

Review Paper



# Football Biomechanics and Performance Enhancement: A Systematic Review

Farhad Nazari<sup>1</sup> , \*Ali Fatahi<sup>1</sup>

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Sport Science and Physical Education, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online



**Citation:** Nazari F, Fatahi A. Football Biomechanics and Performance Enhancement (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2023;9(3):252-270. <https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.294.7>

<https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.294.7>



**Article Info:**

**Received:** 25 Jan. 2024

**Accepted:** 25 Feb. 2024

**Available Online:** 25 Feb. 2024

**Keywords:**

Biomechanics, Football,  
Performance enhancement

## ABSTRACT

**Objective** Football players and their coaches are constantly thinking about improving the performance and quality of football for their fans. The purpose of this systematic review was to investigate the use and role of training tools and specialized exercises in enhancing the performance of football players and to review the results, analyses, and suggestions from various studies in the field of football biomechanics and performance enhancement.

**Methods** Articles were searched through electronic sources in Persian specialized databases: Google Scholar, Magiran, Civilica, Irandoc, SID, ISC and in English databases: Science Direct, Google Scholar, PubMed, and Scopus. The keywords for the search included biomechanics, football, performance enhancement, and their synonyms, which were searched in both Persian and English.

**Results** After reviewing the entire text of the articles, a total of 87 articles were evaluated and studied in three areas, including the use of different training tools and exercises to improve performance, as well as the analysis and suggestions resulting from research in football biomechanics and performance improvement.

**Conclusion** The findings showed that performance improvement in soccer players is achieved through the use of training tools and specific exercises. Plyometric exercises and theraband stretches improve proprioception and the strength of the ankle joint muscles in soccer players. An increase in technical skills is observed in small-sided games, leading to higher ball possession rates. The FIFA +11 program has a significant impact on the speed, dribbling speed, shot accuracy, agility, and vertical jump of soccer players.

**\* Corresponding Author:**

**Ali Fatahi**

**Address:** Department of Sports Biomechanics, Faculty of Sport Science and Physical Education, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Tel:** +98 (912) 5607581

**E-mail:** ali.fatahi@iauctb.ac.ir

## Extended Abstract

### 1. Introduction

Understanding sports biomechanics, both for enhancing performance and preventing injuries, holds significant promise for football players. Biomechanics experts delve into the effects of exercises and various training tools, assessing kinetics and kinematics, to optimize player performance. Football's intricate kicks are a focal point of biomechanical analysis, driving improvements in player performance. Given the perpetual quest for better quality football, this systematic review aims to explore the utilization and impact of training tools and specialized exercises on enhancing football player performance, drawing insights from football biomechanics studies.

### 2. Methods

Following the Preferred Reporting Method Guidelines for Systematic Reviews, this study employed a comprehensive search strategy across Persian and English databases including Google Scholar, Magiran, Civilica, Irandoc, SID, ISC, Science Direct, PubMed, and Scopus. Keywords such as biomechanics, football, and performance improvement, along with their synonyms, were employed in both languages. Inclusion criteria focused on studies addressing football biomechanics and performance enhancement through specific exercises and training tools, while exclusion criteria filtered out studies unrelated to these themes. Ultimately, 87 articles were scrutinized, considering their content against the inclusion and exclusion criteria, with duplicates removed.

### 3. Results

The application of inclusion and exclusion criteria yielded a final selection of 87 articles, categorized into three main areas: 1) the role of training tools in enhancing soccer player performance, 2) specialized exercises recommended for football coaches and biomechanics experts, and 3) analysis of results and insights from various studies in football performance enhancement. These findings shed light on effective strategies for improving football performance.

### 4. Conclusion

Various training tools play pivotal roles in enhancing football player performance. Exercises like Traband stretches and plyometrics significantly enhance proprioception and ankle joint muscle strength, fostering dynamic and functional ankle stability while reducing joint pressure. Squat exercises, targeting muscles around the knee joint, such as the vastus medialis and lateralis, contribute to improved stability and performance. Additionally, the FIFA +11 program is noted for its significant impact on various aspects of player performance. Optimal biomechanical responses are observed when players execute five consecutive shots during training, beyond which fatigue may compromise joint coordination. Furthermore, small-pitch games facilitate the development of technical skills and increase ball possession rates among players.

Table 1. Soccer biomechanics and performance improvement in 3 areas of instruments, exercises and results and analyzes (in brief)

Researchers	Title	Sample	Test instrument-interventionist	Variables	Results
Zeiai et al. 2019 (10)	The effects of plyometric and theraband exercises on the sense of depth and ankle strength of teenage soccer players	30 teenage soccer players in 2 plyometric groups, 15 people (age 12.87 years) and 15 people (age 13.40 years)	Goniometer (to restore the angle of 15 degrees of ankle inversion and eversion) ___ dynamometer 8 weeks of training with stretch band with 3 degrees of	The strength of dorsi and plantar flexion muscles - assessment of proprioception of ankle inversion and eversion	Intra-group: In both groups, the reconstruction error decreased by 15 degrees and the strength of ankle dorsi and flexor muscles increased. Inter-group: There was no significant difference between the use of elastic bands and plyometric exercises.

Deldar et al. 2022 (13)	The effect of six weeks of resistance training with Kash Traband on the performance indicators of young soccer players	16 football players working in the leagues of Tehran province in two groups, Traband and Control	difficulty and plyometric exercises Dynamometer, Romberg test, Wells test (sitting and reaching hands), 6 weeks of training	Hamstring muscle strength, players' balance, flexibility	Traband stretchers improved the level of flexibility and strength of hamstring muscles in adult soccer players, but did not have a significant effect on the balance of these players.
Monazami et al. 2018 (17)	Acute effect of static, ballistic and PNF stretching on vertical jump, agility and sprint performance in young football players	30 young football players with an average age ( $18.36 \pm 1.62$ years)	Sargent's vertical jump test, Balsam's agility test and 50 meters sprint	Vertical jump, agility and sprinting	Ballistic stretching has a better effect than other stretching methods during warm-up. Static stretching and PNF can be used in short periods of time.
Ghasemi et al. 2017 (18)	Examining the kinematic changes of the knee joint during single-leg landing after 8 weeks of 11+ exercises in young male football players	24 young male soccer players in 2 experimental and control groups	8 weeks of 11+ exercises Motion capture Simi motion software	Initial flexion angle, knee valgus angle, knee internal rotation angle	It is possible that the FIFA 11+ training program can have a positive impact on modifying the risk factors of anterior cruciate ligament damage.
Daneshjoo et al. 2019 (28)	Comparison of kinematic parameters of knee joint during landing in different minutes of football game	Number of 15 young players of Sanat Mes Kerman Club with 17.55 years old	Bangzio fatigue protocol, 3 Sony cameras and Kinovia software	Average knee flexion angle, knee valgus angle	The knee flexion process takes an upward path during the football game. In the first minutes of each half, the lowest amount of knee flexion occurs during landing, which is when the possibility of ACL damage is higher.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

### Funding

This research did not receive any grants from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

### Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

### **Conflicts of interest**

The authors declared no conflict of interest.

## مقاله مروری

## بیومکانیک فوتبال و ارتقاء عملکرد: مقاله مروری

فرهاد نظری<sup>۱</sup>، علی فتاحی<sup>۲</sup> ID\*

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

## اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۵ بهمن ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۶ اسفند ۱۴۰۲

تاریخ انتشار: ۶ اسفند ۱۴۰۲

## چکیده

**هدف:** بازیکنان فوتبال و مربیان آن‌ها دائماً به فکر ارتقاء عملکرد و کیفیت بهتری از فوتبال به هواداران خود هستند. هدف از این بررسی سیستماتیک، کاربرد و نقش ابزار تمرینی و تمرینات تخصصی در بهبود عملکرد بازیکنان فوتبال و بررسی نتایج، تحلیل‌ها و پیشنهادهای حاصل از مطالعات مختلف در حوزه بیومکانیک فوتبال و ارتقاء عملکرد بود.

