تأثیر سطح ناپایدار پای تکیه‌گاه بر کینماتیک شوت روی‌پای بازیکنان فوتبال

محمدعلی ناصری روحانی[۱]، محمدتقی امیری‌خراسانی[۲]*، محمدرضا امیرسیف‌الدینی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۲- استادیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۵/۶

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر سطح ناپایدار پای تکیه‌گاه بر کینماتیک شوت روی پای فوتبال بود ۳۰ بازیکن فوتبال مرد در این مطالعه مشارکت کردند. پس‌از آزمون‌های تعادل ایستا و پویا با دستگاه بایودکس، ۲۰ بازیکنی که ازلحاظ تعادل در سطح مطلوبی قرار داشتند، به‌منزلهٔ نمونهٔ آماری انتخاب شدند. برای جمع‌آوری اطلاعات از شش دوربین اپتوالکترونیک سه‌بعدی تحلیل حرکت با سرعت ۲۰۰ هرتز استفاده شد. پارامترهای کینماتیکی در سه لحظهٔ بحرانی مهارت شوت (حرکت روبه‌جلوی ران، تماس با توپ و ادامهٔ حرکت) با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مکرر و تی مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مقایسه شدند. نتایج تحقیق نشان داد که حداکثر سرعت زاویه‌ای و جابه‌جایی زاویه‌ای مفصل ران و نیز سرعت توپ در شوت روی سطح باثبات به طور معنی‌داری بیشتر از شوت روی سطح بی‌ثبات است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که شوت روی سطح بی‌ثبات باعث کاهش مقادیر پارامترهای کینماتیکی در بیشتر مراحل مهارت شوت درنتیجه باعث کاهش سرعت اولیهٔ حرکت توپ می‌شود.

کلیدواژه‌ها: سطح بی‌ثبات، شوت روی پا، پای تکیه‌گاه، تعادل، کینماتیک.

The effect of non-stability surface of support leg on the instep kicking kinematics in soccer players

Naseri-Rohani, M.A[1]., Amiri-Khorasani, M.T[2]., AmirSeyfaddini, M.R[2].

1- Master of Science Sport Biomechanic, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

2- Assistant Professor Sport Biomechanic, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

Abstract

Objective: The aim of this study was to investigate the effect of non- stability surface of support leg on the instep kicking kinematics in soccer players. **Materials and Methods:** 30 male soccer players participated in this study. After the measurement of static and dynamic balance tests by the Biodex System, 20 players were selected who were at a desired level of the balance. Data were recorded using the three-dimensional motion analysis system with 6 optoelectronic cameras (200 HZ). The kinematic parameters in three critical moments of kicking (Forward swing of hip, Contact to ball, Follow through) were compared by using repeated measures of variance and independent t- test (0/05). **Results:** The results showed that the values of maximum angular velocity and displacement of hip and velocity of ball at the kicking over stability surface was significantly higher from the kicking over non- stability surface. **Conclusion:** These results indicate that the kicking over non- stability surface causes the lower of kinematic parameters in the more of the kicking skill phases and the movement prime velocity of ball.

Keywords: Non- stability surface, Instep kicking, Support leg, Balance, Kinematics.

*. amirikhorasani@uk.ac.ir.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

مقدمه

فوتبال[1] ورزشی توپی است که به مهارت‌های تکنیکی و تاکتیکی بسیار زیاد بازیکنان نیاز دارد. یکی از مهم‌ترین مهارت‌های بازیکنان فوتبال، اجرای شوت در زمان حمله یا زمان ضربه‌های پنالتی است که بارها در بازی رخ می‌دهد. شوت فوتبال انواع مختلفی دارد که ازمیان آنها، شوت روی پا به‌دلیل دقت و سرعت زیاد کاربرد فراوانی در بازی دارد (۵-۱). به‌طور کلی، به‌دلیل نوع جنس توپ، سرعت و موقعیت‌های مختلف توپ، ماهیت و هدف ضربه، این نوع مهارت در قالب‌های گوناگونی قابل مشاهده است، ولی ضربهٔ روی پا با حداکثر سرعت به توپ ساکن، یکی از مهم‌ترین و کلیدی‌ترین شوت‌های فوتبال است که در تحقیقات گذشته نیز بیشتر به آن پرداخته شده است (۱۰-۶). موفقیت شوت فوتبال به عوامل مختلفی وابسته است که شامل فاصلهٔ ضربه از دروازه، نوع ضربهٔ استفاده‌شده، مقاومت هوا و تکنیک اصلی ضربه است که با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های بیومکانیکی توصیف شده است (۶،۷،۱۱،۱۲). با بررسی ادبیات پیشینه، مشاهده شد که مطالعات گوناگون و بسیار زیادی به بررسی پاسخ‌های بیومکانیکی پای ضربه در زمان شوت روی پای فوتبال در موقعیت‌های گوناگون پرداخته‌اند (۱۱-۱). این درحالی است که به‌غیر از پای ضربه، پای تکیه‌گاه نیز می‌تواند نقش کلیدی در طول اجرای شوت روی پای فوتبال بازی کند (۱۲،۱۳). بسیاری از بازیکنان فوتبال، ترجیح می‌دهند که از پای برتر به منزلهٔ پای ضربه استفاده کنند، چون از دقت زیادی برخوردار است (۶،۸). بسیاری از فعالیت‌ها در فوتبال (همچون شوت‌کردن، پاس‌دادن، تغییر جهت‌های سریع) در زمانی اندک و با تکیه به روی پای غیر برتر (به‌عنوان پای تکیه‌گاه) انجام می‌گیرد (۱۴). همچنین، در هنگام شوت فوتبال، پای ضربه به سمت عقب و جلو نوسان دارد، درحالی‌که وزن بدن روی پای تکیه‌گاه توزیع شده است (۱۲،۱۵،۱۶). این بدین معناست که پای تکیه‌گاه بازیکن به‌طور متوسط حداقل ۲۰- ۲۵ بار در یک بازی ۹۰ دقیقه‌ای، بار (نیرو) بر آن وارد می‌شود (۱۷) و موجب اجرای حرکت نوسانی هرچه بهتر پای ضربه می‌شود که متعاقب آن برخورد صحیح و مناسب پای ضربه با توپ رخ می‌دهد (۱۸).

