پژوهش در علوم ورزشی شماره ۶، تابستان ۱۳۸۹، صص ۶۶-۴۹

اثر جنسیت بر کینماتیک شوت روی پا در فوتسال

*نغمه قیدی[۱]، دکتر حیدر صادقی[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۸/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۷/۲۰

چکیده

فوتسال از رشته‌های ورزشی سالنی پرطرفدار و توسعه‌دهندهٔ مهارت‌های فوتبال به شمار می‌آید. با وجود این، مطالعات بیومکانیکی محدودی در مورد تفاوت‌های کینماتیکی شوت در فوتسال، با توجه به عامل جنسیت انجام شده است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر جنسیت بر کینماتیک شوت روی پای فوتسال است. ۱۴ آزمودنی (۷ مرد و ۷ زن از بازیکنان نخبهٔ لیگ فوتسال کشور) با میانگین سنی به ترتیب ۱/۷±۲۳ و ۲/۴±۲۳ سال، قد ۴/۷۳±۱۸۲/۲ و ۴/۸۴±۱۶۰/۷ سانتی‌متر و وزن ۴/۰۴±۷۲/۴ و ۴/۳۳±۵۳/۷ کیلوگرم در این تحقیق شرکت کردند. برای جمع‌آوری اطلاعات از دستگاه آنالیز حرکتی[۳] سه دوربینه با فرکانس ۵۰ هرتز استفاده شد. میانگین پارامترهای کینماتیکی دو جنسیت، در چهار لحظهٔ بحرانی ضربه (تماس پای تکیه، حرکت رو به جلوی ران، ضربه، ادامهٔ حرکت) از دو فاصله ۶ و ۱۰ متر، با استفاده از آزمون t مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مقایسه شد. یافته‌ها نشان‌دهندهٔ اثر معنی‌دار جنسیت بر بسیاری از متغیرهای کینماتیک شوت روی پا بود. این متغیرها عبارتند از: زاویهٔ زانو، ران، مچ و سرعت زاویه‌ای ران، تاج خاصره، پا، زانو و مچ، جابه‌جایی خطی پنجه، مچ، زانو، ران، سرعت و شتاب خطی مچ، پنجه، زانو و ران. نتایج نشان می‌دهد مردان با سرعت و شتاب بیشتری به توپ ضربه می‌زنند، مرحلهٔ ادامهٔ حرکت را با کاهش تدریجی سرعت و جابه‌جایی بیشتر، به‌طور محسوس‌تری اجرا می‌کنند و با داشتن دامنهٔ حرکتی بیشتر، ضربهٔ بهتری به توپ اعمال می‌زنند، اما الگوی زمانی ضربهٔ مردان و زنان مشابه است.

کلیدواژه‌های فارسی: کینماتیک، جنسیت، شوت روی پا، فوتسال.

۱. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه Email: gheidi.n1981@gmail.com
۲. استاد دانشگاه تربیت معلم تهران

3. KINEMETRIX 3D Motion Analysis (MIE, UK 1997)

مقدمه

فوتسال نسخهٔ جدید و سالنی فوتبال است که هر روز بر طرفداران آن افزوده می شود. در دنیا، فوتسال را رشتهٔ توسعه‌دهندهٔ مهارت می‌شناسند. یکی از مهم‌ترین مهارت‌های بازیکنان فوتسال، اجرای شوت در زمان حمله یا ضربه‌های پنالتی است که بارها در حین بازی به‌وجود می‌آید. شوت انواع مختلفی دارد که از میان آنها، شوت روی پا به‌دلیل دقت و سرعت بالا، کاربرد وسیعی در بازی دارد (۱). مروری بر تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که با وجود مطالعات وسیع کینماتیکی در فوتبال و با توجه به تفاوت‌های موجود از قبیل اندازه و فشار باد توپ، زمین بازی و... تحقیقات بیومکانیکی اندکی روی مهارت‌های فوتسال انجام شده است و اغلب، نتایج تحقیقات فوتبال را به فوتسال تعمیم داده‌اند.

با وجود افزایش روز افزون شرکت زنان در ورزش، به‌ویژه فوتبال و فوتسال، مطالعات بیومکانیکی اندکی دربارهٔ تفاوت‌های کینماتیکی و کینتیکی شوت انجام گرفته است که عامل جنسیت در آن دخالت داده شده باشد و به‌علاوه، در بیشتر موارد از آزمودنی‌های مرد استفاده شده است (۲)؛ در نتیجه، برنامه‌های تمرینی زنان به‌طور مستقیم، برگرفته از تمرینات مردان است (۳).

از میان تحقیقات انجام شده می‌توان به تحقیق تنت و همکاران[1] (۱۹۹۱) اشاره کرد که به بررسی و مقایسهٔ کینماتیک سه بعدی[2] تکنیک شوت بین زنان و مردان پرداخت. وی گزارش کرد که مردان در اجرای ضربه‌های روی پا با بیشترین سرعت، از دامنهٔ حرکتی بزرگ‌تری در ران و زانو استفاده می کنند، در حالی که زنان برای افزایش سرعت ضربهٔ خود، چرخش لگن بزرگ‌تری دارند (۴). براودر و همکاران[3] (۱۹۹۱) منتخبی از ویژگی‌های سه بعدی ضربهٔ روی پای زنان فوتبالیست، از جمله چرخش لگن و دورخیز را بررسی کردند. آنها نشان دادند که لگن هنگام ضربهٔ سریع، در مقایسه با ضربهٔ آهسته، دامنهٔ چرخش بزرگ‌تری دارد. آنها احتمال دادند که سرعت اضافی (بیشتر) بخش پایینی پا در مرحلهٔ چرخش لگن به دست می‌آید (۵). بارفیلد[4] (۲۰۰۲) نیز در تحقیقی باعنوان «تفاوت‌های کینماتیکی شوت روی پا بین بازیکنان زن و مرد نخبهٔ فوتبال» به این نتیجه رسید که مردان به‌طورکلی، سریع‌تر از زنان توپ را شوت می‌کنند

1. Tant et al
2. Three dimensional (3D)
3. Browder. et al
4. Barfield et al.

(۱). شان[1] (۲۰۰۹) با تأکید بر عدم وجود تحقیقات کمّی لازم در مورد زنان، به بررسی اثر جنسیت و تجربه بر شوت روی پا پرداخت و به این نتیجه رسید که مردان مهارت شوت را سریع‌تر و قوی‌تر از زنان اجرا می‌کنند (۳). بیشتر تحقیقات انجام شده تنها به میانگین متغیرهای کینماتیکی یا متغیرهای لحظهٔ ضربه بسنده کرده‌اند در صورتی که براساس آنچه آدریان و کوپر[2] (۱۹۷۹) گفته‌اند، نکات بحرانی در ضربه با پا عبارتند از: وضعیت عضو حمایت‌کننده، نوسان عضو ضربه‌زننده و وضعیت بدن برای ضربه به توپ است (۶). بر اساس تحقیق ویکستروم[3] (۱۹۷۷)، الگوی حرکتی افرادی که به استانداردهای کامل رسیده‌اند شامل: قرارگیری عضو حمایت‌کننده در کنار و کمی پشت توپ، حالت خمیدهٔ زانوی عضو ضربه زننده، حرکت به سمت جلو ران اندام ضربه‌زننده، حفظ حرکت عضو ضربه‌زننده پس از برخورد با توپ و خاتمهٔ حرکت با فلکشن ران می‌باشد (۷). بلوم‌فیلد و همکارانش[4] (۱۹۷۹) نشان دادند که حرکت شوت در تعریف مهارت کامل[5] دارای چهار مرحلهٔ باز شدن پا هنگام تاب خوردن به عقب، چرخش هر دو بخش ران و ساق پا به جلو و تا شدن زانو، کاهش سرعت ران و افزایش شتاب ساق پا و تماس پا با توپ و در نهایت، تعقیب توپ است (۸). با توجه به این تقسیم‌بندی، در تحقیق حاضر نیز متغیرهای کینماتیکی در چهار لحظهٔ تماس پای تکیه با زمین[6]، شروع حرکت رو به جلو عضو ضربه زننده[7]، تماس پای ضربه با توپ[8] و لحظهٔ خاتمهٔ حرکت فلکشن ران در ادامهٔ حرکت[9] بررسی شد. با توجه به تحقیقات معدود در این زمینه، مطالعه و مقایسهٔ اجرای این مهارت بین زنان و مردان فوتسالیست می‌تواند ابهامات تکنیکی را برای مربیان روشن کند و به‌منظور شناسایی توانمندی‌ها و تفاوت‌های جنسیتی استفاده شده، موجب ارتقای سطح کیفی اجرای مهارت شوت در زنان فوتسالیست گردد؛ از این رو هدف این تحقیق بررسی اثر جنسیت بر کینماتیک شوت روی پای فوتسال است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Shan, G
2. Adrian, M.J & Cooper, J.M.
3. Wickstrom, R.L
4. Bloomfield et al.
5. Mature skill
6. Support Foot Contact (SFC)
7. Followw Motion (FM)
8. Ball Contact (BC)
9. Finishing (FIN)