**روش‌ها:** مقالات از طریق جستجو در منابع الکترونیکی در پایگاه‌های تخصصی فارسی: گوگل اسکولار، مگیران، سیویلیکا، ایرانداک، SID، ISC و لاتین: ساینس دایرکت، گوگل اسکولار، پایمد و اسکاپوس انجام شد. واژگان کلیدی برای جستجو شامل موارد بیومکانیک، فوتبال، ارتقاء عملکرد و ترکیب و مترادف آن‌ها بودند که به فارسی و معادل لاتین آن‌ها مورد جستجو قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** بعد از بررسی کل متن مقالات، تعداد ۸۷ مقاله در سه حوزه شامل کاربرد ابزار مختلف تمرینی و تمرینات مختلف در بهبود عملکرد، همین‌طور بررسی تحلیل‌ها و پیشنهادهای حاصل از تحقیق در مطالعات بیومکانیک فوتبال و ارتقاء عملکرد مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفتند.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌ها نشان دادند ارتقاء عملکرد در بازیکنان فوتبال به‌واسطه ابزار تمرینی و تمرینات اختصاصی حاصل می‌شود. تمرینات پلايومتریک و کش‌های تراباند سبب بهبود حس عمقی و قدرت عضلات مفصل میچ پای بازیکنان فوتبال می‌شود. افزایش تعداد مهارت‌های تکنیکی در بازی‌های زمین کوچک اتفاق می‌افتد و سطح بالاتری از مالکیت توپ را شاهد هستیم. برنامه فیفا ۱۱+ تأثیر قابل توجهی بر سرعت، سرعت دربیبل، دقت شوت، چابکی و پرش عمودی بازیکنان فوتبال دارد.

## کلید واژه‌ها:

بیومکانیک، فوتبال، ارتقاء عملکرد

\*نویسنده مسئول:

علی فتاحی

آدرس: گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تلفن: +۹۸ (۹۱۲) ۵۶۰۷۵۸۱

ایمیل: ali.fatahi@iauctb.ac.ir

## مقدمه

در سال‌های اخیر، بازی فوتبال از یک ورزش کاملاً جذاب به مهم‌ترین بازی پذیرفته‌شده و گسترده در جهان تغییر شکل داده و باعث شده که مربیان و بازیکنان این رشته محبوب همواره به دنبال رویکردهای علمی جدید برای آماده‌سازی بهتر در تمرینات و ارتقاء عملکرد در هنگام مسابقات باشند (۱). اهداف بیومکانیک ورزشی و در اینجا بیومکانیک فوتبال از قبیل: طراحی ابزار، بهبود ابزار و تجهیزات، بهبود عملکرد (کارایی)، بهبود تکنیک، بهبود تمرین و تصحیح تکنیک می‌توانند در رشد فوتبال و ارتقاء کیفیت بازیکنان مؤثر باشد. ضربات در فوتبال یکی از جذاب‌ترین موضوعات تحقیقاتی است که امروزه با تکنیک‌های پیشرفته مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد (۲). لذا آنالیز بیومکانیکی آن در دو شاخه کینتیک و کینماتیک در ارتقاء عملکرد بازیکنان نقش بسزایی دارد. دانش بیومکانیک ورزشی در حوزه بیومکانیک تمرین با هدف بهبود عملکرد و در حوزه کلینیکال با هدف پیشگیری از آسیب می‌تواند در عملکرد بازیکنان فوتبال تأثیرگذار باشد. از نظر متخصصین بیومکانیک ورزشی، ابزار تمرینی مختلف، همچنین تمرینات اختصاصی اعم از تمرینات پلائیومتریک، ایزوکتیک، تمرینات تعادلی، تمرین در زنجیره‌های باز و بسته، تمرین در زمین‌های کوچک با هدف دست‌کاری قیود تکلیف، تمرینات ۱۱+ فیفا و ... در ارتقاء عملکرد بازیکنان فوتبال نقش دارند. متخصصین بیومکانیک با اندازه‌گیری کینتیک و کینماتیک بازیکنان فوتبال و استفاده از آزمون‌های استاندارد به تحلیل تأثیر تمرینات و نقش ابزار تمرینی مختلف می‌پردازند. همچنین بررسی نتایج و تحلیل‌های حاصل از تحقیقات علمی متخصصین بیومکانیک در جهت بهبود عملکرد می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد. استفاده از دوربین‌های فیلم‌برداری برای اندازه‌گیری‌های دوبعدی (۳) و آنالیز سه‌بعدی حرکات (۴)، استفاده از مدل‌سازی و تعیین نیروها در ضربات (۵)، کاربرد حسگرهای اولتراسونیک، ژيروسکوپ و شتاب‌سنج‌ها (۶) تجزیه و تحلیل بیومکانیکی ضربات فوتبال با استفاده از الکترومایوگرافی (۷) و بسیاری از موارد دیگر از جمله نرم‌افزارهای آنالیز و نمادگذاری، کاربرد هوش مصنوعی، دینامومتر، فورس پلیت، GPS<sup>Y</sup>، سنسورهای فشار، تفنگ راداری و ... از ابزارها و روش‌های تحقیقاتی تجزیه و تحلیل بیومکانیکی در فوتبال هستند.

نتایج متفاوت گزارش شده در ارتباط با نقش ابزار تمرینی و تمرینات اختصاصی مختلف در ارتقاء عملکرد بازیکنان فوتبال و همچنین بررسی نتایج و تحلیل‌های حاصل از تحقیقات علمی متخصصین بیومکانیک در جهت بهبود عملکرد بر آن شدیم تا این مطالعه و گزارش سیستماتیک را در این سه حوزه انجام دهیم. به‌عنوان مثال بنی و همکاران (۸) گزارش کردند تمرین در بازی‌های زمین کوچک باعث افزایش تعداد مهارت‌های تکنیکی می‌شود و سطح بالاتری از مالکیت توپ اتفاق می‌افتد؛ که با مطالعه تسیتور و همکاران (۹) هم‌راستا نمی‌باشد. آن‌ها گزارش کردند که دست‌کاری قیود تکلیف در تیم موجب بهبود عملکرد و سطح تکنیک بازیکنان نمی‌شود.

این مقاله روایت و گزارشی علمی از مطالعات تخصصی انجام گرفته در حوزه بیومکانیک فوتبال و ارتقاء عملکرد بازیکنان به تفکیک سه حوزه متفاوت می‌باشد. هدف از انجام مطالعه مروری اخیر، بررسی مطالعات پیرامون کاربرد و نقش ابزار تمرینی و تمرینات اختصاصی مختلف در بهبود عملکرد و بررسی نتایج و پیشنهادهای حاصل از تحقیق در مطالعات بیومکانیک فوتبال می‌باشد.

1. Equipment Design
2. Equipment Improvement
3. Performance Improvement
4. Technique Improvement
5. Training Improvement
6. Technique Correction
7. Global Positioning System

## روش شناسی

این مطالعه یک مطالعه مروری بر اساس دستورالعمل‌های نحوه گزارش دهی ترجیحی برای بررسی‌های سیستماتیک است. در این مطالعه پژوهش‌های انجام شده در زمینه ارتقاء عملکرد بازیکنان فوتبال با رویکرد بیومکانیک ورزشی در تمامی رده‌های سنی، جمع‌آوری شد. این مقالات از طریق جستجو در منابع الکترونیکی در پایگاه‌های تخصصی فارسی: گوگل اسکولار، مگیران، سیولیکا، ایرانداک، SID، ISC و لاتین: ساینس دایرکت، گوگل اسکولار، پابمد<sup>۴</sup> و اسکاپوس<sup>۵</sup> انجام شد. واژگان کلیدی برای جستجو شامل موارد زیر و مترادف آن‌ها بودند: بیومکانیک، فوتبال، بیومکانیک + فوتبال، فوتبال + ارتقاء عملکرد، فوتبال + بهبود عملکرد؛ که به فارسی و معادل لاتین آن‌ها مورد جستجو قرار گرفتند. جستجوی مقالات از میان مقالات چاپ شده در پایگاه‌های یاد شده انجام شد. معیارهای ورود به این پژوهش و مطالعه بدین شکل بود که در ابتدا مقالات به زبان انگلیسی یا فارسی باشند، متن کامل مقاله در دسترس باشد و در نشریات علمی-پژوهشی چاپ شده و در مورد بیومکانیک فوتبال و ارتقاء عملکرد در سه حوزه استفاده از ابزار تمرینی و تمرینات اختصاصی مختلف در جهت تأثیر آن‌ها در ارتقاء عملکرد بازیکنان، همچنین تحلیل‌ها و نتایج حاصل از پژوهش‌های پیرامون بهبود عملکرد در بیومکانیک فوتبال صورت گرفته باشد. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل مطالعاتی بودند که بیومکانیک فوتبال و ارتقاء عملکرد بین بازیکنان فوتبال را در این سه حوزه یاد شده بررسی نکرده و به موارد دیگر پرداخته بودند. پس از جستجو در پایگاه‌های یاد شده با کلیدواژه کلی تعداد ۱۲۸۴۵۷۶۰ مقاله یافت شد. پس از تخصصی شدن کلیدواژه‌ها حدود ۱۶۰۰ مقاله برای مرحله بعدی انتخاب شد. سپس با بررسی عنوان مقالات تعداد ۱۹۵ مقاله انتخاب و در نهایت با مطالعه متن مقالات و معیارهای خروج از مطالعه، تعداد ۸۷ مقاله بر اساس متن کامل و همچنین حذف موارد تکراری، دقیقاً بررسی شدند.