ازطرفی دیگر، در میدان‌های ورزشی، هنگامی که ورزشکاران می‌دوند، می‌پرند یا شوت می‌زنند ممکن است پاهایشان روی سطوح ناهموار، چمن طبیعی یا روی پای دیگر بازیکنان قرار گیرد، که تمایل به ایجاد حرکات پیش‌بینی نشده دارند. در این وضعیت‌ها، تعادل، به‌صورت پویا، به چالش کشیده می‌شود که بر عملکرد مهارت شوت مؤثر است (۱۹). ازطرفی، شوت فوتبال به کنترل و بهره‌وری از نیروهای بسیار زیادی نیاز دارد، این درحالی است که اجراکننده بایست ثباتش را روی کمترین سطح تکیه‌گاهی (پای تکیه‌گاه) حفظ کند. بسیاری از محققان بیان کردند که تعادل پیش‌نیاز اساسی موفقیت در اجراهای ورزشی است و برای اجرای مهارت‌ها و عملکردهای حرکتی اساسی، همانند پرش، سرخوردن، پرتاب‌کردن و شوت‌کردن (فوتبال) بسیار ضروری است. بازیکنان فوتبال باید وضعیت تعادلشان را هنگام شوت‌کردن، پاس‌دادن یا تغییر جهت‌های سریع حفظ کنند (۲۰). ازمیان تحقیقات انجام‌شده می‌توان به تحققیق چیو-بالاک و همکاران (۲۰۱۲) اشاره

1. Soccer

کرد که به رابطهٔ عملکرد شوت با توانایی تعادل روی پای تکیه‌گاه پرداختند. آنها نشان دادند که بین میزان تعادل پای تکیه‌گاه و دقت شوت رابطه وجود دارد، اما بین میزان تعادل پای تکیه‌گاه و سرعت چنین رابطه‌ای وجود نداشت. همچنین، آنها گزارش دادند که تعادل پای چپ (غیر برتر) همبستگی بیشتری با دقت شوت‌کردن پای راست (برتر) نسبت به تعادل پای راست (۲۰). کلیس و همکاران (۲۰۰۴) بیومکانیک زانوی پای تکیه‌گاه را در شوت روی پا از سه زاویهٔ دورخیز مختلف بررسی کردند. آنها دریافتند که با افزایش زاویهٔ دورخیز، نیروهای عکس‌العمل زمین در سمت خلفی و داخلی پای تکیه‌گاه افزایش می‌یابد، که احتمالاً باعث تغییری در وضعیت ایستادن بازیکن در هنگام شوت می‌شود که متعاقباً دلیل تغییر تعادل است.

کاتیس و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی به مقایسهٔ شوت‌های با دقت و بی‌دقت به بالا و پایین هدف پرداختند و پی‌بردند که نیروهای عکس‌العمل زمین پای تکیه‌گاه هیچ تفاوتی بین وضعیت‌های شوت ایجاد نمی‌کنند (۲۱). ضربهٔ روی پا در تعریف مهارت چهار مرحله دارد: الف) باز شدن پا هنگام نوسان به عقب، ب) چرخش هر دو بخش ران و ساق پا به سمت جلو که در اثر آن ران می‌چرخد و ساق خم می‌شود، ج) در این لحظه سرعت حرکت ران کاهش می‌یابد و هم‌زمان با آن شتاب ساق پا افزایش می‌یابد و نتیجه‌اش تماس پا با توپ است و د) ادامهٔ حرکت است. ازنظر عملکرد، دو مرحلهٔ میانی، مهم‌ترین مراحل به‌شمار می‌روند (۱۱). این مراحل نشان‌دهندهٔ نقش اساسی پای تکیه‌گاه در حفظ تعادل است؛ زیرا با قرارگرفتن پای مخالف در جایگاه تکیه‌گاه روی زمین، پای ضربه از زمین جدا شده است و به‌صورت نوسانی، این مراحل را طی می‌کند. حفظ تعادل توسط پای تکیه‌گاه موجب می‌شود که پای ضربه بتواند به بهترین نحو عملکرد خود را پیاده کند، که این فرایند در نهایت عامل انتقال سرعت اندام تحتانی به توپ است (۶،۷،۲۰،۲۲). ویژگی‌های زمانی شوت و محل پای تکیه‌گاه در حالت مناسب نیز یکی از جنبه‌های مهم شوت فوتبال است که تغییرکردن محل پای تکیه‌گاه در طی مهارت شوت فوتبال ممکن است درنتیجهٔ نیروهای عکس‌العمل زمین برپای تکیه‌گاه تغییراتی را ایجاد کند که ممکن است بر عملکرد شوت فوتبال نیز تأثیرگذار باشد (۲۳). ازطرفی وضعیت پای تکیه‌گاه نسبت به توپ و نیروهای تولیدشده توسط پای تکیه‌گاه، مؤلفه‌هایی هستند که بر نتیجه سرعت توپ و مسیر حرکت توپ تأثیر دارند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که پای تکیه‌گاه در طول شوت فوتبال، نقش کلیدی و مؤثری را ایفا می‌کند (۲۴). درحالی‌که کینماتیک و کینتیک شوت روی پای فوتبال به طور گسترده‌ای بررسی شده است و براساس اهمیت ذکرشده، تحقیقات اندکی دربارهٔ رابطهٔ بین تعادل و شوت متمرکز انجام شده است (۱۷،۲۰،۲۱). ازآنجاکه تحقیقات صورت‌گرفته به بررسی اثر سطح بی‌ثبات پای تکیه‌گاه بر پای ضربه نپرداختند و علاوه‌براین، به‌دلیل اینکه حرکات شوت‌زدن به‌طور قابل توجهی به حفظ تعادل توسط پای تکیه‌گاه نیاز دارند، هدف این تحقیق، تأثیر بی‌ثباتی پای تکیه‌گاه بر کینماتیک شوت روی پای فوتبال است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