روش تحقیق

در این تحقیق ۱۴ نفر (۷ مرد و ۷ زن) از بازیکنان نخبهٔ لیگ فوتسال کشور با میانگین سنی به ترتیب (۱/۷±۲۳) و (۲/۴±۲۳) سال، قد (۴/۷۳±۱۸۲/۲) و (۴/۸۴±۱۶۰/۷) سانتی‌متر، وزن (۷۲/۴±۴/۰۴) و (۴/۳۳±۵۳/۷) کیلوگرم و BMI (۰/۶۷±۲۱/۷۹) و (۲/۲۹± ۲۰/۷۷) کیلوگرم بر متر مربع شرکت کردند. آزمودنی‌ها همگی راست پا بوده، دست‌کم دو سال سابقهٔ بازی مستمر در لیگ فوتسال داشتند. ابتدا، برای تعیین پای برتر از آزمودنی‌ها خواسته شد با قدرت به توپ ثابتی ضربه بزنند و لِی لِی کنند (۱، ۹).

برای نمونه‌برداری از شوت بازیکنان، از دستگاه آنالیز حرکتی[1] آزمایشگاه بیومکانیک استفاده شد. این دستگاه سه دوربین با فرکانس ۵۰ هرتز (۱۰) دارد و برای هماهنگی (کالیبراسیون) دوربین‌ها، از فریم کالیبراسیون مخصوص استفاده شد. دوربین‌ها در سمت راست افراد، با فاصلهٔ متوسط پنج متر از بازیکن و عمود بر صفحهٔ ساجیتال حرکت، روی کمانی با زاویهٔ ۱۲۰ درجه، به نحوی قرار گرفتند که دست‌کم دو دوربین بتوانند تمام نشانگرهای نصب شده روی بدن آزمودنی را به‌خوبی پوشش دهند. در مرکز دروازهٔ فوتسال، هدفی با شعاع یک متر معین شده بود.

ابتدا ، آزمودنی‌ها با نرمش و انجام مهارت شوت به مدت پنج دقیقه، خود را گرم کردند. گفتنی است همهٔ افراد لباس و شورت ورزشی و کفش‌های فوتسال پوشیده بودند. نمونه‌گیری در روزهایی انجام شد که بازیکنان تمرین نداشتند و برای یکسان کردن شرایط بازیکنان، اغلب، نمونه‌گیری بین ساعت‌های ۳ تا ۷ بعد از ظهر انجام شد. پس از گرم کردن، محل نشانگرهای آناتومیکی، به‌وسیلهٔ علامت روی پوست، مشخص شد و پس از تمیز کردن پوست، نشانگرها در محل‌های خود قرار گرفتند. به‌طورکلی، پنج نشانگر در محل‌های آناتومیکی شامل تاج خاصره[2]، برجستگی بزرگ ران[3]، لقمهٔ خارجی استخوان ران[4]، قوزک خارجی[5]، سطح خارجی سر انتهایی استخوان کف پایی پنجم[6] پنجم[6] (تصویر شمارهٔ ۱) نصب شد. نشانگرها[7] در دو اندازهٔ ۱/۵ و ۲ سانتی‌متری بودند و انتخاب اندازهٔ آنها به اندازهٔ مفصل مورد نظر بستگی داشت. سپس، از آزمودنی ها خواسته شد از دو فاصلهٔ ۶ متری (نقطهٔ پنالتی اول) و ۱۰ متری (نقطهٔ پنالتی دوم)، با یک گام دورخیز و با زاویهٔ ۳۰ تا ۴۵

1. KINEMETRIX 3D Motion Analysis (MIE, UK 1997)
2. Iliac crest
3. Major trochanter
4. Lateral epicondyle of femur
5. Lateral malleolus
6. Lateral aspect of distal head of the fifth metatarsus
7. passive reflective sphere markers

درجه (بهترین زاویه برای دورخیز) (۱۱) نسبت به محل قرار گیری توپ، با روی پا به توپ ثابت ضربه بزنند. برای کاهش اثر خستگی بین هر ضربه، به‌طور متوسط ۱۰ ثانیه فاصلهٔ زمانی اعمال گردید. از هر آزمودنی در فاصلهٔ هر چهار شوت فیلم‌برداری شد و از بین شوت‌های ثبت شده در هر فاصله، یک ضربهٔ موفق برای تجزیه و تحلیل انتخاب شد.

تصویر ۱. نحوه نصب نشانگرها

برای به‌دست آوردن موقعیت فضایی نشانگرها، تصاویر فیلم‌برداری شده، با استفاده از نرم‌افزار آنالیز حرکتی کینماتریکس[1] تجزیه و تحلیل شد. متغیرهای کینماتیکی موقعیت خطی (در سه محور x، y، z)، سرعت و شتاب پنجهٔ پا، مچ پا، زانو، ران و تاج خاصره، زاویهٔ مفاصل زانو، ران، مچ و سرعت زاویه‌ای مفاصل ران، زانو، مچ و مدت زمان حرکت، قبل و بعد از ضربه در دو فاصلهٔ ۶ و ۱۰ متری اندازه‌گیری شد. برای محاسبهٔ زاویهٔ مفاصل، زاویهٔ طبیعی اندام‌ها در حالت ایستادن طبیعی، صفر درجه تعریف شد (۱۲) (یک فریم قبل از شروع حرکت، برای ارزیابی زوایا فیلم‌برداری شد).

با توجه به فازهای حرکت شوت، اطلاعات کینماتیکی اندام تحتانی، با مشاهدهٔ حرکت در چهار لحظهٔ بحرانی و دو فاصلهٔ زمانی (مدت زمان قبل و بعد از ضربه)، بین دو جنسیت مقایسه شد. این چهار لحظه عبارتند از: تماس پای تکیه با زمین (اولین فریم محسوس تماس پای تکیه با زمین و شروع حرکت رو به عقب پای ضربه)، شروع حرکت رو به جلوی پا (اولین فریم

1. KINEMETRIX ® 3D Motion Analysis (ver 5.3 MIE, UK 1997)

محسوس حداکثر فلکشن زانو و شروع حرکت رو به جلوی پای ضربه)، برخورد پا با توپ (اولین فریم محسوس تماس پای آزمودنی با توپ)، پایان ادامهٔ حرکت (حداکثر حرکت پای ضربه پیش از برگشت به حالت اولیه) و مدت زمان قبل از ضربه (شمارش فریم از اولین فریم محسوس برخورد پای تکیه با زمین تا لحظهٔ ضربه، ضرب در مدت زمان هر فریم، ۰/۰۲ ثانیه)، مدت زمان بعد از ضربه (شمارش تعداد فریم از زمان ضربه به توپ با پای ضربه تا پایان ادامه حرکت، ضرب در مدت زمان هرفریم، ۰/۰۲ ثانیه).

