقاومتی کل بدن بیشتر بر کنترل مرکزی و استقامت ایزومتریک مفاصل متمرکز است [۲۴].

نتایج ذکر شده بیانگر این موضوع است که تمرینات پلايومتریک در مقایسه با تمرینات مقاومتی کل بدن منجر به بهبود بارزتری در شاخص‌های قدرت، سرعت، چابکی و توان انفجاری پا می شود. که با نتایج گذشته همسو بود [۸].

## نتیجه گیری

باتوجه به یافته‌های این پژوهش، هر دو نوع مداخله تمرینی چه تمرینات مقاومتی کل بدن مبتنی بر تمرینات مقاومتی کل بدن و چه تمرینات پلايومتریک در مقایسه با گروه کنترل منجر به بهبود معنادار شاخص‌های عملکردی شامل چابکی، قدرت اندام تحتانی،

توان انفجاری پا و سرعت در بازیکنان جوان فوتبال شدند. هر چند آزمون‌های مقایسه زوجی بونفرونی نشان داد تفاوت معناداری بین ۲ گروه تمرینی در این شاخص‌ها مشاهده نشد، اما تحلیل الگوی تغییرات میانگین‌ها حاکی از آن است که تمرینات پلايومتریک به طور نسبی اثرگذاری بیشتری بر بهبود چابکی، قدرت، توان انفجاری و سرعت داشته است. به نظر می رسد ماهیت انفجاری و مشابهت بالای الگوهای حرکتی پلايومتریک با حرکات واقعی فوتبال نظیر پرش‌ها، تغییرات سریع جهت و شتاب‌گیری‌های کوتاه، موجب انتقال مؤثرتر سازگاری‌های عصبی عضلانی به شرایط مسابقه شده و رشد هم‌زمان قدرت و توان را تسهیل می کند؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت هر دو روش تمرینی برای ارتقای عملکرد بازیکنان فوتبال سودمند هستند، اما پلايومتریک از منظر ویژگی‌های عملکردی مرتبط با ورزش، مزیت نسبی بیشتری را ارائه می دهد.

از محدودیت‌های این پژوهش می توان به حجم نمونه نسبتاً کم، محدود بودن مطالعه به بازیکنان مرد جوان و طول دوره مداخله (۸ هفته) اشاره کرد که امکان بررسی اثرات مداخلات در بلندمدت را محدود می کند. پیشنهاد می شود در مطالعات آتی، اثرات برنامه‌های تمرینی مشابه بر روی بازیکنان زن فوتبالیست بررسی شود و همچنین تأثیرات در بازه‌های زمانی طولانی تر مورد ارزیابی قرار گیرد.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق **دانشگاه محقق اردبیلی** در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره IR.UMA.REC.1403.099 دریافت شده است.

### حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه آقای حسین نجات محمد در گروه فیزیولوژی ورزشی **دانشگاه محقق اردبیلی** است. این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نشده است.

### مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت یکسان داشته‌اند.

## تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

## تشکر و قدردانی

از همه افرادی که در این مطالعه شرکت کردند، سپاسگزاری می‌شود.