روش‌شناسی

در این پژوهش، ۳۰ مرد سالم از زمر بازیکنان فوتبال دانشگاه شهیدباهنر کرمان، با میانگین سنی ۲۱/۹±۱/۲ قد ۱۷۷/۶±۵/۳ سانتی‌متر، جرم ۶۸/۷±۵/۹ کیلوگرم و شاخص تودهٔ بدنی ۲۱/۸۱±۱/۵۵ کیلوگرم بر مترمربع مشارکت کردند. ۲۸ نفر از آزمودنی‌ها راست‌پا و ۲ آزمودنی دیگر چپ‌پا بودند که سابقهٔ بازی دست‌کم ۳ سال در تیم فوتبال دانشگاه را داشتند. برای تعیین پای برتر، از آزمودنی‌ها خواسته شد با قدرت به توپ ثابتی ضربه بزنند و نیز لی‌لی کنند (۸). قبل‌از اجرای شوت روی پای فوتبال در دو وضعیت باثبات و بی‌ثبات، جهت انتخاب نهایی و همگن‌سازی آزمودنی‌ها ازنظر داشتن حداقل تعادل مناسب، از دستگاه تعادل‌سنج بایودکس (BBS)[1] برای سنجش تعادل و شاخص‌های تعادل بازیکنان فوتبال استفاده شد که روایی و پایایی اندازه‌گیری‌های این دستگاه در مطالعات قبلی تأیید شده است (۲۵). آزمودنی‌هایی که در سطح بالاتری از میانگین نمرهٔ اعلام‌شدهٔ دستگاه BBS قرار می‌گرفتند، به‌منزلهٔ آزمودنی‌های نهایی انتخاب شدند. این آزمودنی‌ها داوطلبانی بودند که بالاترین نمره را در حفظ تعادل از خود به‌جا گذاشتند. در ابتدا، توضیحات لازم به‌منظور آشنایی داوطلب با روند انجام اندازه‌گیری‌ها ارائه شد. برای انجام آزمون تعادل از داوطلب خواسته شد با پای برهنه روی صفحهٔ تعادل دستگاه BBS بایستد و صفحهٔ نمایش دستگاه با توجه به قد داوطلب به‌گونه‌ای تنظیم شد که داوطلب بتواند به‌راحتی جابه‌جایی شاخص مرکز فشار (cop)[2] را روی صفحهٔ ببیند و حرکت آن را کنترل کند. در این آزمون، صفحه تعادل زیر پای آزمودنی ثابت بود و درحالت ایستاده روی یک پا و درحالت چشم‌باز انجام شد. برای انجام این آزمون، از داوطلب خواسته شد که روی یک پا به‌گونه‌ای بایستد که پایش در مرکز صفحهٔ تعادل دستگاه قرار بگیرد و نقطهٔ cop با کمترین تلاش در مرکز دایره روی صفحهٔ نمایش قرار گیرد. در ابتدا به‌منظور آشنایی داوطلب با روند آزمون، یک آزمون به‌صورت آزمایشی با داوطلب تمرین شد. سپس آزمون اصلی ۳ بار و هربار به مدت ۲۰ ثانیه انجام شد و در فواصل بین هر تکرار ۲۰ ثانیه استراحت برای داوطلب در نظر گرفته شد. در پایان آزمون، میانگین به‌دست‌آمده از میزان جابه‌جایی cop در طی ۳ تکرار به‌صورت کلی توسط دستگاه محاسبه و در جدول‌ها ثبت می‌شد (۲۵).

برای انجام آزمون تعادل پویا، از داوطلب خواسته شد که روی یک پا بر مرکز صفحهٔ دستگاه BBS که ساکن است بایستد. سپس، وضعیت قرارگیری پا در سیستم ثبت می‌شد. در هنگام آزمون‌گیری، آزمودنی‌ها دست‌هایشان را روی قفسهٔ سینه قرار می‌دادند و پای غیرتکیه‌گاه در وضعیت صفر درجهٔ فلکشن ران و زانو در ۹۰ درجهٔ فلکشن قرار داشت. سپس برای انجام آزمون تعادل پویای یک پا، صفحهٔ تعادل زیر پای داوطلب آزاد می‌شد تا آزادانه حول محور عمودی ۲۰ درجه در سطح افق بچرخد. درجهٔ آزادی صفحهٔ متحرک در سطح ۴ بی‌ثباتی تنظیم شده است (سطح ۱، بی‌ثبات‌ترین حالت و سطح ۱۲ باثبات‌ترین حالت) (۲۵). زمان هر آزمون ۲۰ ثانیه بود، که هر آزمودنی تلاش می‌کرد تعادلش را روی صفحهٔ متحرک حفظ کند.

1. Biodex Balance System
2. Center of Pressure

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

میانگین این ۳ آزمون به‌منزلهٔ شاخص تعادل پویا روی یک پا سنجیده می‌شد (۲۶). پس‌از اندازه‌گیری تعادل ایستا و پویا، بازیکن‌هایی که از لحاظ تعادلی در سطح مطلوبی قرار داشتند، به منزلهٔ نمونهٔ آماری انتخاب شدند. از میان این ۳۰ بازیکن فوتبال، ۲۰ بازیکن که از لحاظ تعادل ایستا و پویا، بالاتر ازمیانگین طبیعی خود سیستم BBS قرار داشتند، به‌عنوان آزمودنی‌های نهایی جهت اجرای شوت روی پای فوتبال در وضعیت باثبات و بی‌ثباتی انتخاب شدند. ازآنجاکه جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت کانتربالانس بود، این تعداد آزمودنی برای این تحقیق مناسب بود (۶-۴). ازآنجاکه ۲۰ بازیکن انتخاب‌شده، راست‌پا بودند، توپ را با پای راست شوت می‌کردند. جهت پیش‌گیری از برخی عوامل مخل همچون اثر یادگیری، روانی، خستگی و غیره، براساس تحقیقات گذشته (۷-۳)، بازیکنان به دو گروه ده نفرهٔ الف و ب تقسیم شدند. براساس جدول ۱، آزمودنی‌ها طی دو روز غیرمتوالی، اقدام به شوت روی پا کردند.

جدول۱. پروتکل اجرایی شوت روی پا توسط بازیکنان فوتبال

گروه / روز	روز اول	روز دوم
الف	شوت در شرایط باثبات	شوت در شرایط بی‌ثبات
ب	شوت در شرایط بی‌ثبات	شوت در شرایط باثبات