اطلاعات به‌وسیلهٔ نرم‌افزار کینماتریکس، با روش میانگین متحرک[1] فیلتر شد و سپس برای مقایسهٔ پارامترهای کینماتیکی دو جنسیت از آزمون t مستقل[2] در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول ۱، زنان و مردان در فاصلهٔ ۶ متر تا هدف متغیرهای خطی، در لحظات SFC و FM مشابه بوده، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اگرچه در تمام متغیرها، مردان دارای میانگین بالاتری بودند، این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در لحظهٔ BC، در موقعیت خطی تمام بخش‌ها در راستای محور Z، تفاوت معنی‌داری بین زنان و مردان وجود داشت و میانگین مردان، بیشتر از زنان بود که بیان کنندهٔ ابداکشن بیشتر مردان، در مقایسه با زنان، در لحظهٔ ضربه بود. در لحظه FIN، تفاوت موقعیت خطی پنجه و مچ پا در راستای محور X، بین زنان و مردان معنی‌دار بود و میانگین مردان بالاتر بود. سرعت خطی پنجه و مچ در لحظهٔ BC، با میانگین بیشتر و شتاب منفی زانو با حرکت معنی‌دار کاهنده‌تر در مردان در لحظهٔ FIN مشاهده شد.

در فاصلهٔ ۱۰ متر تا هدف، موقعیت خطی ران در راستای محور Y و Z و موقعیت تاج خاصره در راستای محور Z در لحظهٔ SFC در مردان، میانگین معنی‌دار بالاتری داشت. حرکت در راستای محور Z، ابداکشن ران را نشان می‌دهد و بیانگر ابداکشن معنی‌دار و بیشتر مردان در بخش فوقانی عضو ضربه زننده (ران و تاج خاصره) در این لحظه است. در لحظهٔ FM نیز، که به‌دنبال لحظهٔ قبلی است، ابداکشن ران، تاج خاصره، زانو و مچ در مردان، میانگین بیشتر و معنی‌داری، نسبت به زنان دارد، اما در لحظهٔ BC، موقعیت خطی تنها در پنجهٔ پا تفاوت معنی‌داری بین زنان و مردان نشان داد که میانگین آن در مردان بالاتر بود. در سایر مفاصل نیز میانگین مردان بیشتر از زنان بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در لحظهٔ FIN، به‌طورکلی، غالب متغیرهای خطی موقعیت، در هر سه محور X، Y، Z تفاوت معنی‌داری داشتند

1. moving average
2. Independent sample T.Test

و مردان میانگین بالاتری را به خود اختصاص دادند. سرعت خطی تاج خاصره در لحظات SFC، FM و FIN، تفاوت معنی‌داری نشان داد. سرعت خطی در لحظهٔ BC، در مچ و پنجهٔ پا، در زنان و مردان متفاوت بود. شتاب مفاصل مربوط، در لحظات FM و FIN، به ترتیب، در مفصل ران و تاج خاصره بین دو جنسیت تفاوت معنی‌داری داشت، البته در لحظهٔ FIN، زنان دارای شتاب منفی در تاج خاصره بودند. در تمام متغیرهای مذکور، مردان میانگین بالاتری را به خود اختصاص دادند. در لحظه BC، شتاب در مفاصل مچ و پنجه، با میانگین مثبت و بالاتر در مردان تفاوت معنی‌داری با زنان داشت.

جدول۱. مقایسهٔ میانگین پارامترهای کینماتیک خطی زاویه‌ای شوت موفق زنان و مردان در فاصلهٔ ۶ و ۱۰ متر

x: محور جلویی- عقبی، y: محور بالایی- پایینی، z محور داخلی- خارجی.

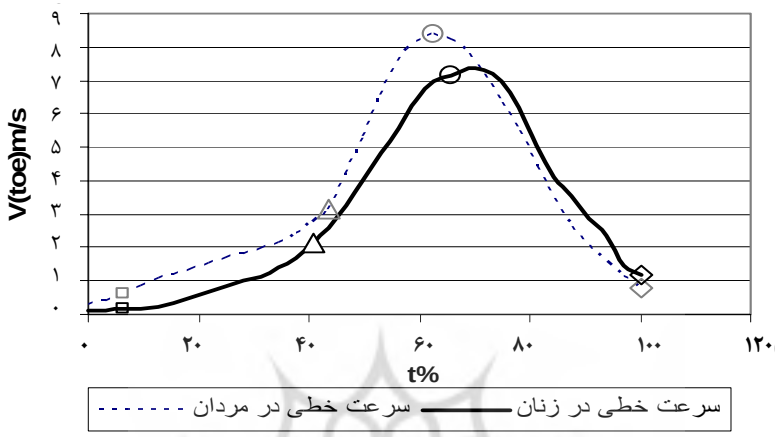
لحظه	متغیر	مفاصل	فاصلهٔ ۶ متر			فاصلهٔ ۱۰ متر		
			مرد	زن	P-Value	مرد	زن	P-Value
			میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	
SFC	موقعیت خطی cm	پنجه (x)	۱۰/۲۱±۲/۳۲	۵/۰۸±۱/۹۸	۰/۰۸۱	۱۵/۴۲±۵/۷۱	۷/۸۶±۲/۴۷	۰/۰۶۷
		ران (y)	۱/۰۶±۰/۰۹	۰/۸۸±۰/۱۹	۰/۰۵۲	۲/۱۷±۰/۳۶	۰/۹۷±۰/۲۹	۰/۰۲۲*
		ران(z)	۸/۶۷±۱/۳۶	۲/۹۱±۰/۶۱	۰/۰۶۵	۱۰/۷۴±۲/۱۲	۴/۷۱±۱/۲۹	۰/۰۰۴*
		تاج خاصره (z)	۸/۹۹±۱/۸۷	۳/۶۱±۰/۴۳	۰/۰۸۵	۱۰/۹۷±۲/۳۲	۴/۴۷±۰/۸۷	۰/۰۲۲*
	سرعت m/s	تاج خاصره	۱/۰۴±۰/۲۹	۰/۸۶±۰/۱۴	۰/۰۶۰	۰/۹۹±۰/۰۹۷	۰/۷۰±۰/۰۷	۰/۰۴۰*
FM	موقعیت خطی cm	مچ پا (z)	۱۳/۳۸±۲/۰۷	۴/۰۷±۱/۰۲	۰/۰۶۸	۱۸/۴۱±۲/۱۸	۶/۳۸±۲/۲۳	۰/۰۰۲۰*
		زانو (z)	۱۷/۶۰±۳/۲۹	۷/۷۸±۲/۷۷	۰/۰۷۳	۱۷/۰۹±۲/۳۹	۵/۱۳±۱/۴۷	۰/۰۰۱*
		ران (z)	۱۷/۳۸±۳/۰۱	۶/۸۹±۳/۱۵	۰/۰۶۳	۱۹/۵۱±۳/۶۰	۲/۳۷±۰/۶۰	۰/۰۰۱*
		تاج خاصره(z)	۱۶/۰۹±۲/۱۵	۸/۱۲±۱/۸	۰/۱۲۰	۱۶/۷۷±۳/۵۴	۳/۴۱±۰/۳۲	۰/۰۰۳*
	سرعت m/s	پنجه	۳/۱۴±۰/۱۹	۲/۶۱±۰/۳۰	۰/۱۷۲	۳/۲۰±۰/۲۶	۲/۳۰±۰/۱۹	۰/۰۱۸*
		مچ	۳/۰۸±۰/۱۵	۲/۸۹±۰/۲۴	۰/۵۳۰	۳/۰۹±۰/۱۲	۲/۶۰±۰/۱۶	۰/۰۳۸*
		تاج خاصره	۰/۸۳±۰/۱۰	۰/۸۴±۰/۱۱	۰/۸۹۲	۰/۹۴±۰/۰۶۴	۰/۶۹±۰/۰۶	۰/۰۲۱*
	شتاب m/s^2	ران	-۶/۲۳±۱/۴۵	-۳/۲۰±۱/۰۷	۰/۱۲۱	-۶/۶۷±۱/۷۲	-۱/۹۷±۰/۸۰	۰/۰۳۰*
BC	موقعیت خطی cm	پنجه پا(x)	۹۱/۵۶±۱۲/۰۷	۹۰/۶۰±۱۳/۷۱	۰/۹۴۵	۹۳/۹۸±۱۵/۷۷	۷۲/۳۸±۱۹/۱۵	۰/۰۴۰*
		پنجه (z)	۳۲/۹۹±۶/۴۰	۱۱/۶۷±۳/۴۹	۰/۰۱۳*	۲۷/۷۰±۱۰/۸۱	۱۴/۲۹±۶/۰۱	۰/۱۱۷
		مچ (z)	۳۶/۲۶±۵/۸۱	۱۰/۵۴±۳/۳۳	۰/۰۰۲*	۳۰/۵۱±۱۳/۸	۱۴/۸۷±۲/۶۷	۰/۱۲۵
		زانو (z)	۲۴/۵۳±۴/۱۱	۵/۴۹±۱/۷۱	۰/۰۰۱*	۲۲/۳۷±۸/۴۲	۹/۱۱±۴/۵۸	۰/۰۵۹

