

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - بهار ۱۴۰۱  
دوره ۱۴، شماره ۱، ص: ۳۵ - ۱۷  
نوع مقاله: علمی - پژوهشی  
تاریخ دریافت: ۱۲ / ۰۶ / ۹۶  
تاریخ پذیرش: ۳۱ / ۰۲ / ۹۷

## تأثیر قیود دفاعی بر رفتارهای نقطه‌یابی حرکتی هندبالیست‌های نخبه

محمدعلی اسماعیل زاده<sup>۱</sup> - مهدی شهبازی<sup>۲\*</sup> - علی اکبر جابری مقدم<sup>۳</sup> - شهزاد طهماسبی بروجنی<sup>۴</sup> - الهام شیرزاد عرقی<sup>۵</sup>

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و فناوری پردیس، تهران، ایران. ۲. استاد، گروه یادگیری و کنترل حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، ایران. ۳. استادیار، گروه یادگیری و کنترل حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. ۴. دانشیار، گروه یادگیری و کنترل حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. ۵. استادیار، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

مطالعات رفتاری تکالیف نقطه‌یابی حرکتی در ورزش به‌طور معمول از طریق عوامل پویا مانند وضعیت دفاعی حریف، بررسی می‌شوند. هندبالیست برای پرتاب توپ به سمت دروازه در وضعیت‌های مختلف، باید گام‌هایش را هماهنگ کند. در پژوهش حاضر الگوهای حرکتی در رفتارهای نقطه‌یابی حرکتی ۱۲ هندبالیست مرد نخبه تحت قیود دفاعی (عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور، حضور دفاع نزدیک یا حضور دفاع پارگی) تحلیل شد. با یک دوربین سریع با نرخ ۱۲۰ هرتز، داده‌های الگوهای حرکتی حمله‌کننده‌ها جمع‌آوری شد. تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی برای تحلیل تأثیر این قیود روی شاخص‌های دوییدن استفاده شد ( $P < 0.05$ ). نتایج تفاوت آماری معناداری را در میانگین سرعت افقی کل بدن، میانگین سرعت گام اول و دوم و میانگین طول گام اول و دوم در شرایط دفاعی مختلف نشان داد. برای میانگین تغییرپذیری فاصله با تا محوطه دروازه الگوی تغییرپذیری افزایشی-کاهشی در همه شرایط دفاعی دیده شد. از آنجا که تنظیم بازیکنان حمله‌کننده به‌صورت مداوم و براساس ادراک رفتارهای موجود و مورد نیاز بود، نتایج از جفت شدن ادراک - عمل و مدل‌های کنترل مورد انتظار نقطه‌یابی حرکتی حمایت می‌کند. همچنین به‌نظر می‌رسد جنبه‌های تکنیکی دوییدن و پرتاب در هندبال می‌تواند تحت تأثیر قیود تکلیف تودرتو قرار گیرد.

### واژگان کلیدی

جفت شدن ادراک، عمل، فراهم‌ساز، قیود بوم‌شناختی، نقطه‌یابی حرکتی، هندبال.

### مقدمه

اجرای بسیاری از مهارت‌های ورزشی مستلزم جابه‌جایی به سمت اهداف فضایی و زمانی است. دویدن به سمت اهداف فضایی، نوعی مدل حرکتی به‌منظور مطالعه فرایندهای مربوط به سازوکارهای کنترل حرکتی از جمله جفت شدن ادراک-عمل<sup>۱</sup> بوده و جزو تکالیف نقطه‌یابی حرکتی<sup>۲</sup> است. هدف اصلی در مطالعه تکالیف نقطه‌یابی حرکتی درک این موضوع است که چگونه فرد حرکت را با هدفی در فضا در شرایط گوناگون تکلیف و در محیط‌های اجرایی ویژه، هماهنگ می‌کند (۱). تکالیف نقطه‌یابی حرکتی شامل فعالیت‌های روزمره مانند راه رفتن روی پله و همچنین فعالیت‌های ورزشی مانند دویدن و پریدن است. این تکالیف در بسیاری از ورزش‌ها از جمله دو و میدانی (۶-۲)، کریکت (۷، ۸)، راگبی (۹) و فوتبال (۱۰) مطالعه شده است.

لی، لیشمن و تامسون<sup>۳</sup> (۱۹۸۲) اولین شواهد راهبرد تنظیم بینایی در تکالیف نقطه‌یابی حرکتی انسان را ارائه کردند؛ همزمانی شروع کاهش انحراف استاندارد فاصله پا با تخته پرش و افزایش انحراف استاندارد طول گام در مطالعه آنها، اهمیت جفت شدن اطلاعات بینایی با تعدیل‌های حرکت در تکالیف نقطه‌یابی حرکتی را نشان می‌دهد. آنها کنترل کیفی شکل<sup>۴</sup> را در چهار گام پایانی پرش‌کنندگان برای تنظیم پا با تخته پرش نشان دادند (۵). برگ، وید و گریر<sup>۵</sup> (۱۹۹۴) و مونتاین و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۰)، الگوی مشابهی از تغییرپذیری افزایشی و کاهش‌ی را در جایابی پا با تخته نشان دادند. آنها نشان دادند که درونداد بینایی در تنظیم چهار تا پنج گام نهایی پیش از جدا شدن از زمین، ارسال می‌شود که فرایند کنترل مداوم براساس جفت شدن ادراک-عمل را تغذیه می‌کند. همچنین ارتباط معکوسی را بین گام از شروع تنظیم پا و مقدار تنظیمی که در ادامه برای گام اتفاق می‌افتد، نشان دادند (۲، ۴). با وجود این یافته‌های گه<sup>۷</sup> (۱۹۸۸) با تحلیل‌های فردی تغییرپذیری مسافت پا با تخته نشان داد که الگوی کنترل کیفی شکل برای همه آزمودنی‌ها وجود ندارد. افزایش تغییرپذیری الگوهای پا به‌طور طبیعی فقط زمانی که تخته پنهان بود یا زمانی که تکلیف تو در تو<sup>۸</sup> وجود نداشت، دیده شد (۶).