پس‌از گرم‌کردن در مدت ۵ دقیقه که نرم‌دویدن و حرکات کششی بود، ۶ نشانگر کروی به اندام تحتانی، در محل‌های آناتومیکی شامل روی تاج خاصره[1]، برجستگی بزرگ‌ران[2]، لقمهٔ خارجی استخوان ران[3]، قوزک خارجی[4]، سطح خارجی سر انتهایی استخوان کف پایی پنجم[5] و توپ نصب شد (۷-۴). به‌دنبال آن، جهت پایین‌بردن دقت برای شوت‌زدن و بالابردن سرعت در شوت‌زدن، از آزمودنی‌ها خواسته شد که یک توپ فوتبال ساکن را که در فاصلهٔ ۳ متری از دروازه به ابعاد ۱×۱ متر است با تمام قدرت شوت کنند (۷-۳). به‌منظور کاهش حرکات در صفحهٔ فرونتال، آزمودنی‌ها مستقیم پشت توپ در زاویهٔ دورخیز صفر درجه به فاصله ۳ متر قرار گرفتند (۱۱-۵). هر آزمودنی، در هر وضعیت باثبات و بی‌ثبات، پنج شوت روی پا را اجرا کرد که از بین شوت‌های ثبت‌شده، یک ضربهٔ موفق برای تجزیه و تحلیل انتخاب شد (۶،۷،۹،۱۱،۱۷). ضربهٔ موفق ضربه‌ای بود که الف) در درون دروازه قرار بگیرد و ب) دارای حداکثر سرعت توپ باشد (۶،۷،۹،۱۱،۱۷). در این پژوهش منظور از شوت در وضعیت باثبات این است که پای تکیه‌گاه روی زمین سفت قرار بگیرد (همانند حالت طبیعی)، درحالی‌که شوت در وضعیت بی‌ثباتی این است که پای تکیه‌گاه درحالت بی‌ثبات قرار بگیرد. جهت ایجاد وضعیت بی‌ثبات از فومی فشرده با ابعاد ۶×۴۱×۵۰ سانتی‌متر و درجهٔ سختی متوسط استفاده شد. انتخاب این فوم براساس آزمون تعادلی بس (BESS)[6] بود که از آن به مثابهٔ

1. Iliac Crest 2. Major Trochanter 3. Lateral Epicondyle of Femur 4. Lateral Malleolus
5. Lateral Aspect of Distal Head of the Fifth Metatarsus 6. Balance Error Scoring System

سطح بی‌ثبات استفاده شد (۲۸، ۲۷). بنابراین، شوت در حالت بی‌ثبات، با قرارگرفتن پای تکیه‌گاه روی فوم مذکور اجرا شد.

داده‌های کینماتیکی جابه‌جایی زاویه‌ای و سرعت زاویه‌ای مفاصل ران، زانو و مچ پا در مراحل FS، CT، FT مهارت شوت فوتبال با استفاده از دستگاه تحلیل حرکتی توسط شش دوربین با سرعت ۲۰۰ هرتز ثبت شد. دوربین‌ها به‌نحوی مستقر شدند که هر نشانگر توسط حداقل سه دوربین در محیط نرم‌افزار CORTEX نسخهٔ ۲/۵ که داده‌ها را تجزیه و تحلیل کرده بود، قابل رؤیت بود و قبل از ثبت، کالیبراسیون ایستا و پویا در فضای تعریف‌شده انجام شد. داده‌ها به‌صورت خودکار براساس روش باترورث در دامنهٔ فرکانس ۶ هرتز فیلتر شد. گفتنی است که جهت محاسبهٔ سرعت توپ، از رابطهٔ بین سرعت خطی پای ضربه بلافاصله قبل از ضربه به توپ، سرعت اولیهٔ توپ ارزیابی شد (۱،۱۱):

$$V_{(\text{ball})} = 1.23V_{(\text{foot})} + 2.72$$

ضربهٔ روی پا در تعریف مهارت کامل دارای چهار مرحله است: الف) باز شدن پا هنگام نوسان به عقب، ب) چرخش هر دو بخش ران و ساق پا به سمت جلو که موجب چرخش ران و خم شدن ساق می‌شود، ج) در این لحظه سرعت حرکت ران کاهش می‌یابد و همزمان با آن شتاب ساق پا افزایش می‌یابد و نتیجه‌اش تماس پا با توپ است و د) ادامهٔ حرکت است. ازنظر عملکرد، دو مرحلهٔ میانی مهم‌ترین مراحل به‌شمار می‌روند (۱۱). با توجه به این تقسیم‌بندی، در تحقیق حاضر نیز متغیرهای کینماتیکی (حداکثر جابه‌جایی زاویه‌ای، حداکثر سرعت زاویه‌ای و سرعت توپ) در سه مرحلهٔ حرکت روبه‌جلوی اندام ضربه‌زننده[1] (FS)، تماس پای ضربه با توپ[2] (CT) و ادامهٔ حرکت[3] (FT) (لحظهٔ پایانی حرکت فلکشن ران) جهت بررسی در وضعیت باثبات و بی‌ثباتی انتخاب شد (۲۹). در طول هر کدام از مراحل FS، CT و FT (از زمان شروع تا زمان پایان همان مرحله)، حداکثر جابه‌جایی زاویه‌ای (درجه) و حداکثر سرعت زاویه‌ای (درجه بر ثانیه) در هر مفصل به‌طور جداگانه محاسبه و ارائه شد (۶-۴). همچنین، گفتنی است که برای سهولت بیشتر در تفسیر نتایج، به‌صورت کلی و براساس نحوهٔ گزارش نرم‌افزار CORTEX، در مفاصل ران و زانو، علامت مثبت نشان‌دهندهٔ اکستنشن و در مفصل مچ‌پا نشان‌دهندهٔ پلانتار فلکشن است. درمقابل، علامت منفی نشان‌دهندهٔ فلکشن در مفاصل ران و زانو است و همچنین نشان‌دهندهٔ دورسی فلکشن در مفصل مچ‌پا است. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (v21) انجام شد. در ابتدا، برای بررسی طبیعی‌بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. سپس، تفاوت‌های پارامتریک در داده‌های کینماتیک شوت بین دو سطح باثبات و بی‌ثبات با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌های مکرر استفاده شد. آزمون تی مستقل نیز، به‌عنوان آزمون تعقیبی، برای بررسی تفاوت معنی‌دار بین هرکدام از متغیرهای بیومکانیکی ذکرشده بین دو سطح باثبات و بی‌ثبات استفاده شد. سطح معنی‌داری نیز α=۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

1. Forward Swing 2. Contact 3. Follow Through

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

یافته‌ها

مقادیر مربوط به پارامترهای کینماتیکی در جداول ۲ و۳ و نمودار ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که شوت در وضعیت بی‌ثباتی، میزان جابه‌جایی زاویه‌ای (P=۰/۰۳) و سرعت زاویه‌ای (p=۰/۰۱) ران را به‌طور معناداری کاهش می‌دهد. در زمان شوت در وضعیت بی‌ثبات، ران در لحظهٔ تماس، زاویهٔ اکستنشن بیشتری داشت (p=۰/۰۴). همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، سرعت توپ در شوت در وضعیت باثبات به‌طور معناداری بیشتر از شوت در وضعیت بی‌ثبات است (p=۰/۰۱).