لحظه	متغیر	مفاصل	فاصلهٔ ۶ متر			فاصلهٔ ۱۰ متر		
			مرد	زن	P-Value	مرد	زن	P-Value
			میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	
		ران (z)	۲۲/۰۷±۴/۴۰	۲/۳۱±۰/۸۸	۰/۰۰۱*	۱۹/۰۱±۸/۳۷	۶/۹۶±۱/۳۷	۰/۰۷
		تاج خاصره(z)	۱۷/۵۹±۴/۱۰	۱/۸۶±۰/۴۰	۰/۰۰۲*	۱۶/۴۶±۷/۸۲	۷/۱۲±۰/۱۲	۰/۱۱۰
	m/s سرعت	پنجه پا	۸/۲۲±۰/۳۳	۶/۹۲±۰/۱۴	۰/۰۰۴*	۸/۲۳±۰/۶۶	۷/۰۱۳±/۷۵	۰/۰۱۳*
		مچ پا	۶/۸۷±۰/۲۲	۵/۵۷±۰/۱۴	۰/۰۰۰*	۶/۹۳±۰/۴۵	۶/۰۳±۰/۵۸	۰/۰۰۷*
	شتاب m/s^2	پنجه پا	-۱/۴۹±۰/۸۹	-۲/۸۰±۰/۲۶	۰/۹۱۶	-۱۲/۸۳±۱/۵۳	۱۰/۸۲±۱/۳۰	۰/۰۱۸*
		مچ پا	-۱۲/۷۹±۱/۷۹	-۸/۳۰±۱/۷۷	۰/۶۴۶	-۱۶/۷۳±۴/۳۱	۳/۹۹±۰/۸۲	۰/۰۰۸*
FIN	موقعیت خطی Cm	پنجه پا ($_x$)	۱۵۹/۸۹±۵/۹۰	۱۳۲/۹۶±۸/۴۱	۰/۰۲۲*	۱۵۴/۳۲±۱۵/۹۶	۱۲۹/۵۳±۲۶/۰۸	۰/۰۵۲
		مچ پا ($_x$)	۱۴۹/۰۳±۶/۶۲	۱۲۸/۷۴±۶/۲۶	۰/۰۴۶*	۱۴۱/۱۸±۱۲/۹۶	۱۲۲/۶۱±۱۸/۷۵	۰/۰۵۲
		زانو ($_x$)	۱۰۳/۲۶±۲۰/۱۷	۸۶/۷۲±۲/۷۰	۰/۱۵۶	۹۷/۲۸±۵/۳۰	۷۵/۴۴±۷/۶۵	۰/۰۰۳۷*
		ران ($_x$)	۶۹/۵۲±۲/۵۱	۵۷/۰۲±۸/۹۸	۰/۲۸۴	۶۴/۰۵±۶/۶۰	۴۳/۷۵±۵/۹۸	۰/۰۴۲*
		پنجه ($_y$)	۶۳/۴۷±۱۰/۴۵	۸۹/۹۷±۹/۵۲	۰/۰۸۶	۶۰/۲۲±۵/۴۹	۹۳/۱۴±۶/۱۱	۰/۰۰۲*
		مچ ($_y$)	۵۳/۰۵±۹/۸	۷۶/۹۵±۸/۳۷	۰/۰۸۹	۵۰/۰۸±۵/۸۷	۷۹/۷۴±۵/۰۹	۰/۰۰۲*
		زانو ($_y$)	۴۰/۴۹±۶/۰۳	۵۵/۴۰±۶/۱۷	۰/۱۱۰	۳۸/۳۰±۳/۱۳	۵۶/۹۹±۴/۳۷	۰/۰۰۵*
		پنجه ($_z$)	۱۸/۲۱±۳/۷۴	۱۴/۲۷±۲/۹۹	۰/۶۶	۲۷/۱۹±۸/۱۸	۸/۴۶±۲/۰۹	۰/۰۴۷*
		مچ ($_z$)	۲۸/۸۲±۳/۷۷	۱۷/۱۶±۳/۹۲	۰/۰۵۴	۳۳/۱۱±۷/۵۵	۸/۹۰±۲/۶۴	۰/۰۱۱*
		زانو ($_z$)	۱۹/۵۷±۲/۸۳	۸/۵۹±۲/۹۷	۰/۱۷۱	۲۳/۲۰±۴/۷۶	۳/۳۱±۱/۵۲	۰/۰۰۲*
		ران ($_z$)	۲۰/۹۲±۳/۵۷	۷/۳۹±۱/۳۲	۰/۰۸۷	۲۵/۳۴±۵/۲۵	۲/۷۶±۰/۱۸	۰/۰۰۱*
		تاج خاصره ($_z$)	۱۷/۳۹±۳/۳۴	۶/۴۱±۱/۸۰	۰/۱۲۷	۱۹/۸۶±۴/۷۱	۱/۶۲±۰/۶۸	۰/۰۰۲*
	m/s سرعت	ران	۰/۵۵±۰/۰۶۶	۰/۲۶±۰/۰۶	۰/۰۶۳	۰/۶۳±۰/۰۹	۰/۴۰±۰/۰۶	۰/۰۰۷*
		تاج خاصره	۰/۴۸±۰/۰۶	۰/۲۵±۰/۰۶	۰/۴۱۷	۰/۵۸±۰/۰۸	۰/۴۲±۰/۰۵	۰/۰۲۸*
	m/s^2 شتاب	زانو	-۱۰/۴۴±۲/۲۹	-۲/۰۳±۰/۸۱	۰/۰۳۹*	-۷/۱۷±۲/۸۷	-۹/۰۴±۲/۰۹	۰/۷۵۵
		تاج خاصره	۰/۸۲±۰/۰۴	-۱/۷۳±۰/۸	۰/۰۷۶	۰/۱۱±۰/۰۶	-۲/۷۳±۰/۸	۰/۰۱۶*

*تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵)

در تصویر ۲، منحنی میانگین سرعت خطی پنجه در ۱۰۰٪ سیکل زمان، از لحظهٔ برخورد پای تکیه با زمین تا پایان ادامهٔ حرکت نشان داده شده است. با توجه به منحنی، از لحظهٔ برخورد پای تکیه تا لحظهٔ ضربه به‌طور مداوم، بر سرعت خطی پنجه افزوده شده، پس از آن به‌تدریج کاهش می‌یابد. با توجه به لحظهٔ ضربه، زنان پیش از رسیدن به اوج سرعت خطی پنجه، به توپ ضربه می زنند، حال آنکه مردان با سرعت خطی بیشتر و پس از رسیدن به اوج سرعت، به توپ

ضربه می‌زنند. به‌علاوه، سرعت پنجه در مردان با روند منظم‌تری کاهش می‌یابد و در نهایت نیز، سرعت خطی کمتری دارد، اگرچه این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نیست.