1. Perception-action coupling
2. Locomotor pointing tasks
3. Lee, Lishman & Thomson
4. Funnel shape
5. Berg, Wade, & Greer
6. Montagne, Cornus, Glize, Quaine & Laurent
7. Koh
8. Nested tasks

در ورزش، تکالیف تو در تو در پایان مرحله حرکتی مستلزم هماهنگی جهت‌یابی بدن در تعامل با یک شیء است (۱۱). اصطلاح تو در تو به تکلیفی گفته می‌شود که در انتهای جابه‌جایی اجرا می‌شود، مانند پریدن پیش از رسیدن به تخته پرش در پرش طول یا پرتاب کردن توپ به سمت دروازه پس از دویدن در ورزش‌هایی مانند بسکتبال، کریکت و هندبال. رنشاو و دیویدز<sup>۱</sup> (۲۰۰۶)، برخلاف مونتاین و همکاران (۲۰۰۰)، در تحلیلی روی توپ‌اندازهای کریکت، ارتباط معکوسی بین شروع تنظیم‌های ایجادشده توسط پرتاب‌کنندگان نیافتند. یافته‌های آنها نشان داد که افراد برای تنظیم پیشان نه‌فقط راهبردهای متفاوتی نشان می‌دهند، بلکه راهبردهای هماهنگی حرکتشان به قیود تکلیف تو در تو مربوط است (۱۲). همچنین این یافته‌ها در پرش‌کنندگان طول در تحقیق گلایز و لورنت<sup>۲</sup> (۱۹۹۷) دیده شد (۶).

از نظر نیوویل<sup>۳</sup> (۱۹۸۶) قیود<sup>۴</sup> متغیرهایی هستند که فضای مرحله‌ای سیستم پیچیده را تعریف می‌کنند که شامل فرد، محیط و تکلیف است. قیود تکلیف، ویژه زمینة اجرا و شامل قوانین، تجهیزات، حریف یا ابعاد زمین است (۱۳). در اجرای ورزشی، الگوهای مشخصی از تعامل‌های مربوط به هم در بین بازیکنان، محیط‌ها و تکالیف پدیدار می‌شود (۱۴). در مدت اجرای رفتار نقطه‌یابی حرکتی در ورزش، تفاوت در قیود تکلیف تو در تو به تفاوت‌هایی در راهبردهای کنترلی منجر می‌شود (۱۲، ۱۵). یافته‌های تحقیق پانتلی، اسمیرنیوت و تئودور<sup>۵</sup> (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که الگوی گام و جنبه‌های تکنیکی از طریق زمینة محیطی و قیود تکلیف تو در تو تأثیر می‌پذیرد. زمانی که دوندۀ پرش طول مسافتی را می‌دود و سپس می‌پرد، به‌جای اینکه فقط پرش درجا انجام دهد، سطح بالاتری از پایداری را به‌دست می‌آورد و تنظیم گام وی براساس جفت شدن ادراک-عمل انجام می‌گیرد (۳). همچنین پیندر و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) در تحقیق روی ضربه‌زنده‌ها در کریکت در ارتباط با قیود تکلیف نشان دادند که کریکت‌بازان، حرکات بدنشان را با اطلاعات موجود سازگار می‌کنند (۷). از طرفی در پاسخ به پرسش‌های مربوط به ارتباط‌های مجری-محیط، پویایی‌های بوم‌شناختی<sup>۷</sup> از استفاده از تکالیف نمایشی یا زیرمرحله‌های<sup>۸</sup> اجرایی در ورزش‌های تیمی حمایت قرار می‌کند (۱۶). وضعیت‌های حمله و دفاع مختلفی می‌تواند جزو این

- 
1. Renshaw & Davids
  2. Glize & Laurent
  3. Newell
  4. Constraints
  5. Panteli, Smirniotou & Theodorou
  4. Pinder, Davids, Renshaw & Araujo
  7. Ecological dynamics
  8. Sub-phases

زیرمرحله‌ها باشد، از جمله وضعیت‌های یک در مقابل یک در ورزش‌های گروهی که در بسیاری از موقعیت‌های واقعی اتفاق می‌افتد. برای مثال پاسوز و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) از وضعیتی در ورزش راگیبی استفاده کردند که حمله‌کننده با یک دفاع نزدیک خط مواجه می‌شد؛ آنها به دنبال درک تمایلات هماهنگی بین‌فردی در طول اجرای رقابتی ورزش‌های تیمی بودند (۹). همچنین اورث و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) در تحقیقی روی فوتبالیست‌ها، به دنبال ارزیابی فشار دفاع روی سرعت دویدن آنها هنگام نزدیک شدن به یک توپ ساکن بودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که وجود دفاع نزدیک نسبت به نبود دفاع یا دفاع دور روی میانگین سرعت دویدن حمله‌کننده هنگام نزدیک شدن به توپ ثابت به‌طور معناداری تأثیر می‌گذارد. در این تحقیق سرعت نزدیک شدن توسط حضور دفاع و فاصله شروع دفاع هنگام اجرای تکلیف مقید شده بود (۱۰). یافته‌های تحقیق اورث و همکاران (۲۰۱۴) و دیکز، دیویدز و باتون<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) با مدل کنترل براساس فراهم‌ساز فیجن<sup>۴</sup> (۲۰۰۵) همخوانی دارد (۹). فراهم‌سازها، ایده گیبسون<sup>۵</sup> (۱۹۷۹) برای حرکتی بود که در فهم ما از ادراک و عمل مشارکت دارند و برای وی فراهم‌سازها مفهوم اصلی روان‌شناسی بوم‌شناختی بود که ارتباط حیوان و محیط را شامل می‌شد (۱۴). طبق نظر گیبسون ادراک تنها زمانی اتفاق می‌افتد که ما به‌طور فعال در جست‌وجوی فراهم‌سازها باشیم (۱۷). براساس مدل فیجن (۲۰۰۵)، فراهم‌سازها در اعمال هدایت‌شده بصری، قابلیت‌های عمل فرد را پیش‌بینی می‌کنند و قابلیت‌های عمل ویژگی‌های کارکردی فرد هستند که مرزهایی را تعریف می‌کنند تا اعمال ممکن و ناممکن نسبت به برخی چالش‌های محیطی را از یکدیگر جدا کنند (۱۸). افراد می‌توانند فراهم‌سازها را هم برای خود و هم برای دیگران درک کنند و ادراک فراهم‌سازها کارکرد تجربه ادراکی - حرکتی درگیر در اجرای ورزشی است، مانند حداکثر ارتفاع پرش (نوعی قابلیت عمل) که توسط بسکتبالیست‌های باتجربه بهتر درک می‌شود (۱۹).