## نتایج

با اعمال معیارهای ورود و خروج از مطالعه در نهایت تعداد ۸۷ مقاله انتخاب شدند و در سه حوزه دسته‌بندی شدند. این سه حوزه شامل: ۱. نقش ابزار تمرینی در ارتقاء عملکرد بازیکنان فوتبال. ۲. تمرینات تخصصی مورد توجه مربیان فوتبال و کارشناسان علم بیومکانیک ورزشی در جهت بهبود عملکرد. ۳. بررسی نتایج و تحلیل‌های حاصل از مطالعات و تحقیقات مقالات مختلف در حوزه ارتقاء عملکرد بازیکنان فوتبال می‌باشند که مختصراً و به تفکیک در ذیل آمده است.

## ابزار تمرینی

جدول ۱. نتایج حاصل از مطالعاتی که تأثیر ابزار تمرینی در بهبود عملکرد بازیکنان فوتبال را بررسی کرده‌اند.

محققین	عنوان	نمونه آماری	ابزار آزمون - مداخله‌گر	متغیرها	نتایج پژوهش
ضیائی و همکاران	اثر تمرینات پلایومتریک و تراباند	۳۰ نفر در ۲ گروه	گونیامتر (جهت بازسازی زاویه)	قدرت عضلات	درون گروهی: در هر دو گروه کاهش خطای بازسازی ۱۵ درجه و
۲۰۱۹ (۱۰)	بر حس عمقی و قدرت مچ پای	پلایومتریک ۱۵ نفر (سن ۱۲/۸۷ سال) و	پا) __ دینامومتر	فلکشن _ ارزیابی	افزایش قدرت عضلات دورسی و فلکسور مچ پا _ بین گروهی:

1. Preferred Reporting Item for Systematic Reviews and Meta Analyses (PRISMA)
2. Science Direct
3. Google Scholar
4. PubMed
5. Scopus

بازیکنان فوتبال نوجوان	تراپاند ۱۵ نفر (سن ۱۳/۴۰ سال)	مدت ۸ هفته تمرین با کش تراپاند با ۳ درجه سختی و تمرینات پلايومتریک	حس عمقی اینورژن و اورژن مچ پا	تفاوت معنی داری بین استفاده از کش تراپاند و تمرینات پلايومتریک دیده نشد.
جعفرزاده و همکاران ۲۰۲۲ (۱۱)	تعداد ۲۴ پسر فوتبالیست ۱۵ تا ۱۷ ساله با زانوی پراتنزی فاصله زانوها بیش از ۵ سانتیمتر.	فاصله زانوها با استفاده از کولیس و تعادل پویای آزمودنی‌ها با آزمون ستاره اندازه گیری شد. تمرینات روی گروه آزمایش به مدت ۶ هفته و ۳ جلسه در هفته انجام شد	فاصله زانوها و تعادل پویا در هر ۲ گروه - حدفاصل ۲ کندیل داخلی ران افراد در حالت ایستاده توسط آزمونگر و به وسیله کولیس	احتمالاً استفاده از برنامه تمرینی با تراپاند به مدت ۶ هفته بتواند با کاهش وضعیت پراتنزی زانو به بهبود تعادل پویا در ورزشکاران رشته فوتبال منجر شود.
هاشمی و همکاران ۲۰۱۶ (۱۲)	۴۰ فوتبالیست جوان در ۲ گروه تجربی و کنترل - تجربی (سن ۰/۸۳ ± ۱۸/۲۲ سال)	دستگاه تعادل سنج با یودکس، گروه تجربی در برنامه طراحی شده ۸ هفته‌ای ۵-۳ جلسه در هفته تمرینات مقاومتی با تراپاند شرکت کردند.	تعادل پویای آزمودنی‌ها در پیش و پس آزمون	با توجه به یافته‌های تحقیق، استفاده از تمرینات مقاومتی را می‌توان به‌منظور بهبود تعادل پویای ورزشکاران توصیه نمود
دلدار و همکاران ۲۰۲۲ (۱۳)	۱۶ فوتبالیست شاغل در لیگ‌های استان تهران در دو گروه تراپاند و کنترل	دینامومتر، آزمون رومبرگ، آزمون ولز (نشستن و رساندن دست‌ها)، ۶ هفته تمرینات تراپاند	قدرت عضلات همسترینگ، تعادل بازیکنان، انعطاف‌پذیری	کش‌های تراپاند موجب بهبود سطح انعطاف‌پذیری و قدرت عضلات همسترینگ بازیکنان فوتبال بزرگ‌سال شد، اما تأثیر معنی داری بر تعادل این بازیکنان نداشت.
حاج لطفعلیان و همکاران ۲۰۲۱ (۱۴)	بیومکانیک و عملکرد عضلات در اجرای تکنیک‌های مختلف اسکوات با رویکرد توان‌بخشی و تمرینی	مروری سیستماتیک	مهم‌ترین شاخص‌های کینماتیکی، کینتیکی و فعالیت عضلات، دامنه حرکتی مفاصل، بیشینه گشتاور مفاصل به‌ویژه زانو و فعالیت الکتریکی عضلات چهار سرران و همسترینگ بود	انجام اسکوات با هالتر از عقب با عرض پای مساوی یا بزرگ‌تر از عرض شانه، با موقعیت طبیعی پا و امکان حرکت روبه‌جلو و آزادانه برای زانو و انجام اسکوات با عمق کامل به شرطی که قوس‌های کمر حفظ شود، روش مناسبی برای اجرای این حرکت است.

## تمرینات

جدول ۲. نتایج حاصل از مطالعاتی که تأثیر تمرینات در بهبود عملکرد بازیکنان فوتبال را بررسی کرده‌اند.

محققین	عنوان	نمونه آماری	ابزار آزمون - مداخله‌گر	متغیرها	نتایج پژوهش
محمودی و همکاران ۲۰۱۶ (۱۵)	مقایسه تأثیر تمرین پلايومتریک قبل و بعد از بلوغ همراه با تمرین فوتبال بر شاخص الکترومایوگرافی و عملکرد بازیکنان فوتبال	تعداد ۳۰ دانش‌آموز فوتبالیست	الکترومایوگرافی (EMG) و آزمون‌های عملکردی	قبل و بعد از ۴ هفته تمرین، آزمون‌های عملکردی دو ۲۰ متر سرعت، چابکی، پرش سارجنت و همچنین آمپلی تود عضله پهن جانبی	مربیان می‌توانند از تمرینات پلايومتریکی تعدیل‌شده همراه با تمرین فوتبال برای گروه سنی کودکان و ورزشکاران قبل از بلوغ به‌منظور بهبود در عملکردهای توانی و سرعتی استفاده نمایند.
حیدری ۲۰۱۷ (۱۶)	اثر تمرینات حس عمقی در توان‌بخشی فوتبالیست‌ها پس از	۲۰ بازیکن با میانگین سنی ۱۶ تا ۲۵ سال	آزمون استورک آزمون تست ستاره ۵ ماه تمرینات حس عمقی	تعادل ایستا و تعادل پویا	تمرینات حس عمقی پیشنهادی طبقه‌بندی‌شده از ساده به پیچیده در فازهای مختلف توان‌بخشی تأثیر