تصویر ۲. مقایسه میانگین سرعت خطی پنجه زنان و مردان در فاصله ۶ متر

داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد در فاصلهٔ ۶ متر تا هدف، زاویهٔ مفاصل ران و زانو در سه لحظهٔ FM، BC و FIN تفاوت معنی‌داری دارد، در لحظهٔ FM، زاویهٔ مفصل ران با شروع فاز تاب به پشت که نشان دهندهٔ اکستنشن ران است، در مردان بیشتر از زنان مشاهده شد. در لحظهٔ BC، اکستنشن زانو در زنان بیشتر از مردان بود. در لحظهٔ FIN، فلکشن ران و زانو در زنان بیشتر بود و سرعت زاویه‌ای مفصل ران، ران و مفصل زانو در لحظهٔ SFC، با علامت منفی، در مردان بیشتر از زنان مشاهده شد. سرعت زاویه‌ای تاج خاصره یا لگن مردان در لحظهٔ BC، میانگین بیشتر و معنی‌داری دارد. در لحظهٔ FIN نیز سرعت زاویه‌ای مچ و پا[1]، میانگین معنی‌دار بالاتری در مردان دارد. در فاصلهٔ ۱۰ متر تا هدف، زاویهٔ مفاصل تنها در لحظهٔ FM و در مفصل مچ پا دارای تفاوت معنی‌دار بود. در این لحظه، پلانتار فلکشن مچ پا در مردان ۳۷/۵۴ درجه و در زنان ۲۵/۲۲ درجه مشاهده شد، ولی زاویهٔ مفاصل در سایر لحظات تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

سرعت زاویه‌ای تاج خاصره در لحظات FM، BC و FIN در زنان و مردان تفاوت معنی‌داری داشت. در لحظهٔ FM و BC وFIN، مردان سرعت زاویه‌ای لگن بیشتری داشتند. سرعت زاویه‌ای مفصل ران[2] و ران[3] در لحظهٔ SFC در مردان به‌طور معنی‌داری بیشتر از زنان و در جهت منفی

1. foot
2. hip
3. thigh

و سرعت زاویه‌ای ران و تاج خاصره نیز در لحظهٔ BC، در مردان به‌طور معنی‌داری بالاتربود.

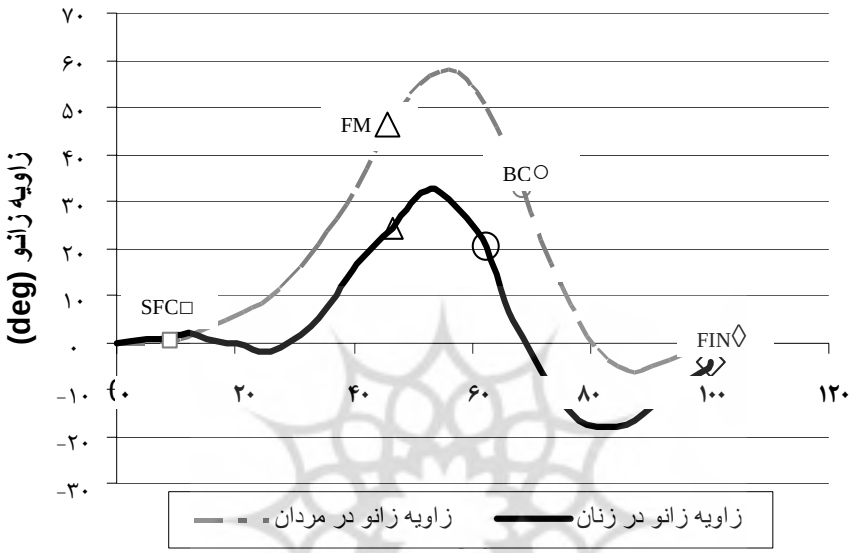
جدول۲. مقایسهٔ میانگین پارامترهای کینماتیک زاویه‌ای شوت موفق زنان و مردان در فاصلهٔ ۶ و۱۰ متر.

پارامتر	لحظه	مفاصل و اندام‌ها	۶ متر			۱۰ متر		
			مرد	زن	P-Value	مرد	زن	P-Value
			انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین		انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	
زاویه deg	FM	مفصل مچ	-۳۵/۳۰±۱/۳۵	-۲۹/۲۸±۳/۵۶	۰/۰۵۸	-۳۷/۵۴±۳/۳۶	-۲۵/۲۲±۳/۵۸	۰/۰۲۷*
		مفصل ران	-۶/۳۴±۱/۱۸	-۰/۰۴۷±۰/۹۶	۰/۰۰۱*	-۱۰/۵±۲/۱۸	-۱/۸۵±۰/۲۶	۰/۱۲۰
	BC	مفصل زانو	۴۲/۹۳±۲/۷۲	۲۱/۱۰±۵/۸۸	۰/۰۰۶*	۳۵/۶۹±۱/۷۱	۲۷/۵۹±۴/۹۹	۰/۱۵۰
	FIN	مفصل زانو	۱۱/۹۰±۴/۳۲	۱۹/۷۷±۵/۶۶	۰/۰۰۳*	۱۴/۸۷±۲/۲۳	۲۵/۷۶±۳/۹۹	۰/۹۸
		مفصل ران	۱۹/۵۶±۱/۹۰	۳۹/۵۲±۵/۰۴	۰/۰۰۳*	۲۱/۶۶±۵/۸۵	۳۵/۹۹±۷/۷۶	۰/۰۷۹
سرعت زاویه‌ای deg/s	SFC	مفصل زانو	۹۶/۴۴±۳۰/۶۹	-۳۷/۰۰±۸/۹۱	۰/۰۰۷*	۹۰/۱۶±۳۹/۰۲	-۵۴/۲۹±۱۸/۶۰	۰/۰۵۰
		مفصل ران (hip)	-۲۷/۴۵±۸/۷۴	-۲/۵۰±۰/۰۲۹	۰/۰۰۷*	-۲۶/۶۶±۱۱/۷۴	-۴/۶۷±۰/۶۱	۰/۰۲۶*
		ران (thigh)	-۹۲/۶۷±۱۶/۵۸	-۳۲/۱۲±۹/۲۸	۰/۰۱۱*	-۸۲/۱۷±۲۳/۳۵	-۱۳/۴۶±۱/۶۳	۰/۰۴۴*
	FM	تاج خاصره	۱۶۰/۸۶±۲۲/۱۱	۱۵۹/۴۵±۱۸/۶۳	۰/۰۸۱	۲۴۹/۳۳±۲۸/۷۰	۱۵۹/۰۶±۲۱/۰۲	۰/۰۲۶*
	BC	ران (thigh)	۲۰۰/۲۹±۳۲/۵۸	۱۹۹/۷۶±۱۵/۵۴	۰/۱۰۴	۲۸۲/۴۸±۲۱/۷۳	۱۸۶/۹۸±۲۹/۳۹	۰/۰۲۳*
		تاج خاصره	۲۴۳/۴۹±۳۷/۵۵	۱۱۰/۲۱±۲۱/۲۰	۰/۰۰۹*	۲۲۰/۶۱±۱۸/۴۳	۹۸/۳۶±۱۶/۴۸	۰/۰۰۲*
	FIN	مفصل مچ	۴۸/۲۵±۱۰/۰۶	۴۴/۲۲±۱۰/۸۹	۰/۰۱۵*	۴۸/۳۵±۱۱/۰۹	۴۵/۳۸±۱۱/۶۶	۰/۰۶۰
		پا (foot)	۵۵/۸۴±۱۰/۵۲	۳۴/۹۳±۱۱/۳۸	۰/۰۰۲*	۵۸/۵۶±۹/۶۷	۳۵/۹۵±۹/۲۴	۰/۰۷۲
		تاج خاصره	-۵۹/۱۰±۱۱/۶	۳۰/۰۸±۸/۰۵	۰/۰۹۰	-۶۶/۰۸±۱۷/۵۹	۳۸/۲۹±۹/۶۷	۰/۰۰۲*

*تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵)