جدول ۲. مقایسه میانگین و انحراف معیار پارامترهای حداکثر جابه‌جایی زاویه‌ای شوت روی دو سطح باثبات و بی‌ثبات (علامت مثبت نشان‌دهندهٔ اکستنشن و پلانتار فلکشن و علامت منفی نشان‌دهندهٔ فلکشن و دورسی فلکشن)

لحظه	پارامتر	مفاصل	سطح باثبات	سطح بی‌ثبات	P- Value	Effect Size
FS	حداکثر جابه‌جایی زاویه‌ای (درجه)	ران	۷۱/۹۹±۶/۹۹-	۶۵/۲۲±۷-	۰/۰۳*	۰/۵۶
		زانو	۴۸/۲۲±۱۲/۷۶	۵۱/۶۰±۱۴/۳۳	۰/۲۱	۰/۱۳
		مچ	۱۲/۶۷±۹/۵۷-	۱۲/۹۵±۸/۵۲-	۰/۸۸	۰/۰۲
CT	زاویه (درجه)	ران	۱۳۴/۷۲±۷/۵۶	۱۳۰/۱۸±۵/۲۵	۰/۰۴*	۰/۳۴
		زانو	۱۱۲/۴۳±۷/۶۶	۱۱۶/۰۵±۱۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۳
		مچ	۱۳۴/۵۶±۹/۶۹	۱۳۵/۵۸±۹/۷۲	۰/۵۱	۰/۰۲
FT	حداکثر جابه‌جایی زاویه‌ای (درجه)	ران	۵۲/۳۴±۱۴/۸۴-	۵۲/۲۳±۱۶/۰۵-	۰/۹۸	۰/۰۱
		زانو	۶۲/۱۰±۹/۳۳	۵۷/۱۹±۹/۹۹	۰/۱۲	۰/۲۰
		مچ	۲/۸۵±۲۳/۴۰-	۰/۵۸±۲۴/۱۸-	۰/۷۶	۰/۰۱

۳. مقایسه میانگین و انحراف معیار پارامترهای حداکثر سرعت زاویه‌ای شوت روی دو سطح باثبات و بی‌ثبات جدول

لحظه	پارامتر	مفاصل	سطح باثبات	سطح بی‌ثبات	P- Value	Effect Size
FS	حداکثر سرعت زاویه‌ای (درجه بر ثانیه)	ران	۱۰۱۰/۱۰±۱۵۱/۹۵	۹۲۹/۲۵±۱۳۳/۹۶	۰/۰۱*	۰/۴۰
		زانو	۱۶۱۳/۵±۳۷۷/۱۷	۱۵۷۵/۶۳±۴۲۴/۱۱	۰/۴۲	۰/۰۳
		مچ	۵۰/۱۶±۸۵۶/۰۶	۱۱۸/۸۸±۷۴۴/۱۸	۰/۷۶	۰/۰۱
CT	سرعت زاویه‌ای (درجه بر ثانیه)	ران	۸۴/۱۸±۱۴۲/۲۴-	۶۴/۴۹±۱۹۰/۵۰-	۰/۴۶	۰/۰۲
		زانو	۱۶۳۰/۹۸±۳۵۸/۹۷	۱۶۲۵/۲۸±۴۳۷/۰۳	۰/۹۰	۰/۰۱
		مچ	۱۳۱۸/۳۶±۷۵۱/۴۸	۱۴۳۸/۳۴±۵۴۸/۰۸	۰/۱۸	۰/۰۸
FT	حداکثر سرعت زاویه‌ای (درجه بر ثانیه)	ران	۶۹۳/۵۴±۱۹۰/۶۵	۶۷۱/۱۸±۱۹۲/۴۳	۰/۳۸	۰/۰۳
		زانو	۱۳۱۸/۰۳±۲۷۹/۳۱	۱۲۶۲/۶۴±۲۳۳/۷۲	۰/۳۰	۰/۰۵
		مچ	۱۳۳۳/۵۲±۹۸۱/۳۱-	۱۴۴۹/۷۲±۱۱۴۵/۱۱-	۰/۲۴	۰/۰۶

نمودار ۱. مقایسه میانگین و انحراف معیار سرعت توپ شوت روی دو سطح باثبات و بی‌ثبات. سرعت توپ به‌دنبال وضعیت باثبات، به‌صورت معنی‌داری از وضعیت بی‌ثبات بالاتر بود (α=۰/۰۱)

بحث

هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر سطح ناپایدار پای تکیه‌گاه بر کنیماتیک شوتِ روی پای بازیکنان فوتبال بود. یافته‌های اولیهٔ این تحقیق نشان داد که در مرحلهٔ FS، حداکثر میزان جابه‌جایی زاویه‌ای و سرعت زاویه‌ای ران به‌طور معنی‌داری در شوت با وضعیت باثبات بیشتر از وضعیت بی‌ثبات بود. اما بین حداکثر میزان جابه‌جایی زاویه‌ای و سرعت زاویه‌ای زانو روی سطح باثبات و بی‌ثبات تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. دورج و همکاران (۲۰۰۲) در مقایسهٔ پای برتر و غیر برتر بیان کردند که حداکثر سرعت پا به‌تبع سرعت ساق است که این سرعت نیز ناشی از سرعت زاویه‌ای ران است. بازیکنان مرد در مقایسه با بازیکنان زن، با به‌کارگیری جابه‌جایی زاویه‌ای بیشتر در مفاصل ران و زانو، موجب حداکثر سرعت شوت روی پا می‌شوند (۳۰). همچنین، شان و وسترهوف (۲۰۰۵) نشان دادند که میزان فلکشن- اکستنشن ران و زانو در پای ضربه در هنگام شوت فوتبال در بازیکنان ماهر بسیار بیشتر از بازیکنان مبتدی است (۳۱). لیز (۱۹۹۶) بیان کرد که انرژی لازم برای ران، در مراحل چرخش به عقب و چرخش به جلوی ران (FS) ساخته می‌شود. بنابراین، دامنهٔ حرکت ران و قدرت عضلانی به‌کار رفته در این مراحل مهارت شوت، در تعیین حداکثر سرعت پا در ضربه مؤثر است (۱۱). لیز و نولان (۲۰۰۲) بیان کردند که افزایش سرعت توپ با افزایش دامنهٔ حرکت در ران و افزایش سرعت زاویه‌ای ران و ساق در ارتباط است (۳۲). رابرتس و متکالف (۱۹۶۸) دریافتند که عامل اصلی و مؤثر بر سرعت پای ضربه، چرخش سریع ران در ادامهٔ فلکشن ران و اکستنشن زانو است (۳۳). براساس نتایج تحقیقات گذشته و با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می‌توان بیان کرد که دامنهٔ حرکتی و سرعت زاویه‌ای مفصل ران در مرحلهٔ FS در طول شوت روی سطح باثبات، دارای نمرهٔ بیشتر و معنی‌داری نسبت به پارامتر مشابه خودش در طول شوت روی سطح بی‌ثبات بود، بنابراین، از عوامل تعیین کننده حداکثر سرعت پا در لحظه تماس با توپ است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