بسیاری از مطالعات قبلی در زمینه رفتارهای نقطه‌یابی حرکتی در رشته‌های ورزشی انجام گرفته که انفرادی بوده، مانند دو و میدانی و محیط تقریباً ثابت بوده است (۲-۶). در تحقیق پیندر و همکاران (۲۰۱۱) روی ضربه‌زننده‌های کریکت، مدافعی در اجرای حرکت دخالت نداشته یا در پژوهش پاسوز و

- 
1. Passos, Araújo, Davids, Milho & Gouveia
  2. Orth, Davids, Araujo, Renshaw & Passos
  3. Dicks, Davids & Button
  4. Fajens model of affordance-based control
  5. Gibson

همکاران (۲۰۰۹) فقط یک مدافع نزدیک خط وجود داشته است. با وجود این یکی از کامل‌ترین تحقیق‌ها در زمینه رفتارهای نقطه‌یابی حرکتی توسط اورث و همکاران (۲۰۱۴) روی فوتبالیست‌های آموزشی‌گامی انجام گرفته است که شاید تنها ضعف آن مربوط به پویا نبودن کامل در حرکت توپ است، زیرا از توپ ساکن برای شروع حرکت استفاده شده است.

مهارت سه‌گام به‌عنوان یک رفتار نقطه‌یابی حرکتی، در هندبال به‌طور وسیعی به‌کار می‌رود. مقررات ورزش هندبال به بازیکنان اجازه می‌دهد تا هنگام حمل توپ سه‌گام کامل بردارند (۲۰). به‌طور معمول هندبالیست‌ها زمانی از این مهارت استفاده می‌کنند که قصد دارند با حداکثر سرعت و دقت به دروازه حریف نزدیک شوند و به سمت دروازه شوت بزنند. اما وقتی هندبالیست‌ها به‌دنبال این هدف هستند، تحت قیود مختلفی از زمینه اجرا مانند حضور مدافعان حریف یا هم‌تیمی‌هایشان هستند. بنابراین در پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به این پرسش هستیم که آیا رفتارهای نقطه‌یابی حرکتی در هندبالیست‌های نخبه ایرانی تحت تأثیر قیود دفاعی مختلف (عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور، حضور دفاع نزدیک و حضور دفاع یارگیر) قرار می‌گیرد یا خیر؟

## روش تحقیق

طرح تحقیق حاضر از نوع درون‌گروهی با سری‌های زمانی و روش پژوهش نیمه‌تجربی و به لحاظ هدف کاربردی بود.

### شرکت‌کننده‌ها

شرکت‌کننده‌ها شامل هندبالیست‌های مرد نخبه-موفق<sup>۱</sup> بودند که نه‌تنها در بالاترین سطح رقابت می‌کردند، بلکه تجربه کسب موفقیت در سطح استاندارد (مانند برنده شدن در یک رویداد یا کسب مدال) را داشتند (۲۱). ۱۴ هندبالیست مرد (میانگین سن  $26/61 \pm 4/07$  سال، قد  $184/30 \pm 7/45$  سانتی‌متر و وزن  $84/53 \pm 8/52$  کیلوگرم) دارای حداقل دو سال سابقه در تیم‌های ملی جمهوری اسلامی ایران و پنج سال سابقه رقابت در بالاترین سطح هندبال یعنی حضور در لیگ برتر هندبال به‌صورت در دسترس و از طریق برگه ثبت ویژگی‌های فردی انتخاب شدند. برای اجرای آزمون اصلی ۱۲ هندبالیست راست‌دست به‌عنوان بازیکنان حمله‌کننده، یک بازیکن چپ‌دست به‌عنوان پاس‌دهنده ثابت در فاصله مشخص و با

شرایط یکسان و یک هندبالیست چپ‌دست به‌عنوان بازیکن مدافع برگزیده شد.

### ابزار تحقیق

همهٔ آزمون‌ها در سالن ورزشی نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران (محل برگزاری مسابقات رسمی لیگ برتر) و با استفاده از وسایل استاندارد برگزاری مسابقات هندبال از جمله توپ هندبال شمارهٔ سه، دروازهٔ استاندارد، چسب مخصوص توپ هندبال و پوشاک ورزشی مخصوص مسابقات رسمی به رنگ تیره (به‌منظور وضوح بیشتر نشانگرها) انجام گرفت. پیش از اجرای آزمون، آزمودنی‌ها برگه‌های ثبت ویژگی‌های فردی و رضایت‌نامهٔ شرکت در آزمون را پر کردند. از نوارهای انعکاس‌دهندهٔ نور نقره‌ای‌رنگ برای مشخص کردن مسیر حرکت بازیکنان، نقطهٔ شروع و خط شش متر محوطه و از نشانگرهای بازتابندهٔ نور برای مشخص کردن نقاطی روی بدن بازیکنان حمله‌کننده استفاده شد. یک دوربین فیلم‌برداری سرعت بالا (شرکت کاسیو مدل ای ایکس-زد آر ۱۲۰۶) با نرخ تصویربرداری ۱۲۰ هرتز به‌منظور ثبت حرکت بازیکنان حمله‌کننده روی سه‌پایهٔ فیلم‌برداری و در مسیر دویدن آنها قرار داده شد. در ضمن یک پروژکتور روی سه‌پایه و یک پروژکتور روی سطح زمین به‌منظور نورپردازی مسیر حرکت بازیکن حمله‌کننده استفاده شد.