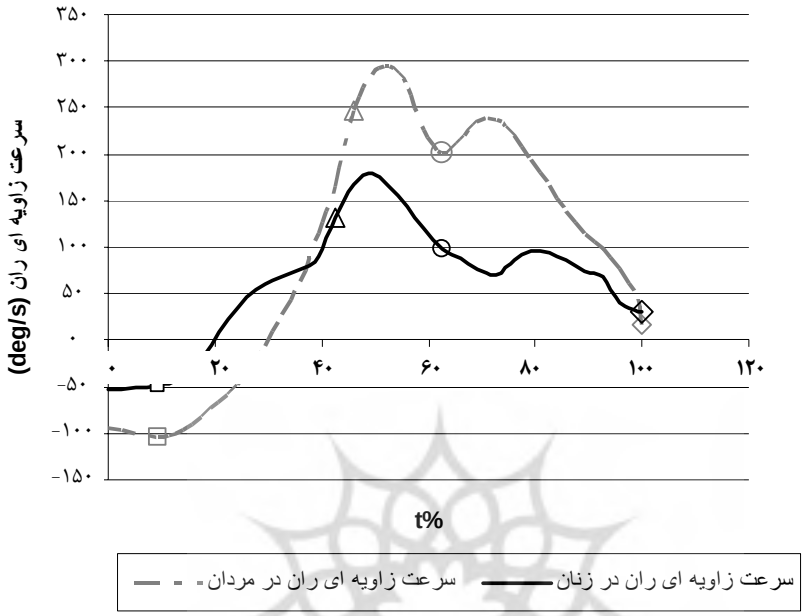
با توجه به تصویر۳ (منحنی مقایسهٔ میانگین زاویه زانو در فاصلهٔ ۶ متر تا هدف در سیکل ۱۰۰٪ زمان، از لحظهٔ برخورد پای تکیه با زمین تا پایان ادامهٔ حرکت) ، به‌طور کلی، دامنهٔ حرکتی زانو در مردان بیشتر بود. در لحظه SFC، وضعیت تقریباً مشابه بود، اما رفته رفته بر

فلکشن زانو افزوده شد. در شروع حرکت رو به جلو ،FM زانو همچنان به فلکشن ادامه می‌دهد، در لحظهٔ ضربه نیز مردان با فلکشن زانوی بیشتر به توپ ضربه زده‌اند.



تصویر ۳. منحنی میانگین زاویه زانو در زنان و مردان در فاصله ۶ متر

با توجه به تصویر ۴، ران در فاز تاب به پشت، سرعت زاویه‌ای منفی داشت و مردان از ابتدا و در لحظهٔ SFC، سرعت زاویه‌ای منفی بزرگ‌تری داشتند. در حرکت رو به جلو، سرعت مثبت شده و به حداکثر خود می‌رسد، اما برای ضربه به توپ، سرعت زاویه‌ای ران کاهش می یابد، ولی همچنان سرعت مردان تا حد دو برابر زنان مشاهده شد و پس از ضربه با حرکت رو به جلو، افزایش یافته، توپ را تعقیب می کند. ظاهراً زنان پیش از کاهش سرعت زاویه‌ای ران به توپ ضربه می‌زنند سپس، برای کنترل حرکت پا و آمادگی برای بازگشت به حالت اولیه، از سرعت زاویه‌ای ران کاسته می‌شود.



تصویر ۴. منحنی سرعت زاویه ای ران (thigh) در زنان و مردان در فاصله ۶ متر

با توجه به جدول ۳، با وجود بالاتر بودن مدت زمان قبل و بعد از ضربه در زنان نسبت به مردان، در فاصلهٔ ۶ متر تا هدف و نیز پایین‌تر بودن مدت زمان قبل از ضربه در زنان نسبت به مردان، در فاصلهٔ ۱۰ متر تا هدف، تفاوت این دو متغیر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و جنسیت، اثر معنی‌داری بر الگوی زمانی ضربه نشان نداد.

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین مدت زمان قبل و بعد از ضربهٔ مردان و زنان در فاصلهٔ ۶ و ۱۰متر.

مدت زمان حرکت s	زمان	جنسیت	۶ متر		۱۰ متر	
			انحراف معیار± میانگین	P-Value	انحراف معیار± میانگین	P-Value
	قبل از ضربه	مرد	۰/۳۸±۰/۰۵	۰/۸۱۷	۰/۴۰±۰/۱۱	۰/۳۸۲
		زن	۰/۳۹±۰/۱۹		۰/۳۴±۰/۱۳	
	بعد از ضربه	مرد	۰/۲۵±۰/۰۶	۰/۴۸۵	۰/۲۳±۰/۰۵	۰/۲۱۸
		زن	۰/۲۷±۰/۰۶		۰/۲۷±۰/۰۶	

*تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق، بررسی اثر جنسیت بر کینماتیک شوت روی پای فوتسال بود. در مقایسهٔ جابه‌جایی خطی در زنان و مردان در فاصلهٔ ۶ متر، جابه‌جایی پنجه، مچ، زانو، ران و تاج خاصره در راستای محور Z، در لحظهٔ BC، نشان می‌دهد ابداکشن و اداکشن مفصل ران در مردان بیشتر از زنان است. در فاصلهٔ ۱۰ متر، در لحظهٔ SFC، بالاتر بودن میانگین موقعیت خطی ران در راستای محور Y در مردان، نشان دهندهٔ جابه‌جایی بیشتر ران در این فاز و شروع سریع‌تر حرکت ران برای آماده سازی اندام تحتانی برای ضربه است. جابه‌جایی در راستای محور Z، نشان می‌دهد ابداکشن مردان در این فاز بیشتر از زنان است. موقعیت خطی مچ، زانو، ران و تاج خاصره در لحظهٔ FM که ران شروع به حرکت رو به جلو می‌کند، در مردان بیشتر از زنان مشاهده شد. در بیشتر مفاصل، جابه‌جایی در راستای محور Z، در مردان بیشتر بوده که در نتیجهٔ آن، گشتاور چرخشی ران نیز بیشتر خواهد بود. در لحظهٔ BC، تنها موقعیت خطی پنجهٔ پا در راستای محور افق، در مردان به‌طور معنی‌داری بیشتر از زنان بود.

نانومی و همکاران[1] (۲۰۰۲) بیان کردند که دقیقاً پیش از ضربه، گشتاور اداکشن ران به مقدار قابل توجهی (~۱۱۵N.m) می‌رسد و اداکتورهای ران برای کنترل کل پا در حین ضربه اهمیت دارند (۱۳). با توجه به تحقیق حاضر، مردان، در مقایسه با زنان، اداکشن بیشتری در ران به نمایش گذاشته‌اند.

در لحظهٔ FIN، در فاصلهٔ ۶ متری موقعیت خطی پنجه و مچ در راستای محور X و در فاصلهٔ ۱۰ متری موقعیت خطی زانو و ران در راستای محور X، پنجه، مچ و زانو در راستای محور Y، مچ، زانو، ران و تاج خاصره در راستای محور Z در مردان، به‌طور معنی‌داری بیشتر از زنان مشاهده شد. بارفیلد[2] (۱۹۹۸) بیان کرده که مرحلهٔ ادامه حرکت[3] یا FIN به دو هدف تماس پا با توپ برای مدت طولانی‌تر و پیشگیری از آسیب، مشابه حرکات بالستیک است. افزایش مدت تماس موجب افزایش انتقال گشتاور به توپ و بنابراین، افزایش سرعت می‌شود (۱۴). بدین ترتیب احتمالاً مردان با سرعت بیشتری به توپ ضربه زده اند که با نتایج تحقیقات بارفیلد (۲۰۰۲)، تنت (۱۹۹۱) و شان (۲۰۰۹) مطابقت دارد (۱، ۳، ۴).