بسیار مطلوبی در بهبود تعادل عملکرد ورزشکاران و بازگشت سریع فوتبالیست‌ها به میدان ورزش می‌باشد.	عمل جراحی در دو گروه آرتروسکوپی رباط صلیبی قدامی زانو	در دو گروه تجربی و کنترل	
ککش بالستیک نسبت به دیگر روش‌های ککش در زمان گرم کردن اثر بهتری دارد. از ککش‌های ایستا و PNF می‌توان در زمان‌های کوتاه استفاده کرد.	اثر حاد ککش ایستا، بالستیک و PNF بر عملکرد پرش عمودی، چابکی و دوی سرعت در بازیکنان فوتبال میانگین سنی جوان	۳۰ نفر از بازیکنان جوان فوتبال با میانگین سنی (۱/۶۲) ± جوان (۱۸/۳۶ سال)	منظمی و همکاران ۲۰۱۸ (۱۷)
احتمالاً برنامه تمرینات فیفا ۱۱+ بتواند تأثیرگذاری مثبت در تعدیل عوامل خطر ساز آسیب رباط متقاطع قدامی داشته باشد.	زاویه فلکشن اولیه، زاویه والگوس زانو، زاویه چرخش داخلی زانو،	۸ هفته تمرینات ۱۱+ موشن کچر نرم‌افزار Simi motion	قاسمی و همکاران ۲۰۱۷ (۱۸)
اجرای برنامه ۱۱+ کودکان می‌تواند مکانیسم پرش _ فرود بازیکنان نونهال را بهبود ببخشد.	ارزیابی نحوه فرود و پرش و مشاهده الگوی حرکتی	۸ هفته تمرینات ۱۱+ آزمون LESS نرم‌افزار Respeeder	زارعی و همکاران ۲۰۱۸ (۱۹)
بهبود شاخص‌های فعالیت عضلانی و کینماتیکی زانو حین فرود. تمرینات ۱۱+ نقش مهمی در کاهش عوامل خطر ساز آسیب زانو دارد.	مؤلفه‌های عمودی، قدامی _ خلفی و داخلی _ خارجی نیروی عکس‌العمل زمین	۸ هفته تمرینات ۱۱+ بازیکن فوتبال زیر ۲۱ فورس پلیت	قاسمی و همکاران ۲۰۱۸ (۲۰)

## تحلیل‌ها و پیشنهادهای حاصل از تحقیق

جدول ۳. نتایج حاصل از مطالعاتی که تحلیل، پیشنهادها و نتایج حاصل از تحقیق، در بهبود عملکرد بازیکنان فوتبال را بررسی کرده‌اند.

نویسندگان	عنوان	نمونه آماری	ابزار آزمون - مداخله‌گر	متغیرهای مورد مطالعه	نتایج پژوهش
انتظاری و همکاران ۲۰۲۳ (۲۱)	اثر دست‌کاری قیود تکلیف در بازی زمین‌های کوچک بر تاملات تیمی و عملکرد تکنیکی بازیکنان در بازی رقابتی فوتبال: کاربرد نظریه شبکه‌های اجتماعی در تحلیل عملکرد	۲۴ بازیکن آماتور فوتبال از رده سنی ۱۱ - ۱۷ سال در دو گروه ۱۲ نفره	دو دوربین فیلم‌برداری در طول و عرض زمین _ نرم‌افزار کینوفا _ نرم‌افزار ساکنت دوره تمرینی به مدت ۳ هفته (۱۲ جلسه) در زمین کوچک ۲۰ * ۳۰	تعداد پاس‌های موفقیت‌آمیز، تعداد دریبل موفقیت‌آمیز و تعداد شوت به سمت دروازه از طریق نرم‌افزار کینوفا _ Kinovea _ رسم گراف‌های مربوط به هر تیم بر اساس پاسکاری‌های انجام شده با نرم‌افزار SOCNET	دست‌کاری قیود تکلیف به وسیله فرمت‌های مختلف بازی‌های زمین کوچک به مربیان اجازه می‌دهد تا بتوانند از این نوع آموزش در ایجاد تمرین کارآمد و بهبود عملکرد ورزشی استفاده کنند.

محمدتقی امیری خراسانی ۲۰۱۳ (۲۲)	مقایسه حداکثر سرعت زاویه‌ای و گشتاور مفاصل پایین‌تنه در طول شوت‌های روی پای متوالی فوتبال	تعداد ۱۵ بازیکن حرفه‌ای فوتبال (سن ۲۸/۷۶ سال، سابقه بازی ۱۸/۴ سال)	شش دوربین مادون قرمز با سرعت ۲۰۰ هرتز و دو صفحه‌ی نیرو با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تعداد ۱۰ شوت متوالی روی پا	حداکثر سرعت زاویه‌ای مفاصل ران و زانو، حداکثر گشتاور مفاصل ران و زانو در مرحله حرکت روبه‌جلو (forward swing) و مرحله ضربه (Impact) و در نهایت حداکثر سرعت توپ	پنج شوت متوالی برای کسب پاسخ‌های بیومکانیکی بیشینه مناسب است؛ زیرا پس‌ازاین تعداد، بازیکنان به علت خستگی شوت‌هایی را بدون هماهنگی مناسب در بین مفاصل پیاده می‌کنند که از نظر تکنیکی مناسب نیست.
فرامرز و همکاران ۲۰۰۹ (۳۳)	و نیمرخ آمادگی جسمانی بازیکنان زبده فوتبال ایران	تعداد ۴۰ بازیکن زبده لیگ فوتبال ایران	دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیبات بدنی، انعطاف‌پذیری از آزمون خمش به جلو، سرعت با استفاده از آزمون ۴۰ یارد، چابکی از آزمون ایلی نوز و توان بی‌هوازی از دستگاه ارگوچامپ دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی	شاخص‌های ترکیب بدنی شامل: وزن، BMI، درصد چربی، WHR و شاخص‌های آمادگی جسمانی شامل: سرعت، انعطاف‌پذیری، چابکی، توان بی‌هوازی	میانگین کل توان هوازی بازیکنان زبده ایران حتی در مقایسه پست‌های بازی پایین‌تر از بازیکنان زبده سایر کشورهاست. در مورد توان بی‌هوازی، شاخص سرعت و چابکی نیز در پست‌های مختلف بازی تفاوت معناداری نداشت.
قاسمی و همکاران ۲۰۱۸ (۲۴)	و مقایسه نیمرخ پیشرفته آمادگی جسمانی بازیکنان فوتبال المپیک ایران بر اساس پست بازی	تعداد ۲۹ تن از بازیکنان تیم ملی فوتبال المپیک ایران با میانگین سنی ۳۹/۲۰ سال در قالب پنج گروه	تردمیل و دستگاه تحلیل‌کننده گازهای تنفسی، توان بی‌هوازی و شاخص خستگی با آزمون وینگیت، عملکرد عضلانی با دستگاه Biodex	متغیرهای ترکیب بدنی شامل (شاخص توده بدنی، درصد چربی)، نیروی آیزوکتیک (اوج گشتاور، نسبت عضلات موافق به مخالف، خستگی کار، کل کار مصرفی خم شدن و یازدن)، توان هوازی	با توجه به سن بازیکنان و عدم به کارگیری و اعتماد مربیان باشگاهی به استفاده ثابت از آن‌ها در طول مسابقات لیگ، احتمالاً بازیکنان نیز در تمرینات حداکثر تلاش خود را به کار نمی‌گیرند
ساجدی نیا و همکاران ۲۰۱۸ (۲۵)	و بررسی ارتباط بین سازوکارهای عصبی عضلانی با تعادل ایستا و پویای بازیکنان فوتبال	۴۵ فوتبالیست باشگاه شهرداری تبریز با ۲۱/۱۴ سال	آزمون ارزیابی خطاهای تعادل Bess، آزمون Y، دستگاه الکتروگونیاومتر، دستگاه دینامومتر ایزوکتیک	تعادل ایستا، تعادل پویا، حس عمقی و دامنه حرکتی زانو، قدرت عضلات و حس نیروی مفاصل	بهبود قدرت عضلات مفصل زانو در ورزشکاران فوتبال، ممکن هست منجر به بهبود تعادل ایستا و پویای ورزشکاران گردد.
حاج لطفعلیان و همکاران ۲۰۱۳ (۲۶)	و بررسی سرعت شوت فوتبال از طریق مقایسه خصوصیات بیومکانیکی مفصل زانو در دو شوت زمینی و هوای	۶ فوتبالیست ماهر با میانگین سنی ۲۲/۲ ± سال ۲۵/۱۶ سال	EMG و ۲ دوربین کاسیو	الکترومایوگرافی عضلات چهار سر ران، پارامترهای سینماتیکی مفصل زانو و سرعت شوت،	اختلاف معنی‌دار بین دو شوت زمینی و هوایی در سرعت توپ و سرعت زاویه‌ای باز شدن مفصل زانو بود؛ اما از نظر میزان فعالیت الکتریکی عضلات چهار سر اختلاف معنی‌داری دیده نشد
فراست ۲۰۲۱ (۲۷)	بررسی متغیرهای بیومکانیکی و آنتروپومتری بازیکنان فوتبال با توجه به پست بازی	مروری سیستماتیک	آنتروپومتری بر اساس پست بازی	متغیرهای بیومکانیکی و آنتروپومتریکی می‌توانند تأثیر مستقیم بر عملکرد بازیکنان در هنگام بازی داشته باشد. توجه ویژه به این متغیرها در زمینه استعدادیابی و انتخاب بازیکنان فوتبال در پست‌های مختلف قابل تأمل است.	روند فلکشن زانو در حین بازی فوتبال یک مسیر صعودی را طی می‌کند. دقایق ابتدایی هر نیمه
دانشجو و همکاران ۲۰۱۹	و مقایسه پارامترهای کینماتیکی مفصل زانو	تعداد ۱۵ نفر از بازیکنان جوان باشگاه صنعت کینویا	پروتکل خستگی بنگریو، ۳ دستگاه دوربین سونی و نرم‌افزار کینویا	میانگین زاویه فلکشن زانو، زاویه والگوس زانو	می‌کند. دقایق ابتدایی هر نیمه