### روند اجرای تحقیق

پیش از اجرای آزمون اصلی برای مشخص کردن محل قرارگیری بازیکنان حمله، دفاع و پاس‌دهنده، محل دقیق نصب دوربین و پروژکتور و همچنین محل قرار دادن نشانگرها از آزمون مقدماتی استفاده شد که تصویر شماتیک آن در شکل ۱ نشان داده شده است. با اجرای مهارت سه‌گام بازیکنان حمله‌کننده در فواصل مختلف و با نظر خود بازیکنان و مربیان، شروع حرکت بازیکنان حمله‌کننده از فاصلهٔ ۱۱ متری خط دروازه (پنج‌متری از محوطهٔ دروازه) انتخاب شد. محور نوری دوربین فیلم‌برداری عمود بر حرکت حمله‌کننده و در فاصلهٔ شش‌متری او با ارتفاع یک متر از سطح زمین قرار داده شد تا تمام مراحل دویدن حمله‌کننده از گام قبل از دریافت توپ تا بعد از پرتاب وی به سمت دروازه (سه گام آخر پیش از جدا شدن از زمین) را ثبت کند. به‌منظور انجام حرکت سه‌گام به‌طور طبیعی و برقراری پویایی حرکت، از یک پاس‌دهنده به‌طور ثابت در تمام مراحل اجرای آزمون استفاده شد. پاس‌دهنده در منطقه‌ای مشخص شده (یک در یک متر) در فاصلهٔ تقریبی چهار متر از حمله‌کننده و در عرض او قرار گرفت. چهار شرایط دفاعی

1. Casio
2. EX-ZR1200

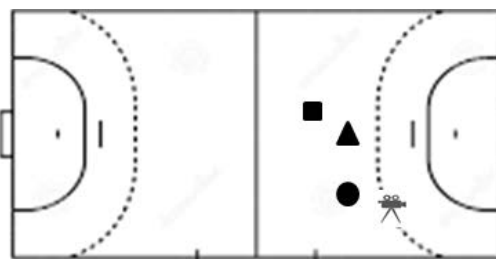
مختلف برای اجرای آزمون در نظر گرفته شد: الف) بدون حضور مدافع، ب) با حضور مدافع دور، ج) با حضور مدافع نزدیک و د) با حضور مدافع یارگیر. وظیفه‌ی بازیکنان مدافع این است که تا حد ممکن در کار مهاجم اختلال ایجاد کنند و سرعت حرکت توپ به سمت دروازه خود را کاهش دهند (۲۲). به‌منظور جلوگیری از تداخل تصویر مدافع هنگام فیلم‌برداری با حمله‌کننده، در تمام شرایط حضور مدافع، مدافع از سمت چپ حمله‌کننده به وی نزدیک شد. مدافع دور در فاصله‌ی دومتری عقب‌تر از حمله‌کننده، مدافع نزدیک در فاصله‌ی یک‌متری عقب‌تر از حمله‌کننده و مدافع یارگیر بدون فاصله از حمله‌کننده و در سمت چپ او را یارگیری کرد. در تمام شرایط حمله‌کننده بین توپ و مدافع قرار می‌گرفت، به‌طوری‌که همیشه مدافع در وضعیت ضعیف‌تری نسبت به حمله‌کننده و توپ قرار داشت.

از حمله‌کننده خواسته شد تا پس از ارائه‌ی علامت شروع از طرف آزمون‌گیرنده در مسیر مستقیم به سمت دروازه حرکت کند و همزمان توپ را از پاس‌دهنده دریافت و با حداکثر سرعت و دقت (با توجه به قوانین حاکم بر ورزش هندبال) مهارت سه‌گام را اجرا کرده و پیش از ورود به محوطه دروازه (خط شش متر) توپ را به سمت دروازه پرتاب کند. وظیفه‌ی پاس‌دهنده، پاس دادن با سرعت و در ارتفاع تقریباً یکسان در شرایط مختلف دفاعی بود. در شرایط حضور مدافع از مدافع خواسته شد تا پس از ارائه‌ی علامت شروع توسط آزمون‌گیرنده با حداکثر سرعت به سمت حمله‌کننده بدود و در حرکت یا پرتاب بازیکن حمله‌کننده ایجاد اختلال کند و با توجه به قوانین حاکم بر ورزش هندبال از پرتاب حمله‌کننده به سمت دروازه جلوگیری به‌عمل آورد. در تمام مراحل اجرای آزمون یک داور ملی بر خطاهای بازیکنان حمله‌کننده و مدافع نظارت کامل داشت.

برای ثبت حرکات حمله‌کننده از نشانگرهایی روی خار خاصه‌های قدامی فوقانی لگن سمت راست، روی پاشنه هر دو پا، مفصل کف پای-بند انگشت اول و پنجم هر دو پا و سرپنجه هر دو پا در جهتی که دوربین فیلم‌برداری قرار داشت، استفاده شد. برای کالیبره کردن یک نوار انعکاس‌دهنده نور به طول سه متر در امتداد مسیر حرکت حمله‌کننده‌ها روی زمین چسبانده شد که در ضمن مسیر حرکت حمله‌کننده‌ها را مشخص می‌کرد. دوربین فیلم‌برداری تمام مسیر حرکت حمله‌کننده از لحظه شروع حرکت تا پس از پرتاب توپ به سمت دروازه را با نرخ تصویربرداری ۱۲۰ هرتز پوشش داد. هر بازیکن حمله‌کننده در هر شرایط دفاعی سه بار تکلیف موردنظر را با فاصله دو دقیقه استراحت بین هر تکلیف اجرا کرد؛ یعنی در کل هر هندبالیست ۱۲ کوشش در چهار شرایط دفاعی مختلف انجام داد. برای هر بازیکن شرایط دفاعی مختلف به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و بین هر شرایط حداقل ۸ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد.

آزمون طی یک هفته و در چهار جلسه مختلف انجام گرفت. در هر جلسه از سه نفر آزمون گرفته شد، بدین ترتیب که پس از اجرای سه کوشش در هر شرایط توسط یک آزمودنی، آزمودنی دوم سه کوشش خود در یک شرایط را تکمیل و سپس آزمودنی سوم و مجدداً آزمودنی اول سه کوشش خود در شرایط دفاعی دیگر را اجرا می کرد.