---

1. Nunome, H. et al.
2. Barfield, B (1998)
3. Follow through (finishing)

های[1] (۱۹۹۶) نیز مرحلهٔ ادامه حرکت (FIN) را برای حذف تدریجی نیروهای کینتیکی و الاستیکی حاصل از تاب عضو ضربه، پس از تماس با توپ، ضروری و هرگونه کاهش ناگهانی سرعت عضو ضربه را موجب افزایش ریسک استرین همسترینگ دانسته است (۱۵). در تحقیق حاضر مردان با داشتن جابه‌جایی نهایی بیشتر، به‌طور محسوس‌تری این مرحله را اجرا کردند، به‌ویژه در فاصلهٔ ۱۰ متر که ضربه با توجه به بُرد بیشتر، با سرعت بالاتری اجرا می‌شود؛ در نتیجه، مردان با اجرای بهتر و کاهش تدریجی سرعت، احتمالاً کمتر از زنان دچار استرین همسترینگ می شوند، البته این فرضیه به تحقیقات بیشتری نیاز دارد.

سرعت خطی در فاصلهٔ ۶ متر صرفاً در لحظهٔ BC، در مچ و پنجه به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. در فاصلهٔ ۱۰ متر در لحظهٔ SFC، سرعت خطی تاج خاصره، در لحظهٔ FM، سرعت خطی پنجه، مچ، تاج خاصره و در لحظهٔ BC، سرعت خطی پنجه، مچ و در لحظهٔ FIN، سرعت خطی ران و تاج خاصره در مردان به‌طور معنی‌داری بیشتر از زنان مشاهده شد، البته در هر دو فاصله، در تمام لحظات، سرعت خطی مردان بالاتر از زنان بود. بارفیلد (۲۰۰۲) و ابو ابدو[2] (۱۹۸۱) بیان کرده‌اند که بین سرعت خطی پا و توپ رابطهٔ خطی وجود دارد (۲)؛ در نتیجه در تحقیق حاضر، سرعت توپ شوت شده در مردان بیشتر از زنان بوده است. از طرفی، با توجه به فاصله، ظاهراً در فاصلهٔ ۱۰ متر، برای ایجاد سرعت بیشتر در اندام ضربه‌زننده، تفاوت سرعت را از همان لحظات اولیه مشاهده می‌کنیم. در فاصلهٔ ۱۰ متر، شتاب خطی ران در لحظهٔ FM، شتاب خطی مچ و پنجه در لحظهٔ BC و شتاب تاج خاصره در لحظهٔ FIN، در مردان به‌طور معنی‌داری بیشتر از زنان بود. البته در لحظهٔ FIN، شتاب زنان کاهنده بود، اما مردان همچنان شتاب مثبت داشتند. در فاصلهٔ ۶ متر تا هدف، شتاب تنها در لحظهٔ FIN، در زانو مشاهده شد که نشان‌دهندهٔ شتاب کاهنده در زنان و مردان بود و مردان همچنان شتاب کاهندهٔ بیشتری داشتند. این نتایج با نتایج شان (۲۰۰۹) هم‌خوانی دارد که بیانگر اجرای سریع‌تر و قوی‌تر مهارت شوت در مردان نسبت به زنان است (۳).

بالا بودن میانگین سرعت و شتاب پنجه و مچ در مردان نسبت به زنان، در لحظهٔ BC با نتایج بارفیلد (۱۹۹۸، ۲۰۰۲) مشابهت دارد (۱، ۱۲). بارفیلد (۲۰۰۲) تفاوت میزان شاخص ترکیب بدنی مردان را دلیل بالاتر بودن سرعت و شتاب خطی پنجه و مچ مردان، در مقایسه با زنان بیان کرده است (۱). در این تحقیق نیز میزان شاخص ترکیب بدنی در مردان ۱/۰۲٪ بیشتر از زنان مشاهده شد، البته مقادیر سرعت و شتاب خطی پنجه و مچ پا کمتر از تحقیق بارفیلد

1. Hay
2. Abo-Abdo, H.E.

(۱۹۹۸، ۲۰۰۲) و دورج[1] (۲۰۰۲) بود. احتمالاً تفاوت بین نتایج، به‌دلیل تفاوت در روش اندازه‌گیری بوده است. در سه تحقیق ذکر شده، شوت روی پا با حداکثر سرعت بررسی شده است، ولی در تحقیق حاضر ضربه به هدفِ تعیین شده مدنظر بود. آسامی[2] (۱۹۷۶) نیز بیان کرده که با افزایش دقت ضربه، سرعت بازیکن در حدود ۸۰٪ سرعت حداکثر می‌شود (۱۷). به‌علاوه، لیز و نولان[3] (۱۹۹۸) به این نتیجه رسیدند که هنگام اجرای شوت دقیق، سرعت توپ و سرعت خطی و زاویه‌ای مفاصل نسبت به حداکثر قدرت کاهش می‌یابد (۱۸).

نانومی و همکاران[4] (۲۰۰۲) و لوانن و دپانا[5] (۱۹۹۸) بیان کردند که ران در مرحلهٔ تاب به پشت، حداکثر به میزان ۲۹ درجه و با سرعت ۱۷۱ تا ۲۸۶ درجه بر ثانیه اکستنشن می‌یابد (۱۲، ۱۳). در تحقیق حاضر در این لحظه، متغیرهای کینماتیک زاویه‌ای زنان و مردان تفاوت معنی‌داری نداشت، تنها سرعت زاویه‌ای مفصل ران در هر دو فاصلهٔ ۶ و ۱۰ متر تا هدف، در مردان بیشتر از زنان بود که علامت سرعت نیز اکستنشن منفی ران بوده است. در لحظهٔ مذکور، سرعت زاویه‌ای ران (تصویر ۴) با تفاوت معنی‌دار، در مردان بیشتر از زنان بود. مقدار سرعت زاویه‌ای در فاصلهٔ ۱۰ متر بیشتر از ۶ متر است که می‌توان آن را به تلاش عضلانی بیشتر ورزشکار برای ایجاد سرعت بیشتر و افزایش بُرد پرتابه نسبت داد.

بر اساس نتایج نانومی و همکاران (۲۰۰۲)، زانو در مرحلهٔ SFC، شروع به فلکشن می‌کند و سرعت زاویه‌ای آن افزایش می‌یابد (۱۳). در تحقیق حاضر در لحظهٔ SFC تفاوت معنی‌داری بین زنان و مردان مشاهده نشد، تنها در فاصلهٔ ۱۰ متر تا هدف، سرعت زاویه‌ای زانوی مردان با علامت منفی، که بر اساس نتایج نانومی نشان دهندهٔ فلکشن زانو است، به‌طور معنی‌داری در مردان بیشتر از زنان مشاهده شد.

در مرحلهٔ FM، زاویهٔ مچ پا به‌طور معنی‌داری در مردان بیشتر از زنان مشاهده شد که نشان‌دهندهٔ پلانتار فلکشن بیشتر مردان در این مرحله است. با توجه به نتایج الکساندر و هولت[6] (۱۹۷۴)، انتقال گشتاور از پا به توپ زمانی رخ می‌دهد که تماس با ناحیهٔ مچ پا بیشتر از متاتارسال باشد (۱۹). پلاگنهوف[7] (۱۹۷۱) نیز به این نتیجه رسید که با توجه به انتقال نیرو،

1. Dörge et al.
2. Asami et al.
3. Lees & Nolan
4. Nonome et al.
5. Levanon & Dapena
6. Alexander & Holt
7. Plagenhoef

میزان پلانتار فلکشن مچ پا مهم است (۲۰)؛ در نتیجه، در تحقیق حاضر مردان با داشتن پلانتار فلکشن بیشتر، ضربهٔ بهتری به توپ زده‌اند.

میزان اکستنشن ران مردان نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از زنان بود. زاویهٔ زانو در فاصلهٔ ۶ متر نشان دهندهٔ فلکشن بیشتر زانو در مردان، در لحظهٔ ضربه بود. با توجه به یافته‌های فوق می‌توان چنین جمع‌بندی کرد که مردان در لحظهٔ ضربه، با فلکشن زانوی بیشتر و احتمالاً، به‌دلیل استفادهٔ بیشتر از خاصیت الاستیکی عضلات و رابطهٔ طول-تنش عضلات، نیروی بیشتری به توپ اعمال کرده‌اند. جان اورکاد و همکاران[1] (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای، میزان استرین چهارسر ران ر در شوت فوتبال با شوت در حال دویدن و شوت ثابت مقایسه کرده، نتیجه گرفتند که در شوت در حال حرکت که سرعت توپ در آن بیشتر از شوت ثابت است، زاویهٔ زانو در لحظهٔ ضربه بیشتر است (۲۱).