در لحظهٔ CT، میزان فلکشن ران و زانو در شوت روی سطح باثبات بیشتر از سطح بی‌ثبات بود، ولی تفاوت معناداری وجود نداشت. قیدی و صادقی (۱۳۸۹) بیان کردند که مردان در لحظهٔ تماس، میزان فلکشن زانوی بیشتری نسبت به بازیکنان زن دارند (۳۴) که احتمالاً به‌دلیل استفادهٔ بیشتر از خاصیت الاستیکی عضلات و رابطهٔ طول- تنش عضلات، نیروی بیشتری به توپ اعمال کرده‌اند. شان و وسترهوف (۲۰۰۵) از رابطهٔ طول- تنش دریافتند که طول زیاد عضلات به حداکثر شوت منجر می‌شود (۳۱). اندرو و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای میزان زاویهٔ زانوی پای ضربه در لحظهٔ تماس با توپ را در پای برتر و غیر برتر مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که در شوت با پای برتر زاویهٔ زانو در اکستنشن بیشتری قرار دارد (۳۵). ازطرفی، پلاگن‌هوف (۱۹۷۱) در مطالعهٔ خود نشان داد که ضربه‌های همراه با سرعت زاویه‌ای پایین ران، از اکستنشن زانوی بیشتری برخوردار هستند (۳۶). گفتنی است که در مطالعهٔ حاضر میزان سرعت زاویه‌ای ران روی سطح باثبات بیشتر از سطح بی‌ثبات بود، درحالی‌که میزان اکستنشن زانو در شوت روی سطح بی‌ثبات بیشتر بود، که با نتایج پلاگن‌هوف (۱۹۷۱) مشابه است. به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که فلکشن بیشتر در مفصل زانو در هنگام تماس با توپ، احتمالاً به افزایش نیرو منجر می‌شود. در پژوهش حاضر میزان سرعت زاویه‌ای ران در لحظهٔ CT در شوت روی سطح باثبات بیشتر از سطح بی‌ثبات بود. دورج و همکارانش (۲۰۰۲) در مقایسهٔ پای برتر و غیر برتر مشاهده کردند که سرعت زاویه‌ای پای برتر در لحظهٔ ضربه بیشتر از پای غیر برتر بوده است و بدین‌ترتیب، پای برتر سریع‌تر به توپ ضربه می‌زند (۸). همچنین قیدی و صادقی (۱۳۸۹) بیان کردند که با داشتن سرعت زاویه‌ای بیشتر ران در لحظهٔ تماس، احتمالاً ضربهٔ سریع‌تری به توپ زده‌اند (۳۴). ازطرفی، میزان سرعت زاویه‌ای ران در لحظهٔ تماس به حداقل میزان خود می‌رسد، و هم‌زمان با کاهش سرعت ران، ساق پا با حداکثر سرعت حول محور مفصل زانو به سمت جلو حرکت می‌کند و در لحظهٔ تماس پا با توپ تقریباً به حداکثر اکستنشن می‌رسد (۳۷) که برای بازیکنان بزرگسال سرعت زاویه‌ای ران در لحظهٔ تماس از ۱۶۰/۵۰- تا ۳۰۹/۵۵ درجه بر ثانیه گزارش شده است (۳۸). در این تحقیق، میزان سرعت زاویه‌ای ران در لحظهٔ تماس روی دو سطح از ۱۲۶/۰۱- تا ۲۵۴/۹۹ درجه بر ثانیه است که با نتایج پیش‌گفته مطابقت دارد.

یکی از معیارهایی که در بسیاری از مطالعات عامل تعیین‌کنندهٔ موفقیت در اجرای شوت در نظر گرفته شده، حداکثر سرعت زاویه‌ای اکستنشن مفصل زانو است که دقیقاً قبل‌از تماس پا با توپ رخ می‌دهد. رابرتس و متکالف (۱۹۶۸) بین ۱۴۹۶/۱۷ تا ۲۰۰۰/۶۳ درجه برثانیه گزارش کردند و در تحقیق حاضر از ۱۱۸۸/۲۵ تا ۲۰۶۲/۳۱ درجه بر ثانیه به‌دست آمد که با نتایج مطالعات بالا مطابقت دارد. بین میزان جابه‌جایی زاویه‌ای مچ پا در طول شوت روی پا روی سطح باثبات و بی‌ثبات تفاوت معناداری وجود نداشت. شان و وسترهوف (۲۰۰۵) دو مرحلهٔ مجزا برای ران پای ضربه در هنگام شوت بیان کردند: مرحلهٔ اول افزایش سرعت فلکشن ران و مرحلهٔ دوم کاهش سرعت ران و افزایش سرعت مفصل زانو (ثبات ران) است. آنها نتیجه گرفتند که میزان زاویهٔ مچ پا در مرحلهٔ اول (FS) تقریباً ناچیز تغییر می‌کند (۳۱). در لحظهٔ تماس، مچ پا در بیشترین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