فاصله پا تا خط محوطه دروازه برای محاسبه تغییرپذیری وضعیت هر پا در هر شرایط استفاده شد. سرعت جابه جایی با استفاده از مسافت جابه جایی از لحظه اولین برخورد پا تا لحظه آخرین تماس پا با زمین پیش از جدا شدن جهت پرتاب توپ به سمت دروازه تقسیم بر زمان طی شده در حین جابه جایی محاسبه شد و طول گامها (سه گام پیش از پرتاب) فاصله مکانی برخورد هر پا تا برخورد پای دیگر به زمین محاسبه شد. تحلیل دادهها از طریق نرم افزار کینووا نسخه ۰,۸,۲۵ انجام گرفت.



شکل ۱. تصویر شماتیک از محل قرارگیری بازیکنان حمله کننده (مثلث)، مدافع (مربع) و پاس دهنده (دایره) و همچنین محل قرارگیری دوربین فیلم برداری

### روش های آماری

با توجه به وجود چهار سطح دفاعی مختلف (نبود دفاع، دفاع دور، دفاع نزدیک و دفاع یارگیر) از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. پیش از اجرای آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری، برای بررسی نرمال بودن همه داده ها از آزمون شاپیروویلک و آزمون ماچلی استفاده شد. در داده هایی که فرض برابری واریانس ها دچار انحراف شد، از آزمون گرینهاوس-گیزر استفاده شد (۲۳). در همه تحلیل ها  $P < 0.05$  برای نشان دادن معناداری آماری استفاده شد و تمامی عملیات آماری با استفاده از نرم افزار اس.پی.اس.اس. نسخه ۲۱ انجام گرفت. همچنین برای ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد.



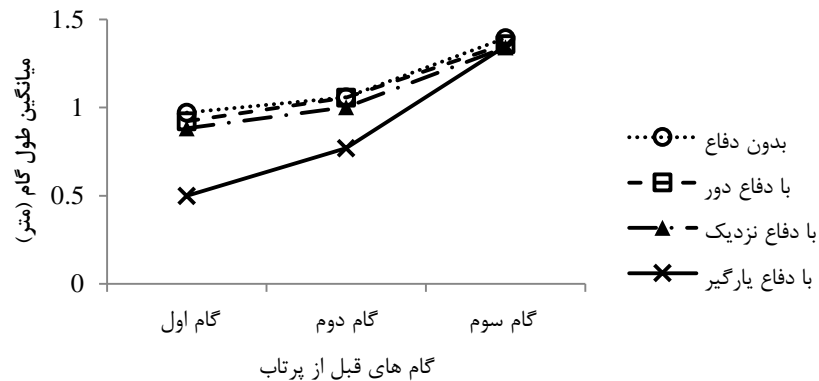
## نتایج

متغیرهایی که در این تحقیق به‌عنوان رفتارهای نقطه‌یابی حرکتی بررسی شدند عبارت‌اند از طول گام‌ها، سرعت افقی فرد و سرعت گام‌ها و همچنین تغییرپذیری فاصله‌ی پا تا خط محوطه‌ی دروازه که نتایج هر کدام به تفکیک ارائه می‌شود.

### طول گام

در بررسی داده‌های مربوط به طول گام باید توجه داشت که اولاً سه گام نهایی پیش از پرتاب توپ (گام قبل از دریافت توپ تا لحظه‌ی پرتاب) ارزیابی شد؛ دوم اینکه هر گام از لحظه‌ی تماس یک پا با زمین (به‌طور معمول پای چپ) تا تماس پای مخالف با زمین در نظر گرفته شد.

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری با تصحیح گرینهاوس-گیزر نشان داد که بین میانگین طول اولین گام تحت قیود دفاعی مختلف از لحاظ آماری تفاوت معناداری وجود دارد ( $P < 0/0005$ ،  $17/820$  =  $F(1/417, 15/587)$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که میانگین طول گام در شرایط حضور دفاع (یارگیر از میانگین طول گام در شرایط عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور و حضور دفاع نزدیک  $0/34 \pm 0/50$  متر به‌ترتیب در مقابل  $0/19 \pm 0/97$ ،  $0/15 \pm 0/92$  و  $0/18 \pm 0/88$  متر) کمتر است که از نظر آماری تفاوت، معنادار بود (به‌ترتیب  $P = 0/003$ ،  $P = 0/001$  و  $P = 0/023$ ). در مورد میانگین طول دومین گام نیز تحت قیود دفاعی مختلف، تفاوت آماری معنادار مشاهده شد ( $P = 0/006$ ،  $7/194 = F(1/714, 18/856)$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که میانگین طول دومین گام در شرایط دفاع یارگیر از میانگین طول گام در شرایط عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور و حضور دفاع نزدیک ( $0/23 \pm 0/77$  متر به‌ترتیب در مقابل  $0/26 \pm 1/06$ ،  $0/22 \pm 1/06$  و  $0/26 \pm 1/0$  متر) کمتر است، ولی تفاوت آماری معنادار بین دفاع یارگیر با شرایط عدم حضور دفاع و حضور دفاع دور مشاهده شد (به‌ترتیب  $P = 0/026$  و  $P = 0/027$ )، ولی در مورد میانگین طول سومین گام هیچ‌گونه تفاوت معنادار تحت قیود دفاعی مختلف دیده نشد ( $P = 0/827$ ،  $0/142 = F(1/626, 17/889)$ ). نمودار ۱ نتایج تأثیر قیود دفاعی بر میانگین طول سه گام پایانی پیش از پرتاب را نشان می‌دهد.