## References

- [1] Hossein Shahid M, Keshtiaray A. Comparison of the effect of eight weeks of traditional resistance training and TRX on the pain intensity of soccer players with non-specific chronic low back pain. *Exercise Physiology and Performance*. 2025; 2(2):257-66. [DOI:10.71951/epp.2025.1125827]
- [2] Mokhtari Fard Z, Sabbagh Langeroudi M. [The effects of 8 weeks TRX exercises and core stability in the stable level on the landing pattern, the stability of the core area and balance of girls football players (Persian)]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021; 10(3):546-61. [DOI:10.32598/SJRM.10.3.14]
- [3] Shavikloo J, Samami N, Norasteh A. Comparative the effect of TRX and pilates training programs on the balance of futsal players. *International Journal of Sports Science & Medicine*. 2018; 2(2):042-6. [Link]
- [4] Firmansyah A, Prasetya MR, Al Ardha MA, Ayubi N, Putro AB, Mutohir TC, et al. The football players on plyometric exercise: A systematic review. *Retos*. 2024; 51:442-8. [DOI:10.47197/retos.v51.100800]
- [5] Singh LS, Singh WJ, Azeem K, Meitei NM, Mola DW. Concept of plyometric training and its effect on physiological parameters of football players. *Physical Education Theory and Methodology*. 2024; 24(4):609-18. [DOI:10.17309/tmfv.2024.4.13]
- [6] Ramírez-Campillo R, Burgos CH, Henríquez-Olguín C, Andrade DC, Martínez C, Álvarez C, et al. Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015; 29(5):1317-28. [DOI:10.1519/JSC.0000000000000755] [PMID]
- [7] Asadi A, Ramirez-Campillo R, Arazi H, Sáez de Villarreal E. The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*. 2018; 36(21):2405-11. [DOI:10.1080/02640414.2018.1459151] [PMID]
- [8] Akbarpour Beni M, Maleki G, Samari Z. Comparison the effect of TRX and traditional resistance training on responses some indices of muscle damage of soccer player. *Journal of Exercise & Organ Cross Talk*. 2021; 1(2):77-85. [DOI:10.22034/JEOCT.2021.296752.1011]
- [9] Fayazmilani R, Abbasi A, Hovanloo F, Rostami S. The effect of TRX and bodyweight training on physical fitness and body composition in prepubescent soccer athletes. *Sport Sciences for Health*. 2022; 18(4):1369-77. [DOI:10.1007/s11332-022-00908-1]
- [10] Taha AA, Younus AQ. Relationship of body mass index to the power of arms and explosive power of legs for displaced schoolgirls of 9-10 years of age. *Journal of Cardiovascular Disease Research*. 2021; 12(3):469-73. [Link]
- [11] Kosova S, Beyhan R, Kosova MK. The effect of 8-week plyometric training on jump height, agility, speed and asymmetry. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*. 2022; 26(1):13-8. [DOI:10.15561/26649837.2022.0102]
- [12] Berriel GP, Cardoso AS, Costa RR, Rosa RG, Oliveira HB, Kruegel LFM, et al. Does complex training enhance vertical jump performance and muscle power in elite male volleyball players? *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2022; 17(4):586-93. [DOI:10.1123/ijsp.2021-0187] [PMID]
- [13] Mihaiu C, Stefanica V, Joksimović M, Ceylan Hİ, Pirvu D. Impact of specific plyometric training on physiological and performance outcomes in U16 performance athletes soccer players. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*. 2024; 16(3):206-23. [DOI:10.18662/rrem/16.3/891]
- [14] Abi Permana D, Kusnanik NW, Nurhasan N, Raharjo S. A six-week plyometric training program improves explosive power and agility in professional athletes of east java. *Physical Education Theory and Methodology*. 2022; 22(4):510-5 [DOI:10.17309/tmfv.2022.4.08]
- [15] Colil FA. Effects of different types of explosive efforts in cardiovascular and hormonal parameters of subjects with different levels of physical performance [PhD dissertation]. Pamplona: Universidad Pública de Navarra; 2020. [Link]
- [16] Bin Shamshuddin MH, Hasan H, Azli MS, Mohamed MN, Razak FAA. Effects of plyometric training on speed and agility among recreational football players. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*. 2020; 8(5):174-80. [DOI:10.13189/saj.2020.080503]
- [17] Aloui G, Hermassi S, Hayes LD, Sanal Hayes NE, Bouhafs EG, Chelly MS, et al. Effects of plyometric and short sprint with change-of-direction training in male U17 soccer players. *Applied Sciences*. 2021; 11(11):4767. [DOI:10.3390/app11114767]
- [18] Jamili N, Hosseini Kakhk SA, Askari R, Sadeghi B. [The effect of plyometric training in water with and without blood flow restriction on physical fitness in active young girls (Persian)]. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2023; 16(3):44-54. [doi:10.48308/joeppa.2023.103907]
- [19] Akinbiola OO, Yekkeen AM. Effect of an eight-week plyometric exercise training on athletes' muscular strength in selected ball games in Nigeria. *Turkish Journal of Kinesiology*. 2022; 8(1):9-14. [DOI:10.31459/turkjin.1076794]
- [20] Prianto DA, Wiriawan O, Setijono H, Muhammad HN, Putera SHP, Sholikhah AM, et al. The impact of different combinations of plyometric training on the physical performances: Experimental study on student-athletes. *Retos*. 2024; 58:361-7. [DOI:10.47197/retos.v58.105225]
- [21] Kons RL, Orssatto LB, Ache-Dias J, De Pauw K, Meeusen R, Trajano GS, et al. Effects of plyometric training on physical performance: An umbrella review. *Sports Medicine-Open*. 2023; 9(1):4. [DOI:10.1186/s40798-022-00550-8] [PMID]
- [22] Al-Fassih R, Fashi M, Ahmadizad S, Aboozari N. [The effect of four weeks of total-body resistance training (TRX) on muscular function and performance of young female swimmers (Persian)]. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2022; 15(1):21-32. [DOI:10.52547/joeppa.15.1.21]
- [23] Čaprić I, Stanković M, Manić M, Preljević A, Špirtović O, Đorđević D, et al. Effects of plyometric training on agility in male soccer players-a systematic review. *Journal of Men's Health*. 2022; 18(7):147. [DOI:10.31083/j.jomh1807147]

This Page Intentionally Left Blank