کمترین میزان فلکشن زانو حین فرود رخ می‌دهد که در همین بازه‌های زمانی احتمال آسیب ACL بیشتر است.	حین فرود در دقایق مس کرمان با مختلف بازی فوتبال ۱۷/۵۵ سال	(۲۸)
تمرین مقاومتی با استراحت فعال نسبت به تمرین مقاومتی با استراحت غیرفعال سبب بهبود بیشتر در آمادگی هوازی و گاه بهبود بیشتر در آمادگی بی‌هوازی بازیکنان فوتبال می‌شود.	توان بی‌هوازی، استقامت عضلانی، قدرت عضلانی، Vo2max، آزمون حداکثر اکسیژن مصرفی، قدرت بیشینه، Tmax، استقامت عضلانی، هاف، AT و RAST، تمرین مقاومتی با استراحت فعال و گروه غیرفعال	(۲۹)

## بحث

هدف از انجام این پژوهش، مروری بر مطالعات پیرامون بیومکانیک فوتبال و ارتقاء عملکرد بود. بر همین اساس تعداد ۸۷ مقاله در ارتباط با ابزار تمرینی و تمرینات اختصاصی و نقش آن‌ها در بهبود عملکرد بازیکنان فوتبال، همچنین نتایج، تحلیل‌ها و پیشنهادهای حاصل از مطالعه پژوهشگران در ارتباط با ارتقاء عملکرد بازیکنان فوتبال بررسی و مورد مطالعه قرار گرفتند.

## ابزار تمرینی

به حداکثر رساندن ظرفیت‌های قدرت، سرعت و استقامتی بازیکنان از مهم‌ترین چالش‌های پیش فصل مربیان و متخصصان تیم‌های فوتبال محسوب می‌شود (۳۰). در یک مطالعه پس از ۱۰ هفته تمرین مقاومتی با استفاده از ابزار تمرینی کش تراباند، تفاوت معنی‌داری در تعادل ایستا و پویای گروه تراباند و گروه کنترل در دختران جوان ورزشکار مشاهده شد (۳۱). در مجموع تمرین مقاومتی با کشهای تراباند برای اهداف مختلف تمرینی همانند شوت‌زنی، مهارت‌های هماهنگی و بهبود دامنه حرکتی استفاده شده است (۳۲). تحقیقات بر اهمیت حس عمقی در پیشگیری از آسیب بازیکنان فوتبال تأکید می‌کند. ایلز و همکاران (۳۳) ضعف حس عمقی مفصل مچ پا را دلیل افزایش آسیب و ناپایداری مچ پا بیان کردند. اختلال در حس وضعیت مفصل مچ پا موجب تغییر هماهنگی حرکت و الگوهای حرکتی مانند تأخیر در زمان شروع انقباض و کاهش دامنه فعالیت عضلات اطراف مفصل شده و احتمال آسیب مفصل مچ پا را افزایش می‌دهد (۳۴). تمرینات تراباند به دلیل سهولت در کاربرد، هزینه کم، تنوع تمرینی بالا و بی‌خطر بودن، روز به روز جایگاه ویژه‌ای را در برنامه‌های آماده‌سازی و توان‌بخشی پیدا کرده است. این تمرینات به‌عنوان تمرینات مقاومتی پیش‌رونده شناخته می‌شوند. از باند الاستیک برای بهبود عملکرد سیستم عصبی-عضلانی، قدرت و افزایش توانایی افراد در انجام وظایف عملکردی استفاده می‌شود (۳۵). در مقایسه استفاده از تراباند و تمرینات پلايومتریك در بازیکنان فوتبال ضیائی و همکاران (۱۰) گزارش کردند که در بهبود حس عمقی و قدرت عضلات هر دو نوع تمرین باعث بهبود عملکرد اینورژن، اورژن، دورسی فلکشن و پلنٹار فلکشن مچ پا می‌شود اما تفاوت معناداری بین این دو نوع تمرین نیافتند. ضیائی و همکاران در مطالعه اثر تمرینات پلايومتریك و تراباند بر حس عمقی و قدرت مچ پای بازیکنان فوتبال نوجوان گزارش کردند در هر دو گروه پلايومتریك و تراباند در هر دو گروه - درون گروهی - کاهش خطای بازسازی ۱۵ درجه و افزایش قدرت عضلات دورسی و فلکسور مچ پا را مشاهده کردند اما بین گروهی تفاوت معنی‌داری

بین استفاده از کش تراپاند و تمرینات پلائیومتریک در کاهش خطای بازسازی ۱۵ درجه و افزایش قدرت عضلات دورسی و فلکسور مچ پا دیده نشد (۱۰).

حاج لطفعلیان و همکاران، حرکت اسکوات را در چهار موقعیت اعمال بار متفاوت، بهینه‌سازی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که انجام حرکت اسکوات با اعمال بار از پشت، روش بهینه‌تری نسبت به سایر روش‌ها است (۳۶). در حرکت اسکوات در مفصل مچ بررسی بیشتری روی عضله گاستروکنمیوس صورت گرفت (۳۷). این عضله با انقباض متوسط، از حرکت رو به جلوی تیبیا زیر فمور جلوگیری می‌کند؛ و با انقباض ایزومتریک خود به افزایش ثبات زانو کمک می‌کند (۳۸). تاتونگی و همکاران بیان کردند که با افزایش فلکشن زانو، از بین عضلات پلانتر فلکسور مچ، عضله سولئوس فعالیت بیشتری دارد (۳۹)؛ بنابراین در صورتی که نیاز به تقویت این عضله باشد انجام اسکوات کامل در مقایسه با اسکوات semi ارجحیت دارد. دایونیسو و همکاران بیان کردند که در انجام حرکت اسکوات، عضلات تیبیالیس آنتریور و گاستروکنمیوس انقباض هم‌زمانی دارند و انجام تمرینات اسکوات برای درمان بی‌ثباتی مچ مفید دانستند (۴۰). از بین عضلات کوادریسپس، وستوس مدیالیس و لترالیس انقباض یکسان و بالایی را حین اسکوات تجربه می‌کنند (۴۱)؛ و نیروی خارجی آن‌ها تقریباً دو برابر عضله رکتوس گزارش شده است (۴۲). دیگر عضلات عمل‌کننده بر روی مفصل زانو، گروه همسترینگ است. این عضلات بیشترین انقباض خود را در ۱۰ تا ۷۰ درجه فلکشن زانو دارند (۴۲).

### تمرینات

از حس عمقی به‌عنوان آگاهی از وضعیت قسمت‌های مختلف بدن در هر لحظه در فضا و بازخوردی از اندام به سیستم عصبی مرکزی یاد شده و سبب ایجاد انسجام در واحدهای حرکتی می‌شود. در جهت بهبود حس عمقی و قدرت عضلانی، تمرینات میدانی همواره از لحاظ هزینه، زمان و میزان اثرگذاری مورد توجه قرار داشته‌اند. این تمرینات شامل: تمرینات ایزوکتیک، تعادلی، تمرین در زنجیره حرکتی بسته و باز، زمان عکس‌العمل و تمرینات پلائیومتریک است (۴۳). حیدری (۱۶) گزارش کرد که تمرینات حس عمقی در فرایند توان‌بخشی فوتبالیست‌ها پس از عمل جراحی آرتروسکوپی زانو رباط صلیبی قدامی ACL بسیار مؤثر بوده است. بر این اساس استفاده از تمرینات حس عمقی طبقه‌بندی شده از ساده به پیچیده بر اساس رشته ورزشی در فازهای مختلف توان‌بخشی تأثیر بسیار مطلوبی در بهبود تعادل و عملکرد ورزشکاران دارد. نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش با تحقیق گرشورگ و همکاران (۴۴) هم‌راستا می‌باشد. کشش بالستیک موجب بهبود عملکرد دوی سرعت ۵۰ متر در بازیکنان فوتبال می‌گردد. درحالی‌که کشش‌های ایستا و PNF نیز تخریبی معنی‌داری بر عملکرد دو سرعت نداشتند. بر این اساس اجرای پروتکل‌های کششی ایستا، بالستیک و PNF بالاتر از ۲۰ ثانیه، اثر تخریبی بر اجرا و عملکرد پرش عمودی، چابکی و دوی سرعت ۵۰ متر بازیکنان فوتبال دارد (۱۷). نتایج تحقیق فلچر و همکاران (۴۵) نشان از آن دارد که کشش‌های ایستای بالاتر از ۶۰ ثانیه موجب کاهش عملکرد دوی سرعت و چابکی می‌گردند.