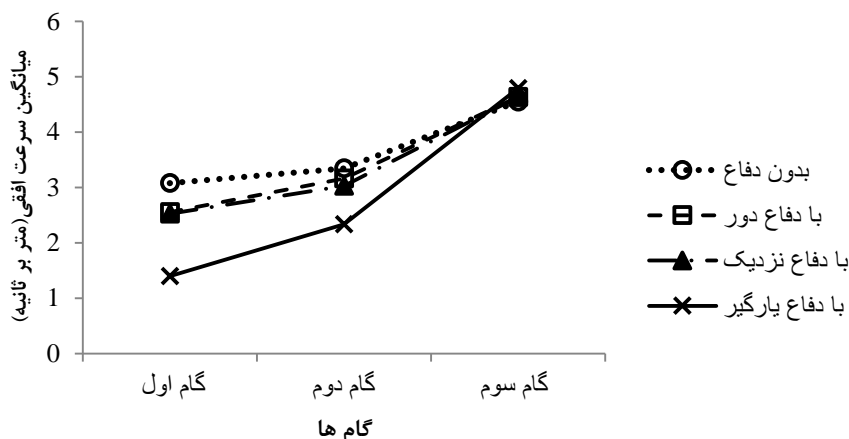


نمودار ۱. میانگین طول گام‌ها تحت قیود دفاعی مختلف برای سه گام پیش از پرتاب

#### سرعت افقی

همان‌طور که در نمودار ۲ نشان داده شده است، نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری با تصحیح گرینهاوس-گیزر در مورد سرعت جابه‌جایی کل بدن نشان داد که تفاوت معناداری بین شرایط مختلف دفاعی وجود دارد ( $P=0/007$ ،  $F(1/335, 14/682)=8/680$ ، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که میانگین سرعت جابه‌جایی کل بدن در شرایط حضور دفاع یارگیر در مقابل عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور و حضور دفاع نزدیک کاهش یافته است ( $2/19 \pm 0/58$  متر بر ثانیه به ترتیب در مقابل  $2/0 \pm 91/59$ ،  $2/0 \pm 94/56$  و  $2/89 \pm 0/75$  متر بر ثانیه) که در شرایط دفاع یارگیر با عدم حضور دفاع و حضور دفاع دور تفاوت معنادار مشاهده شد (به ترتیب  $P=0/008$  و  $P=0/022$ )، قیود دفاعی بر میانگین سرعت جابه‌جایی گام اول تأثیر معنادار داشت ( $P<0/0005$ ،  $F(1/860, 20/456)=16/827$ )، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در میانگین سرعت گام اول در شرایط حضور دفاع یارگیر در مقابل عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور و حضور دفاع نزدیک کاهش نشان داد ( $1/4 \pm 0/99$  به ترتیب در مقابل  $3/08 \pm 0/76$ ،  $2/53 \pm 0/73$  و  $2/0 \pm 55/65$ )، تأثیر قیود دفاعی در شرایط دفاع یارگیر در مقابل عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور و حضور دفاع نزدیک معنادار بود (به ترتیب  $P=0/002$ ،  $P=0/011$  و  $P=0/013$ )، همچنین در بررسی نتایج مربوط به میانگین سرعت گام دوم در شرایط دفاعی مختلف، تفاوت معنادار مشاهده شد ( $P=0/004$ ،  $P=9/380$ )، با توجه به نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، میانگین سرعت گام دوم در شرایط حضور دفاع یارگیر در مقابل شرایط عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور و حضور دفاع نزدیک کاهش نشان داد ( $2/0 \pm 33/80$  به ترتیب در مقابل  $3/35 \pm 0/82$ ،  $3/17 \pm 0/77$  و  $3/03 \pm 0/85$ ) که بین شرایط

دفاع یارگیر با شرایط عدم حضور دفاع و دفاع دور تفاوت آماری معنادار بود (به ترتیب  $P=0/021$  و  $P=0/041$ ). ولی در مورد میانگین سرعت گام سوم هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین شرایط دفاعی مختلف مشاهده نشد ( $P=0/786$ ,  $F(1/443, 15/869) = 0/157$ ).



نمودار ۲. میانگین سرعت افقی در شرایط دفاعی مختلف برای سه گام پیش از پرتاب

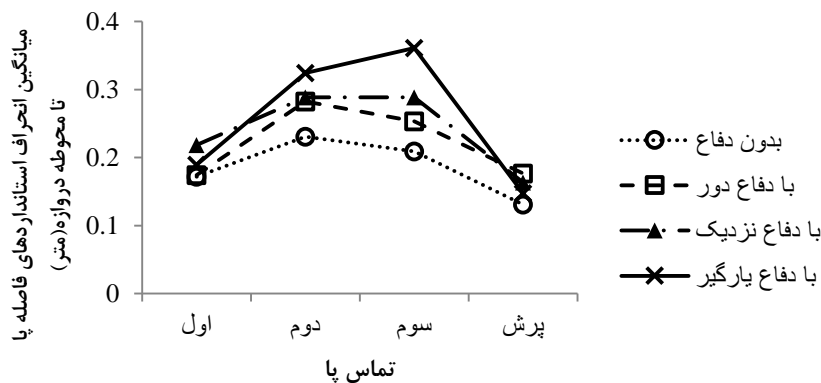
### تغییرپذیری فاصله پا تا محوطه دروازه

در بررسی داده‌های مربوط به فاصله پا تا محوطه دروازه باید توجه داشت که این فواصل از آخرین نقطه تماس‌های پا با زمین تا خط مربوط به محوطه دروازه که از دروازه شش متر فاصله دارد، در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس در سه گام پایانی پیش از پرتاب، چهار فاصله اندازه‌گیری شده است و ملاک تغییرپذیری، انحراف استانداردهای این فواصل است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد که بین میانگین انحراف استانداردهای فاصله تماس اول تا محوطه دروازه در چهار شرایط دفاعی مختلف هیچ تفاوت معناداری وجود ندارد ( $F(3, 33) = 0/280$ ,  $P=0/840$ ). همچنین در بررسی انحراف استانداردهای فاصله تماس دوم تا محوطه دروازه در شرایط دفاعی مختلف تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P=0/500$ ,  $F(1/764, 19/339) = 0/680$ ). نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری با تصحیح گرینهاوس-گیزر بین میانگین انحراف استانداردهای فاصله تماس سوم تا محوطه دروازه نیز نشان داد که هیچ تفاوت معناداری در شرایط دفاعی مختلف وجود ندارد ( $P=0/322$ ,  $F(3, 33) = 1/209$ ). در تحلیل نتایج مربوط به میانگین فاصله چهارم

لحظه پرش) تا محوطه دروازه نیز از لحاظ آماری هیچ تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P=0/859$ ،  $F(3, 33)=0/252$ ).