میزان پلانتار فلکشن خود قرار دارد. هنگامی که مچ پا در پلانتار فلکشن بیشتری باشد، نقطهٔ تماس به مچ نزدیک‌تر است تا به متاتارسال (۳۹). مطالعات کلیس و کیتیز (۲۰۰۷) نشان داد که اگر توپ با قسمت نزدیک به مچ پا در هنگام شوت زده شود، توپ با سرعت خطی زیادی حرکت می‌کند (۴۰). در لحظهٔ تماس پا با توپ، پا تا حدی به‌صورت پلانتار فلکشن تغییر شکل می‌دهد که ناشی از نیروی عکس‌العمل توپ است. و این تغییر زاویه در زمانی بسیار اندک رخ می‌دهد که باعث سرعت زاویه‌ای پلانتار می‌شود (۱۰،۴۱). قیدی و صادقی (۲۰۱۰) نیز بیان کردند که شوت‌های غیردقیق که سرعت بیشتری دارند، میزان پلانتار بیشتری در مقایسه با شوت‌های دقیق در لحظهٔ تماس با توپ داشتند (۳۹). گاکتب و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که بازیکنان، فلکشن زانوی مشابهی در گوشه‌های مختلف دروازه داشتند، اما اکستنشن مچ پا در شوت به اهداف مختلف درون دروازه، در مراحل تماس و ادامهٔ حرکت مهارت شوت فوتبال متفاوت بود، که احتمالاً دقت در شوت می‌تواند عامل این تفاوت باشد (۲۸). ازطرفی، در پژوهش حاضر، هدف مقایسهٔ تأثیر نوع سطح تکیه‌گاه بر کینماتیک حداکثر شوت فوتبال است، که نیاز به دقت زیادی ندارد؛ ازاین‌رو، علاوه‌بر اینکه بین میزان فلکشن زانو در لحظهٔ تماس روی سطح باثبات و بی‌ثبات تفاوت معناداری مشاهده نشد، در میزان تغییرات زاویه‌ای مچ پا در لحظه‌های تماس با توپ و ادامهٔ حرکت نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد.

در مرحلهٔ ادامهٔ حرکت (FT) سرعت زاویه‌ای ران و زانو در شوت روی سطح باثبات بیشتر از سطح بی‌ثبات بود، اما در سطح معنادار تفاوتی مشاهده نشد. این مرحله به‌منظور حذف تدریجی نیروهای حاصل از نوسان پای ضربه پس‌از تماس با توپ ضروری است و کاهش ناگهانی آن باعث افزایش خطر استرین همسترینگ است. به‌طور مشابه، با هر حرکت بالستیک، ادامهٔ حرکت باعث انتقال بیشتر حرکت به توپ و سرعتش است، اگر ادامهٔ حرکت با سرعت بیشتری انجام شود، درنتیجه، توپ با سرعت بیشتری فرستاده می‌شود. دوم، اهمیت این مرحله، کاهش احتمال آسیب به پای ضربه است (۲۲،۲۳). قیدی و صادقی (۱۳۸۹) در مرحلهٔ ادامهٔ حرکت، تفاوت معناداری در متغیرهای زاویه‌ای مشاهده نکردند و بیان کردند که به‌دلیل سرعت زاویه‌ای زیاد در مراحل قبلی مهارت شوت، در مرحلهٔ FT این پارامترها نیز بیشتر هستند (۳۴). بنابراین می‌توان افزایش سرعت زاویه‌ای در این مرحله را به افزایش مقادیر در مراحل قبلی نسبت داد. نتایج نشان داد که در شوت روی سطح باثبات، سرعت توپ به‌طور معنی‌داری بیشتر از شوت روی سطح بی‌ثبات است. سرعت توپ شاخص بیومکانیکی اصلی در تعیین ضربات موفق است که به عوامل مختلفی مرتبط است. این گستردگی عوامل مرتبط می‌تواند تفاوت نتایج مطالعات را دربارهٔ سرعت توپ توجیه کند. در این پژوهش این تفاوت سرعت توپ، احتمالاً ناشی از کاهش مقادیر کینماتیکی در هر سگمنت در مراحل مهارت شوت روی سطح بی‌ثبات است. میانگین حداکثر سرعت توپ در مطالعات مختلف از ۲۰ تا ۳۲ متر بر ثانیه گزارش شده است (۲۴،۴۲). در مطالعهٔ حاضر، سرعت توپ از ۱۸/۳۶ تا ۲۳/۶۵ متر بر ثانیه گزارش شده است. البته متغیرهایی مانند سطح مهارت و تکنیک بازیکنان بر سرعت شوت مؤثرند (۱۲،۴۳). همچنین احتمال دارد نبود

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

امکان ایجاد حال‌وهوای واقعی فوتبال در محیط آزمایشگاهی و همچنین تفاوت در میزان مسافت و زاویهٔ دورخیز بر عملکرد آزمودنی‌ها تأثیر گذاشته باشد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج پژوهش حاضر، سطح ناپایدار بر برخی متغیرهای کینماتیکی شوت روی پا اثر معنی‌داری دارد. بنابراین، ناپایداری سطح پای تکیه‌گاه باعث تغییر در چرخهٔ اجرای شوت روی پا در پای ضربه می‌شود. این تغییر موجب کاهش مقادیر کینماتیکی در مرحلهٔ اول مهارت شوت پای ضربه می‌شود که براساس اصل هماهنگی بین سگمنت‌ها و مفاصل، درنهایت به کاهش سرعت توپ منجر می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از تمام آزمودنی‌ها و عزیزانی که در اجرای این تحقیق ما را یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

۱. امیری‌خراسانی، محمدتقی. (۱۳۹۲). مقایسه حداکثر سرعت زاویه‌ای و گشتاور مفاصل پایین‌تنه در طول شوت‌های روی پای متوالی فوتبال. دو فصلنامه پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۶(۲): ۱۰- ۱.