برنامه تمرینی فیفا ۱۱+ برنامه تمرینی پیشرفته‌ای می‌باشد که جهت پیشگیری از آسیب‌های پایین‌تنه در فوتبالیست‌ها طراحی شده است این برنامه تمرینی شامل ۲۷ تمرین می‌باشد که ۱۸ تمرین آن در ۳ سطح مبتدی، متوسط و پیشرفته ارائه شده است؛ که بر کینماتیک زانوی پای غالب فوتبالیست‌ها اثر بهینه داشته است (۱۸). برنامه‌های تمرینی فیفا ۱۱+ مشابه با تمرینات عصبی عضلانی دیگر پژوهش‌ها با تأکید بر تقویت و حفظ تعادل در نیروی عضلانی عضلات چهار سر و همسترینگ، بالا بردن سطح آگاهی مفصل زانو و ارتقای توان انفجاری این عضلات زاویه‌الگوس زانو را کاهش داده و سبب بهبود عملکرد آن می‌شود. این برنامه توانسته

است اثر بالا و مطلوبی بر کاهش زاویه چرخش داخلی زانوی بازیکنان مرد فوتبال در لحظه فرود داشته باشد (۱۸). گزارش شده است برنامه فیفا ۱۱+ تأثیر قابل توجهی بر سرعت (۴۶)، سرعت دریبل، دقت شوت، چابکی و پرش عمودی بازیکنان فوتبال دارد (۴۷). زارعی و همکاران بهبود قابل توجهی در پرش عمودی، پرش تکراری بوسکو و آزمون‌های تعادل پویا پس از یک فصل از تمرینات ۱۱+ در بازیکنان فوتبال نوجوان را مشاهده کردند اما پیشرفت قابل توجهی در آزمون چابکی ایلی نوز، ۲۰ متر و ۴۰ متر سرعت، آزمون یو یو، انعطاف‌پذیری و اسلalom دریبل مشاهده نشد (۱۹). تمرینات ۱۱+ کودکان و نوجوانان عمدتاً بر بهبود هماهنگی، تعادل، تکنیک فرود، قدرت عضلات پا و ثبات مرکزی تمرکز می‌کنند و احتمالاً این تمرینات برای پیش از نوجوانی مناسب‌تر هستند (۴۸).

شهسوار و همکاران (۴۹) گزارش کردند برنامه تمرین قدرتی \_ هرمی واژگون \_ بر سرعت دریبل فوتبال‌بالیست‌ها تأثیر معنی‌داری دارد. سرعت دریبل کردن یا حرکت همراه با توپ تحت کنترل، شاخص بسیار مهمی برای بازیکنان فوتبال محسوب می‌شود. قدرت از عوامل بسیار مهمی در حفظ تعادل بازیکنان فوتبال در زمین‌های لغزنده و هنگام تسلط و کنترل توپ محسوب می‌شود. مک کینلی و همکاران (۵۰) با بررسی اثر تمرینات پلائیومتریک و مقاومتی روی قدرت و عملکرد عصبی عضلانی بازیکنان فوتبال نشان دادند که هر دو نوع تمرین پلائیومتریک و تراباند سبب افزایش قدرت و هایپرتروفی می‌شود. یافته‌های مطالعات همسو در خصوص ۶ هفته تمرینات با کش تراباند و تمرینات پلائیومتریک اسماعیلی و همکاران (۲۲) با نتایج مطالعه مک کینلی و همکاران (۵۰)، بوئت و همکاران (۳۴)، ویزینگ و همکاران (۵۱) همسو گزارش شدند. ویزینگ و همکاران (۵۱) افزایش قدرت را در گروه‌های تمرینی پلائیومتریک و تراباند مشاهده کردند.

### تحلیل و پیشنهادهای حاصل از تحقیق

خستگی عضلانی تأثیر منفی بر تعادل، ظرفیت انقباضی عضله، هماهنگی و حس عمقی دارد (۵۲). عبدالله پور و همکاران (۵۳) گزارش کردند اوج توان اکستنسوری در سرعت زاویه‌ای ۶۰ درجه بر ثانیه بعد از خستگی کاهش یافت که احتمالاً یکی از دلایل کاهش عملکرد بازیکنان فوتبال در دقایق پایانی مسابقه کاهش توان اکستنسوری می‌باشد. خستگی عضلات چهارسران، گام برداری افراد را در مواقع عبور از موانع، راه رفتن و دویدن تحت تأثیر قرار می‌دهد (۵۴). برونی و همکاران ارتباط ویژه‌ای بین سرعت و گشتاور فلکسوری و اکستنسوری مفصل زانو نشان دادند. با توجه به این نتایج همسترینگ ظرفیت تولید قدرت بیشتری نسبت به عضلات چهارسرانی در هنگام افزایش سرعت ایزو کینتیک داشتند (۵۵). اعمال خستگی بر عضلات مفصل زانو در هنگام عمل فلکشن و اکستنشن موجب کاهش اوج توان اکستنسوری شده است و عضلات با همان سرعت زاویه‌ای قبل از خستگی فعالیت خود را ادامه می‌دهند که افزایش فشار بر عضلات اکستنسور زانو می‌تواند باعث آسیب‌های عضلانی، استخوانی و لیگامانی شود (۵۶).

امیری خراسانی (۲۲) گزارش کرد که پنج شوت متوالی برای کسب پاسخ‌های بیومکانیکی بیشینه مناسب است؛ زیرا پس از این تعداد، بازیکنان به علت خستگی شوت‌هایی را بدون هماهنگی مناسب در بین مفاصل پیاده می‌کنند که از نظر تکنیکی مناسب نیست. بهینه‌سازی رفتارها و تعاملات تیمی به افزایش عملکرد بازیکنان فوتبال می‌انجامد. بازی در زمین‌های کوچک تکالیف خاصی هستند که در حوزه آموزش فوتبال برای بهبود امکان پیشرفت بازیکنان در تعاملات تیمی و عملکرد تکنیکی طراحی شده‌اند (۵۷). تورنتس و همکاران ذکر کردند که کاربرد تمرینات بازی زمین کوچک، محرکی مناسب برای اعمال تکنیکی است (۵۸). در واقع، بازی‌های زمین کوچک سبب تسهیل درک فاصله بین هم‌تیمی و حریفان می‌شود؛ یعنی بازیکنان باید نحوه عملکرد را با توجه به قیود موجود

و پنجره زمانی بین بازیکنان کشف کنند (۵۸). چون بازیکنان تحت فشار بیشتری هستند و بازی پویاتر هست (از نظر جسمی و زمانی)، مناسبترین حالت برای ارتقای خواسته‌های تکنیکی بهینه است (۸). افزایش تعداد مهارت‌های تکنیکی در بازی‌های زمین کوچک اتفاق می‌افتد و سطح بالاتری از مالکیت توپ اتفاق می‌افتد (۸). هر چند با مطالعه تسیتور و همکاران (۹) هم‌راستا نمی‌باشد. آن‌ها گزارش کردند که دست‌کاری قیود تکلیف در تیم موجب بهبود نیافتن اقدامات تکنیکی می‌شود. احتمالاً این تفاوت برگرفته از این است که هدف تمرینی آن‌ها، تغییر شدت تمرین با تغییر در ابعاد زمین بوده است. انتظاری و همکاران (۲۱) گزارش کردند که بین پس‌آزمون و پیش‌آزمون عملکردهای پاس موفقیت‌آمیز، دریبل، شوت به دروازه تفاوت معناداری وجود داشت. نتایج نشان می‌دهد دست‌کاری قیود تکلیف به‌وسیله فرمت‌های مختلف بازی‌های زمین کوچک به مربیان اجازه می‌دهد تا بتوانند از این نوع آموزش در ایجاد تمرین کارآمد و بهبود عملکرد ورزشی استفاده کنند.