ولی زمانی که تغییرپذیری فاصله تماس پا تا محوطه دروازه در شرایط دفاعی یکسان بین فواصل مختلف تا محوطه دروازه بررسی شد، نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری تفاوت معنادار نشان داد. در شرایط حضور نداشتن دفاع، نتایج نشان داد که بین میانگین تغییرپذیری فواصل مختلف تا محوطه دروازه تفاوت معنادار وجود دارد ( $P=0/012$ ،  $F(3, 33)=4/241$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که فقط بین میانگین انحراف استاندارد تماس چهارم با تماس دوم ( $0/13 \pm 0/06$  در مقابل  $0/28 \pm 0/08$ ) تفاوت آماری معنادار وجود دارد ( $P=0/036$ ). در شرایط حضور دفاع دور نیز بین میانگین تغییرپذیری فواصل اول تا چهارم تا محوطه دروازه تفاوت معنادار مشاهده شد ( $P < 0/005$ ،  $F(3, 33)=9/930$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی بین میانگین انحراف استاندارد تماس اول با دوم و سوم ( $0/11 \pm 0/18$  به ترتیب در مقابل  $0/15 \pm 0/28$  و  $0/14 \pm 0/25$ ) و همچنین تماس دوم با چهارم ( $0/15 \pm 0/28$  در مقابل  $0/15 \pm 0/17$ ) تفاوت معناداری نشان داد (برای تماس اول با دوم و سوم به ترتیب  $P=0/005$  و  $P=0/023$  و برای تماس دوم با چهارم  $P=0/015$ ). زمانی که مدافع نزدیک حضور داشت، نتایج نشان داد که بین فواصل مختلف تفاوت معنادار وجود دارد ( $P=0/005$ ،  $F(3, 33)=5/049$ ). در این شرایط همانند زمانی که مدافع حضور نداشت، آزمون تعقیبی بونفرونی فقط تفاوت معنادار را بین میانگین انحراف استاندارد تماس دوم با چهارم ( $0/25 \pm 0/29$  در مقابل  $0/16 \pm 0/16$ ) نشان داد ( $P=0/047$ ). در نهایت در شرایط حضور مدافع یارگیر نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری با تصحیح گرینهاوس-گیزر بین میانگین انحراف استانداردهای فواصل مختلف از محوطه دروازه تفاوت آماری معنادار را نشان داد ( $P=0/002$ ،  $F(1/736, 19/094)=9/032$ ). همچنین آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین میانگین انحراف استاندارد تماس اول با دوم و سوم ( $0/14 \pm 0/19$  به ترتیب در مقابل  $0/21 \pm 0/32$  و  $0/25 \pm 0/36$ ) و همچنین سوم با چهارم (به ترتیب  $0/25 \pm 0/36$  در مقابل  $0/17 \pm 0/15$ ) تفاوت آماری معنادار وجود دارد (برای تماس اول در مقابل دوم و سوم به ترتیب  $P=0/032$  و  $P=0/033$  و برای تماس دوم با چهارم  $P=0/042$ ). نمودار ۳ نتایج مربوط به تغییرپذیری فاصله پا تا محوطه دروازه در شرایط دفاعی مختلف را نشان می‌دهد.



نمودار ۳. میانگین تغییرپذیری فاصله پا تا محوطه دروازه در شرایط دفاعی مختلف برای چهار تماس پایانی پا با زمین

### بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر طول گام‌ها، سرعت کلی فرد، سرعت گام‌ها و تغییرپذیری مسافت پا تا محوطه دروازه به‌عنوان رفتارهای نقطه‌یابی حرکتی ۱۲ هندبالیست نخبه ایرانی راست‌دست در شرایط دفاعی مختلف با استفاده از ابزار تحلیل مکانیکی بررسی شد و نتایج تفاوت آماری معناداری را در میانگین سرعت افقی کل بدن، میانگین سرعت گام اول و دوم و همچنین میانگین طول گام اول و دوم در شرایط دفاعی مختلف نشان داد. برای میانگین تغییرپذیری فاصله پا تا محوطه دروازه الگوی تغییرپذیری افزایشی-کاهشی در همه شرایط دفاعی دیده شد.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که بازیکنان حمله‌کننده در هندبال براساس نیازهای خود در شرایط دفاعی مختلف، تعدیل‌هایی را در مراحل اولیه دویدن به سمت دروازه ایجاد می‌کنند تا در گام پایانی پیش از جدا شدن از زمین در شرایط مطلوب‌تری برای پرتاب به سمت دروازه قرار گیرند. همان‌طور که در نمودار ۱ نشان داده شد، میانگین طول گام هنگام دویدن در تمام شرایط دفاعی افزایش یافت و این افزایش در شرایط حضور دفاع یارگیر بارزتر بود. از طرفی در شرایط حضور دفاع یارگیر، بازیکنان حمله‌کننده میانگین طول گام اول و دومشان نسبت به شرایط دفاعی دیگر، کاهش معناداری را نشان داد. کاهش معنادار میانگین طول گام در این شرایط احتمالاً نشان‌دهنده این است که بازیکن حمله‌کننده به‌دنبال فریب دادن مدافع یارگیر از طول گام کوتاه‌تری استفاده می‌کند و پس از رهایی از مدافع با برداشتن گام بلندتر به‌دنبال

جدا شدن از مدافع است تا در مکان مناسبی برای پرتاب به سمت دروازه قرا گیرد. این یافته‌ها با مدل نقطه‌یابی حرکتی دراگی و همکاران (۲۰۰۲) همخوانی دارد که بیان می‌کنند تنظیم مداوم براساس ادراک رفتار موجود و رفتار مورد نیاز انجام می‌گیرد. همان‌طور که در مدل جفت شدن ادراک - عمل نشان داده شده، اگر حمله‌کننده بتواند گام‌های خود را براساس نیازش در مراحل اولیهٔ دویدن تنظیم کند، در نتیجه در گام‌های پایانی دویدن نیازمند تنظیم کمتری است که در نتایج مربوط به میانگین طول گام قابل مشاهده است. یافته‌های مربوط به طول گام از مطالعات قبلی در تحلیل الگوی گام‌برداری در تکالیف نقطه‌یابی حرکتی برای تعیین نقش قیود مختلف حمایت می‌کند (۱۲، ۲۴).