2. Amiri-Khorasani, M., AbuOsman, N.A., Yusof, A. (2009). Biomechanical responses of Instep kick between different positions in professional soccer players. Journal of Human Kinetics. 22 :21-7.
3. Amiri-Khorasani, M., Abu Osman, N.A., Yusof, A. (2011). Acute effect of static and dynamic stretching on hip dynamic range of motion (DROM) during instep kicking in professional soccer players. Journal of Strength Conditioning Research. 25(4): 1177-81.
4. Amiri-Khorasani, M., Abu Osman, N.A., Yusof, A. (2010). Electromyography assessments of the vastus medialis muscle during soccer instep kicking between dynamic and static stretching. Journal of Human Kinetics. 24: 35-42.
5. Amiri-Khorasani M. (2014). Acute effects of different stretching methods on static and dynamic balance in female soccer players. International Journal Therapy Rehabilititation, in press.
6. Amiri-Khorasani M., Ferdinand, R. (2014). Kinematics assessment of soccer instep kicking in less and more experienced players; between different acute stretching methods. Journal of Sports Technology, in press.
7. Amiri-Khorasani M., Kellis, F. (2013). Static vs. dynamic acute stretching effect on quadriceps muscle activity during soccer instep kicking. Journal of Human Kinetics. 38: 37-47.
8. Dorge, H.C., Andrsen, T.B., Sorensen, H., Simonsen, E.B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and non- preferred leg. Journal of Sports Sciences. 20: 293-9.
9. Nunome, H., Ikegami, Y., Kozakai, R., Apriantono, T., Sano, S. (2006). Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non- preferred leg. Journal of Sports Sciences. 24: 529-41.
10. Shinkai, H., Nunome, H., Isokawa, M., Ikegami, Y. (2009). Ball impact dynamics of instep soccer kicking. Medicine Science and Sports Exercise. 41(4): 889-97.
11. Lees, A. (1996). Biomechanics applied to soccer skills. In: Science and Soccer. Ed: Reilly, T. London: E & FN Spon. 123-33.
12. Lees, A., Nolan, L. (1998). The biomechanics of soccer: A review. Journal of Sports Sciences. 16: 211-34.
13. Oyama, S., Myers, J.B., Wassinger, C.A., Ricci, D., Lephart, S.M. (2008). Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athletes. Journal of Athletic Training: 43(6): 565-70.
14. Barone, R., Macaluso, F., Traina, M., Leonardi, V., Farina, F. Di Felice, V. (2011). Soccer players have a better standing balance in nondominatnt one–legged stance. Journal of sport Medicine. 2:1-6.
15. Rodano, R., Cova, P., Vigano. R. (1988). Designing a football boot: a theoretical and experimental approach. In: Science and Football, T. Reilly, A. Lees, K. Davids, and W. Murphy (Eds.). London: E & FN Spon. 416–25.
16. Kermond, J., Konz. S. (1978). Support leg loading in punt kicking. Res. Q. 49:71–9.
17. Kellis, E., Katis, A., Gissis, I. (2004). Knee biomechanics of the support leg in soccer kicks from three angles of approach. Medicine and Science in Sports and Exercise. 36: 1017–28.
18. Hosford G., Meikle, D. (2007). The science of kicking, Upper Ferntree Gully, Melbourne, B.I.P.E. Publications.
19. Hrysomallis, C., MCLaughlin, P., Goodman, C. (2006). Relationship between static and dynamic balance tests among elite Australian Footballers. Journal of Science and Medicine in Sport. 9(4): 288-91.
20. Chew-Bullock, T.S., Anderson, D.I., Hamel, K.A., Gorelick, M.L., Wallace, S.A., Sadaway, B. (2012). Kicking performance in relation to balance ability over the support leg .Human Movement Science. 31(6): 1615–23.
21. Katis, A., Giannadakis, E., Kannas, T., Amiridis, I., Kellis, E., Lees, A. (2013). Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. Journal of Electromyography and Kinesiology. 23: 125–31.
22. Barfield, W.R. (1998). The biomechanics of kicking in soccer. Clinics in Sports Medicine. 4: 711–27.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]

23. Goktepe, A., Karabork, H., Ak, E., Cicek, S., Korkusuz, F. (2008). Kinematic analysis of penalty kick in soccer. J. Fac.Eng.Arch. Selcuk Univ. 23(3): 45-9.
24. Andersen, T.B., Dorge, H., Thomsen, F. (1999). Collision in soccer kicking. Sports Engineering. 2: 121-5.
25. Schmitz R.J., Arnold, B. (1998). Intertester and Intratester reliability of a dynamic balance protocol using the biodex stability system. Journal of Sport Rehabilitation. 7: 95 –101.
26. Rozzi, S.L., Lephart, S.M., Gear, W.S., Fu, F.H. (1999). Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. The Amrican Journal of Sports Medicine. 27(3): 312-19.
27. Bressl, E., Yonker, J.C., Kras, J., Heath, E.M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball and gymnastics athletes. Journal of Athlete training. 42(1): 42-6.
28. Riemann, B.L., Guskiewicz, K.M., Shields, E.W. (1999). Relationship between clinical and forceplate measures of postural stability. Journal of Sport Rehabilititation. 8:71–82.
29. Goktepe, A., Karabork, H., Ak, E., Cicek, S., Korkusuz, F. (2008). Kinematic analysis of penalty kick in soccer. J. Fac.Eng.Arch. Selcuk Univ, 23: 45-9.
30. Tant, C.L., Browder, K.D., Wilkerson, J.D. (1991). A three dimensional kinematic comparison of kicking techniques between male and female soccer players. In Biomechanics in Sport IX.101-5.
31. Shan, G., Westerhoff, W. (2005). Full-body kinematic characteristics of the maximal instep kick by male soccerplayers and parameters related to kick quality. Sports Biome-chanics. 4: 59–72.
32. Lees, A., Nolan, L. (2002). 3D kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions, in Science and Football *IV* (eds W. Spinks, T. Reilly and A. Murphy), E & FN Spon, London. 16–21.
33. Roberts, E.M., Metcalf, A. (1968). Mechanical analysis of kicking. In Biomechanics I (edited by J. Wartenweiller, E. Jokl and M. Hebbelink). 315-9.
۳۴. قیدی، نغمه.، صادقی، حیدر. (۱۳۸۹). اثر جنسیت بر کینماتیک شوت روی پا در فوتسال. پژوهش در علوم ورزشی. شماره ۶: ۶۶– ۴۹.
35. Andrew, J.H., Mannering, A. (2006). A biomechanical analysis of the instep kick in soccer with preferred and non- preferred foot. XXIV ISBS Symposium 2006, Salzburg – Austria.
36. Plagenhoef, S. (1971). Patterns of human motion. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
37. Wickstrom, R.L. (1975). Developmental kinesiology. Exercise and Sports Science Reviews. 3: 163-92.
38. Putnam, C.A. (1991). A segment interaction analysis of proximal-to-distal sequential segment motion patterns. Medicine and Science in Sports and Exercise. 23: 130–44.
39. Gheidi, N., Sadeghi, H. (2010). Kinematic comparison of successful and unsuccessful instep kick in indoor soccer. American Journal of Applied Sciences. 7(10): 1334-40.
40. Kellis, E., Katis, A. (2007). Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. Journal of Sports Science and Medicine. 6: 154 –65.
41. Asami, T., Nolte, V.(1983). Analysis of powerfull ball kicking. (1983). Analysis of powerful ball kicking. In: Biomechanics VIII-B. Eds: Matsui, H. and Obayashi, K. Champaign IL: Human Kinetics. 695-700.
42. Katis, A.T., Kellis, E. (2010). Three- dimensional kinematics and ground reaction forces during the instep and outstep soccer kicks in pubertal players. Journal of Sports Science. 28(11): 1233-41.
43. Orloff, H., Sumida, B., Chow, J., Habibi, L., Fujino, A., Kramer, B. (2008). Ground reaction forces and kinematics of plant leg position during instep kicking in male and female collegiate soccer players. Sports Biomechanics. 7(2): 238-47.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.3.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.27]