در تحقیقی از سوی دانشجو و همکاران (۲۸) تحت عنوان مقایسه پارامترهای کینماتیکی مفصل زانو حین فرود در دقایق مختلف بازی فوتبال نتایج کلی بررسی‌ها نشان داد که روند فلکشن زانو در حین بازی فوتبال یک مسیر صعودی را طی می‌کند که به این معناست دقایق ابتدایی هر نیمه کمترین میزان فلکشن زانو حین فرود رخ می‌دهد که در همین بازه‌های زمانی احتمال آسیب ACL بیشتر است. زاویه والگوس زانوی پای برتر در این دقایق نیز بیشتر بوده است. بیشترین زاویه والگوس پای برتر در دقایق صفر و ۶۰ بازی فوتبال رخ داده است که نشان می‌دهد بین فلکشن کمتر زانو و افزایش زاویه والگوس ارتباطی وجود دارد و احتمالاً دقایق ابتدایی هر نیمه، بازه زمانی خطرناک برای رخ دادن آسیب ACL است؛ اما از طرفی خستگی توانسته است بر روی کینماتیک پای برتر حین فرود اثر بگذارد و در دقیقه ۱۰۵ بازی زانوی پای برتر را با افزایش والگوس زانو و افزایش خطر آسیب ACL روبه‌رو کند (۲۸).

## نتیجه‌گیری نهایی

ابزار تمرینی مختلف نقش مهمی در بهبود عملکرد بازیکنان فوتبال دارد. کش‌های تراباند و تمرینات پلايومتریك سبب بهبود حس عمقی و قدرت عضلات مفصل مچ پای بازیکنان می‌شود. اهمیت قدرت در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی به‌خوبی توسط محققان نشان داده شده است. قدرت عضلات اطراف مفصل مچ پا، باعث ایجاد ثبات پویا و پایداری عملکردی مفصل مچ پا می‌شود. همچنین قدرت کافی عضلات باعث کاهش فشارهای وارده به مفصل می‌شود.

در حرکت اسکوات در مفصل مچ پا با بررسی عضله گاستروکنمیوس نتایج نشان داد این عضله با انقباض متوسط، از حرکت رو به جلوی تیبیا زیر فمور جلوگیری می‌کند؛ و با انقباض ایزومتریک خود به افزایش ثبات زانو کمک می‌کند. در انجام حرکت اسکوات، عضلات تیبیالیس آنتریور و گاستروکنمیوس انقباض هم‌زمانی دارند و انجام تمرینات اسکوات برای درمان بی‌ثباتی مچ مفید است. مهم‌ترین عضلاتی که در حرکت اسکوات تقویت می‌شوند، عضلات عمل‌کننده روی مفصل زانو می‌باشند. از بین عضلات کوادریسپس، وستوس مدیالیس و لترالیس انقباض یکسان و بالایی را حین اسکوات تجربه می‌کنند.

برنامه فیفا ۱۱+ تأثیر قابل توجهی بر سرعت، سرعت دریبل، دقت شوت، چابکی و پرش عمودی بازیکنان فوتبال دارد. در تمرینات، پنج شوت متوالی برای کسب پاسخ‌های بیومکانیکی بیشینه مناسب است؛ زیرا پس از این تعداد، بازیکنان به علت خستگی، شوت‌هایی

را بدون هماهنگی مناسب در بین مفاصل پیاده می‌کنند که از نظر تکنیکی مناسب نیست. افزایش تعداد مهارت‌های تکنیکی در بازی‌های زمین کوچک اتفاق می‌افتد و سطح بالاتری از مالکیت توپ اتفاق می‌افتد.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله از نوع مروری است و مستقیماً از هیچ انسانی یا حیوانی در آن استفاده نشده است.

### حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

### مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

### تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

## Reference

1. Abdullah M, Musa R, Maliki A, Suppiah P, Kosni N. Relationship of physical characteristics, mastery and readiness to perform with position of elite soccer players. *International Journal of Advanced Engineering and Applied Sciences*. 2016;1(1):8-11.
2. Meamarbashi A, Hossaini S. Application of novel inertial technique to compare the kinematics and kinetics of the legs in the soccer instep kick. *Journal of Human Kinetics*. 2010;23(2010):5-13. [DOI:10.2478/v10078-010-0001-x]
3. Asai T, Carré M, Akatsuka T, Haake S. The curve kick of a football I: impact with the foot. *Sports Engineering*. 2002;5(4):183-92. [DOI:10.1046/j.1460-2687.2002.00108.x]
4. Rodano R, Tavana R. Three-dimensional analysis of instep kick in professional soccer players. *Science and football II*: Taylor & Francis; 2003;357-61.
5. Shan G, Westerhoff P. Soccer: Full-body kinematic characteristics of the maximal instep soccer kick by male soccer players and parameters related to kick quality. *Sports Biomechanics*. 2005;4(1):59-72. [DOI:10.1080/14763140508522852] [PMID]
6. Attarzadeh Hosseini SR, Meamarbashi A, editors. A Novel Method to Measure Biomechanical Parameters of Soccer Kicks and Two-Footedness in the Field. 2008-International Pre-Olympic Congress; 2008.



7. Dörge H, Andersen TB, Sørensen H, Simonsen E, Aagaard H, Dyhre-Poulsen P, Klausen K. EMG activity of the iliopsoas muscle and leg kinetics during the soccer place kick. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1999;9(4):195-200. [DOI:10.1111/j.1600-0838.1999.tb00233.x] [PMID]
8. Bonney N, Ball K, Berry J, Larkin P. Effects of manipulating player numbers on technical and physical performances participating in an Australian football small-sided game. *Journal of sports sciences*. 2020;38(21):2430-6. [DOI:10.1080/02640414.2020.1787697] [PMID]
9. Tessitore A, Meeusen R, Piacentini M, Demarie S, Capranica L. Physiological and technical aspects of "6-a-side" soccer drills. *Journal of sports medicine and physical fitness*. 2006;36(1):46.
10. Ziaei M, Esmaili H, Mirshkar M. Effect of Plyometric and Theraband Trainings on Ankle Proprioception and Strength in Adolescent Soccer Players. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2020;9(2):16-29.
11. Jafarzadeh H, Fouladi R, Fallah Mohammadi M. Effect of Six Weeks of Exercise With Traband on the Dynamic Balance of 15-17 Years Old Soccer Players With Genu Varum Deformity. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022;11(4):576-89. [DOI:10.32598/SJRM.11.4.4]
12. Hashemi Javaheri SA. Effects of 8 weeks of resistance training with traband on dynamic balance in young soccer players. *Journal of Sport Biomechanics*. 2016;2(2):43-53.
13. Deldar H, Rahmati S, Taati B. Effect of six weeks band resistance training on performance parameters in young soccer players. *Journal of Physiologh of Movement & Health*. 2022;2(2):64-74.
14. Haj LM, Honarvar MH, Shamsheh KP. The Biomechanics and Muscle Function in Various Techniques of Squat with Rehabilitative and Training Approach: Narrative Review. 2020.
15. Mahmodi H, Rajabi H, Bapiran M, Motamedi P. Compare the effect of plyometric training pre and post maturity with soccer training on electromyographical index and soccer players performance. *Jsmt*. 2021;19(1):1-11.
16. Haidary M. Effects of proprioception exercises in the rehabilitation process of football players after arthroscopic surgery anterior cruciate ligament (ACL). *Journal of Sport Biomechanics*. 2017;3(2):15-25.
17. Monazzami A, Monazzami S, Hematfar A, Monazzami A. Acute Effects of Static, ballistic and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretching on vertical jump and Agility and fifty-meter sprint performance in Youth Soccer Players. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2018;6(12):35-46.
18. Ghassemi. v, Shojaodin.S, Ebrahimi.S, Letafat.A, Eslami.M. Examining the kinematic changes of the knee joint during one leg landing after eight weeks of FIFA 11+ training in male soccer players. *Applied sports physiology research paper*. 2017;13(26):91-104.
19. Zarei M, Abbasi H, Daneshjoo A, Barghi TS, Rommers N, Faude O, Rössler R. Long-term effects of the 11+ warm-up injury prevention programme on physical performance in adolescent male football players: a cluster-randomised controlled trial. *Journal of sports sciences*. 2018;36(21):2447-54. [DOI:10.1080/02640414.2018.1462001] [PMID]
20. Ghassemi-paeendehi V, Shojaeddin SS, Brahimi-Tekamejani E, Letafatkar A, Eslami M. Effect of 8 weeks of FIFA 11+ training on ground reaction force variables during single leg drop landing in young male soccer players. *Studies in Sport Medicine*. 2017;8(20):107-24.
21. Entezari M, Bahram A, Arsham S, Sharifnezhad A. The Effect of Manipulation Task Constraints in SSG on Team Interactions and Technical Performance of Players in Competitive Football Game: Application of Social Network Theory in Performance Analysis. *Motor Behavior*. 2023;14(50):187-212.