در لحظهٔ BC، مردان در هر دو فاصله، به‌طور معنی‌داری سرعت زاویه‌ای ران و لگن بیشتری داشتند. در مقایسهٔ پای برتر و غیربرتر که توسط دورج و همکارانش (۲۰۰۲) انجام شده است، سرعت زاویه‌ای پای برتر در لحظهٔ ضربه، بیشتر از پای غیربرتر بوده است و بدین ترتیب پای برتر سریع‌تر به توپ ضربه می‌زند (۱۶)؛ بنابراین مردان با داشتن سرعت زاویه‌ای ران بیشتر در لحظهٔ ضربه، احتمالاً ضربهٔ سریع‌تری به توپ زده‌اند،که با نتایج تنت (۱۹۹۱)[2] مغایرت داشت (۴).

در مرحلهٔ ادامهٔ حرکت، تفاوت معنی‌دار چندانی در پارامترهای زاویه‌ای مشاهده نشد، تنها مردان با داشتن سرعت زاویه‌ای بیشتر در تاج خاصره، پا و مفصل مچ تفاوت معنی‌داری نسبت به زنان نشان دادند که ظاهراً به‌دلیل سرعت زاویه‌ای بیشتر در مراحل قبلی، در این مرحله نیز مردان سرعت زاویه‌ای بیشتری داشتند. این نتایج با نتایج شان (۲۰۰۹) مطابقت داشت (۳).

مدت زمان قبل و بعد از ضربه، بین زنان و مردان تفاوت معنی‌داری نداشت. بنا بر نتایج ایزوکاوا و لیز (۱۹۸۸)، دو الگوی ضربه برای شوت روی پا با یک گام دور خیز وجود دارد، الگوی اول دارای تاب به پشت زیاد و زمان ضربهٔ طولانی‌تر است و الگوی دوم، دارای تاب به پشت کوتاه با حرکت رو به جلوی سریع اندام تحتانی، به‌وسیله اکستنشن زانو و کوتاه بودن مدت زمان ضربه است (۱۱). احتمالاً آزمودنی‌ها از هر دو الگوی حرکتی شوت بهره برده‌اند. با وجود اینکه تفاوت معنی‌داری بین زمان قبل از حرکت، در زنان و مردان مشاهده نشد؛ آمار توصیفی نشان می‌دهد این زمان در فاصلهٔ ۱۰ متر، در زنان طولانی‌تر از مردان بود و در نتیجه می‌توان استنباط کرد که احتمالاً توان ضربهٔ مردان در این فاصله، بیشتر از زنان است. تنت نیز به این نتیجه رسیده

1. Orchad et al.
2. Tant, C. L. et al.

بود که الگوی زمانی ضربهٔ زنان و مردان با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارد که نتیجهٔ حاضر را تأیید می‌کند (۴).

به‌طور کلی، یافته‌ها نشان می‌دهد جنسیت بر بسیاری از متغیرهای کینماتیک شوت روی پا اثر معنی‌داری دارد. با توجه به روند منحنی‌ها در تمام متغیرهای مورد بررسی، مردان با سرعت و شتاب بیشتری به توپ ضربه می‌زدند، مرحلهٔ ادامهٔ حرکت را با کاهش تدریجی سرعت و جابه‌جایی بیشتر، به‌طور محسوس‌تری اجرا می‌کنند و با داشتن دامنهٔ حرکتی بیشتر در مفاصل مچ، ران و زانو ضربهٔ بهتری به توپ می‌زنند، ولی الگوی زمانی حرکت در هر دو جنسیت تقریباً مشابه است و جنسیت اثر معنی‌داری بر آن ندارد.

به مربیان پیشنهاد می‌شود با توجه به تفاوت‌های کینماتیکی بین زنان و مردان، فعالیت‌هایی برای افزایش سرعت، شتاب ضربه و دامنهٔ حرکتی مفاصل در تمرینات زنان فوتسالیست بگنجانند و بر انجام ادامهٔ حرکت تأکید نمایند.

منابع:

1. Barfield, W.R., Kirkendall, D., Yu, B. (2002). Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. J Sports Sci Med. 1: 72-79.
2. Kellis, E., Katis, A. (2007). Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. J Sports Sci & Med. 6: 154 – 165.
3. Shan, G. (2009). Influence of gender and experience on the maximal instep soccer kick. Euro J Sport Sci. V 9. N 2. 107-114(8).
4. Tant, C.L., Browder, K.D., Wilkerson, J.D. (1991). A three dimensional kinematic comparision of kicking techniques between male and female soccer players. In: Biomechanics in Sport IX (edited by Tant, C.L., Parrerson, P.E., York, S. L.). 101-105.
5. Browder, K.D., Tant, C.L., Wilkerson, J.D. (1991). A three dimensional kinematic analysis of three kicking techniques in female players. In: Biomechanics in sports IX. (Eds Tant, C.L., Patterson. P.E., York. S.L). Ames, IA, ISU Press, 95-100.
6. Adrian, M.J., Cooper, J.M. (1989). Biomechanics of Human Movement, Indianapolis: Benchmark Press.
7. Wickstrom, R.L.(1977). Fundamental motor patterns. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger.
8. Bloomfield, J., Elliott, B.C., Davies, C.M. (1979). Development of punt kick: a

cinematogeraphical analysis. J Hum Studies. 6: 142-50.

9. Sadeghi, H., Allard, P., Prince, F., Labelle, H. (2000). Gait symmetry and limb dominance in able-bodied gait. Gait & Posture. 12(1): 34-45.
10. Smith, C., Gilleard, W., Hammond, J., Brooks, L. (2006). The application of an exploratory factor analysis to investigate the inter-relationships amongst joint movement during performance of a football skill. J Sports Sci & Med.5: 517-524.
11. Isokawa, M., Lees, A. (1988). A biomechanical analysis of the instep kick motion. In soccer. Science and football (ed. Reilly, T., Lees, A., Davis, K., Murphy, W.J), E & FN Spon, London: 449-55.
12. Levanon, J., Dapena, J. (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. Med Sci Sports Exe. 30 (6): 917–927.
13. Nunome, H., Asia, T., Ikegami, Y., Sakurai, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. Med & Sci Sports & Exe. 34: 2028-2036.
14. Barfield, W.R. (1998). The biomechanics of kicking in soccer. Clin Sports Med, 17 (4) 711-728.
15. Hay, J. (1996). Biomechanics of Sport Techniques. Englewood Cliffs, N. J: Prentice Hall.
16. Dorge, H., Bull Anderson, T., Sorensen, H., Simonsen, E. (2002). Biomechanial differences in soccer kicking with preferred and non-preferred leg. J Sports Sci. 20: 293-299.
17. Asami, T., Nolte, V. (1983) Analysis of powerful ball kicking. In: Matsui, H.; Kobashi, K. (Ed.). Biomechanics VIII-B, Champaign: Human Kinetics Publishers. 695 - 700.
18. Lees, A., Nolan, L. (1999). Three dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. In: World Congress Of Science Football, 4, Sydney. Annals. 22-26.
19. Alexander, A., Holt, L.E. (1974). Punting, a cinema-computer analysis. Scholastic Coach. 43: 14-16.
20. Plagenhoef, S. (1971). ACinematogeraphic Analysis. Englewood Cliffs, N. J: 98-105.
21. Orchad, J., Mcintosh, A., Landeo, R., Savage, K. (2003). Biomechanics of kicking in the AFL with respect to development of quadriceps strains. Repot for Afl & D Board. Unsw. AFL Kicking Study. 1-38.