22. Amirikhorasani M. Comparison of maximum angular velocity and torque of lower body joints during consecutive on-foot soccer shots. *Research in sports medicine and technology*. 2013;6(22):65-74.
23. Faramarzi M, Gharakhanloo R, Choobineh S. Physical fitness level of top Iranian football players. *Olympic Quarterly*. 2010;1(49):127-141.
24. Ghasemi MH, Fashi M. Comparison of advanced physical fitness profile between Olympic soccer team members of Iran according to playing position. *Research in Sport Medicine and Technology*. 2018;16(15):35-46.
25. Sajediniya M, Norasteh A, Salahzadeh Z. The Relationship between Neuromuscular Mechanisms and Static and Dynamic Balance of Soccer Players. *Journal of Sport Biomechanics*. 2018;4(1):53-61.
26. Lotfalyian M, Lenjan Nejadidan S, Mojtahedi H. Investigate kick speed through to compare the biomechanical characteristics of the knee joint in low drive and high drive soccer instep kick. *Studies in Sport Medicine*. 2013;5(13):109-22.
27. Ferasat R. Investigation of Biomechanical and Anthropometric Variables of Football Players According to Their Playing Position. *Journal of Sport Biomechanics*. 2021;7(1):2-13. [DOI:10.32598/biomechanics.7.1.5]
28. Daneshjoo A, Mohseni M. Comparing the knee joint kinematic parameters during landing at different minutes of soccer game. *Journal of Sport Biomechanics*. 2019;5(1):2-13. <https://doi.org/10.52547/JSportBiomech.8.1.6> [DOI:10.32598/biomechanics.5.1.1]
29. Keyhanian A, Ebrahim K, Rajabi H, Marandi SM. Comparison the effect of resistance exercise with active and passive rest on aerobic and anaerobic fitness in soccer players. *Research in Sport Medicine and Technology*. 2015;13(9):47-62. [DOI:10.18869/acadpub.jsmt.13.9.47]
30. Pavlů D, Škripková A, Pánek D. The Effects of Elastic Band Exercises with PNF on Shooting Speed and Accuracy in Ball Hockey Players during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(21):11391. [DOI:10.3390/ijerph182111391] [PMID]
31. Hammami M, Gaamouri N, Cherni Y, Gaied S, Chelly MS, Hill L, et al. Effects of complex strength training with elastic band program on repeated change of direction in young female handball players: Randomized control trial. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2022;17(6):1396-407. [DOI:10.1177/17479541211062152]
32. Le Scouarnec J, Samozino P, Andrieu B, Thubin T, Morin J-B, Favier FB. Effects of Repeated Sprint Training With Progressive Elastic Resistance on Sprint Performance and Anterior-Posterior Force Production in Elite Young Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2022;36(6):1675-81. [DOI:10.1519/JSC.0000000000004242] [PMID]
33. Eils E, Schroeter R, Schröder M, Gerss J, Rosenbaum D. Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010;42(11):2098-105. [DOI:10.1249/MSS.0b013e3181e03667] [PMID]
34. Bouët V, Gahéry Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neuroscience letters*. 2000;289(2):143-6. [DOI:10.1016/S0304-3940(00)01297-0] [PMID]
35. Moharrami R, Shojaeddin S, Sadeghi H. Effect of 6 weeks resistance training with elastic-band on proprioception in male athletes with shoulder impingement syndrome. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2015;16(4):42-6.
36. Hajlotfalian M, Redaei A, Sadeghi H. Biomechanical modeling of selected methods of load carriage to improve military capabilities of troops. *Journal of Sport Biomechanics*. 2016; 2(3):15-23.

37. Anderson K, Behm DG. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Canadian journal of applied physiology*. 2005;30(1):33-45. [DOI:10.1139/h05-103] [PMID]
38. Schoenfeld BJ. Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(12):3497-506. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181bac2d7] [PMID]
39. Toutoungi D, Lu T, Leardini A, Catani F, O'connor J. Cruciate ligament forces in the human knee during rehabilitation exercises. *Clinical biomechanics*. 2000;15(3):176-87. [DOI:10.1016/S0268-0033(99)00063-7] [PMID]
40. Dionisio VC, Almeida GL, Duarte M, Hirata RP. Kinematic, kinetic and EMG patterns during downward squatting. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008;18(1):134-43. [DOI:10.1016/j.jelekin.2006.07.010] [PMID]
41. Markolf KL, Gorek JF, Kabo JM, Shapiro MS. Direct measurement of resultant forces in the anterior cruciate ligament. An in vitro study performed with a new experimental technique. *JBJS*. 1990;72(4):557-67. [DOI:10.2106/00004623-199072040-00014]
42. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, LANDER JE, Barrentine SW, ANDREWS JR, et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001;33(9):1552-66. [DOI:10.1097/00005768-200109000-00020] [PMID]
43. Ergen E, Ulkar B. Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clinics in sports medicine*. 2008;27(1):195-217. [DOI:10.1016/j.csm.2007.10.002] [PMID]
44. Gershburg M, Popov S, Khaydari M. Proprioceptive training in the rehabilitation of athletes after operations and injuries of the lower limb. *Therapeutic Physical Culture and Sports Medicine*. 2013(7):115.
45. Fletcher IM, Monte-Colombo MM. An investigation into the possible physiological mechanisms associated with changes in performance related to acute responses to different preactivity stretch modalities. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2010;35(1):27-34. [DOI:10.1139/H09-125] [PMID]
46. Impellizzeri FM, Bizzini M, Dvorak J, Pellegrini B, Schena F, Junge A. Physiological and performance responses to the FIFA 11+(part 2): a randomised controlled trial on the training effects. *Journal of sports sciences*. 2013;31(13):1491-502. [DOI:10.1080/02640414.2013.802926] [PMID]
47. Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama N, Yusof A. Effects of the 11+ and Harmoknee warm-up programs on physical performance measures in professional soccer players. *Journal of sports science & medicine*. 2013;12(3):489.
48. Zarei M, Namazi P, Abbasi H, Noruzyan M, Mahmoodzade S, Seifbarghi T. The effect of ten-week FIFA 11+ injury prevention program for kids on performance and fitness of adolescent soccer players. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2018;9(3). [DOI:10.5812/asjasm.61013]
49. Shahsavari A, Chaleh C, Razzaghi A. The effect of inverted pyramid strength training programs on some physiological characteristic of male student soccer players. 2013:903-10.
50. McKinlay BJ, Wallace P, Dotan R, Long D, Tokuno C, Gabriel DA, Falk B. Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness, and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(11):3039-50. [DOI:10.1519/JSC.0000000000002428] [PMID]
51. Vissing K, Brink M, Lønbro S, Sørensen H, Overgaard K, Danborg K, et al. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(6):1799-810. [DOI:10.1519/JSC.0b013e318185f673] [PMID]

52. Barbieri FA, Dos Santos PCR, Lirani-Silva E, Vitório R, Gobbi LTB, Van Diën JH. Systematic review of the effects of fatigue on spatiotemporal gait parameters. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 2013;26(2):125-31. [DOI:10.3233/BMR-130371] [PMID]
53. Abdollahpuor M, Barghamadi M, Jafarnejadgaroo A. The effect of local fatigue of quadriceps muscles at different speeds of flexion/extension movement on knee joint kinetics of male football players. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019; 8(2): 86-96.
54. Hunter SK, Enoka RM. Sex differences in the fatigability of arm muscles depends on absolute force during isometric contractions. *Journal of applied physiology*. 2001. [DOI:10.1152/jappl.2001.91.6.2686] [PMID]
55. Baroni BM, Ruas CV, Ribeiro-Alvares JB, Pinto RS. Hamstring-to-quadriceps torque ratios of professional male soccer players: A systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(1):281-93. [DOI:10.1519/JSC.0000000000002609] [PMID]
56. Matthews MJ, Heron K, Todd S, Tomlinson A, Jones P, Delextrat A, Cohen DD. Strength and endurance training reduces the loss of eccentric hamstring torque observed after soccer specific fatigue. *Physical Therapy in Sport*. 2017;25:39-46. [DOI:10.1016/j.ptsp.2017.01.006] [PMID]
57. Ometto L, Vasconcellos FV, Cunha FA, Teoldo I, Souza CRB, Dutra MB, et al. How manipulating task constraints in small-sided and conditioned games shapes emergence of individual and collective tactical behaviours in football: A systematic review. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2018;13(6):1200-14. [DOI:10.1177/1747954118769183]
58. Torrents C, Ric A, Hristovski R, Torres-Ronda L, Vicente E, Sampaio J. Emergence of exploratory, technical and tactical behavior in small-sided soccer games when manipulating the number of teammates and opponents. *PloS one*. 2016;11(12):e0168866. [DOI:10.1371/journal.pone.0168866] [PMID]