تحلیل داده‌ها، تأثیر قیود دفاعی بر میانگین سرعت جابه‌جایی کل بدن در بازیکنان حمله‌کننده را نشان داد. اگرچه داده‌ها تغییر معناداری را در میانگین سرعت دویدن در شرایط عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور و حضور دفاع نزدیک نشان ندادند، مهاجمان در حضور مدافع یارگیر کاهش معناداری در میانگین سرعت حرکتشان نشان دادند که بیانگر این موضوع است که کنترل سرعت دویدن هم مربوط به حضور مدافع و هم محل قرارگیری و فاصلهٔ مدافع با حمله‌کننده است. در شرایط حضور مدافع یارگیر نسبت به شرایط دیگر، بازیکنان حمله‌کننده هنگام نزدیک شدن به محوطهٔ دروازه، تنظیم‌هایی را با توجه به وضعیت قرارگیری مدافع ایجاد می‌کنند که با دیدگاه کنترل مورد انتظار<sup>۱</sup> مونتاین (۲۰۰۵) همخوانی دارد (۱). تفاوت در میانگین سرعت دویدن می‌تواند به دلیل وجود قیود تکلیف تودرتوی متفاوت یا پیچیدگی تکلیف باشد (۱۲). در تحقیق اورث و همکاران (۲۰۱۴) روی فوتبالیست‌های آموزشگاهی نیز تنها در شرایط حضور مدافع نزدیک، تفاوت معناداری در میانگین سرعت کلی مهاجمان مشاهده شد. ولی در تحقیق حاضر حضور مدافع نزدیک هم تأثیر چندانی در میانگین سرعت کلی هندبالیست‌ها نداشت؛ ولی این نکته حائز اهمیت است که آزمودنی‌ها در تحقیق اورث و همکاران (۲۰۱۴) دارای میانگین سنی پایین‌تر ( $15/0 \pm 25/46$  سال) بودند و در سطح آموزشگاهی فعالیت داشتند، ولی آزمودنی‌های تحقیق حاضر دارای میانگین سنی ( $26/4 \pm 61/07$  سال) و تجربهٔ بسیار بیشتری در سطح ملی بودند؛ بدین‌معنا که احتمالاً هندبالیست‌های نخبه حتی در حضور مدافع نزدیک، شرایط خود را به‌عنوان بازیکن تحت فشار درک نمی‌کنند.

نتایج مربوط به میانگین سرعت گام‌ها نشان داد که میانگین سرعت گام اول و دوم مهاجمان تحت

قیود دفاعی کاهش معناداری را نشان داد و در گام پایانی هیچ‌گونه تفاوت معناداری مشاهده نشد که برعکس نتایج تحقیق اورث و همکاران (۲۰۱۴) بود که کاهش سرعت را در گام پیش از ضربه به توپ فوتبال نشان دادند؛ باید توجه کرد که بازیکنان هندبال هنگام عبور از مدافع یارگیر توپ را دریافت کرده یا در حال دریافت توپ بودند و سپس به سمت محوطه دروازه حرکت کردند، پس ابتدا برای دریافت توپ و جای گذاشتن مدافع به دقت نیاز داشتند و بعد با سرعت بیشتری به سمت دروازه حرکت کردند. به عبارت دیگر هندبالیست‌های مهاجم در گام‌های اول سرعت را برای دقت هزینه می‌کنند. ولی در تکلیف اورث و همکاران (۲۰۱۴) مهاجمان ابتدا با سرعت به سمت توپ ساکن می‌دویدند و پیش از ضربه زدن به توپ سرعت خود را کاهش می‌دادند تا با اطمینان بیشتری به توپ ضربه بزنند، به عبارت دیگر، سرعت را برای دقت هزینه می‌کردند. در نتیجه نتایج مربوط به میانگین سرعت گام‌ها در تحقیق حاضر با نتایج تحقیق اورث و همکاران (۲۰۱۴) همراستا بود. همچنین این یافته‌ها با نتایج تحقیقات پلاموندون و الیمی (۱۹۹۷) که به تبادل سرعت - دقت در حرکات هدفمند و اندرسون و دورگ (۲۰۱۱) که به اثر قیود سرعت نزدیک شدن و دقت روی حداکثر سرعت توپ در ضربه فوتبال پرداختند، همسوست (۱۷، ۲۵، ۲۶). این یافته‌ها نشان می‌دهد که بازیکنان حمله‌کننده اطلاعات مربوط به فراهم‌سازها (حضور مدافع و قابلیت‌های عملی) را دریافت می‌کنند، در نتیجه فاصله و موقعیت مدافع را درک کرده و با توجه به آنها سرعت حرکت گام‌هایشان را تنظیم می‌کنند. اینکه چرا هنگام حضور مدافع دور و نزدیک تفاوت معناداری در میانگین سرعت کلی و حتی میانگین سرعت گام‌ها مشاهده نشد، شاید به این دلیل باشد که مهاجم قابلیت‌های عملی خود و مدافع را درک کرده و به این نتیجه رسیده است که مدافع در این شرایط نمی‌تواند اختلالی در حرکت نهایی‌اش ایجاد کند، در نتیجه تغییری در سرعت کلی و سرعت هر کدام از گام‌هایش به وجود نیاورده است یا به حدی این تغییر کم بوده که تفاوت معناداری در شرایط دیگر دفاعی مشاهده نشده است. الگوهای انحراف استاندارد فاصله پا تا محوطه دروازه در تحقیق حاضر شبیه به برخی مطالعات نقطه‌یابی حرکتی قبلی بود (۲۷). بدین مفهوم که بازیکنان برای نزدیک شدن به محوطه دروازه در کوشش‌های مختلف، محل قرارگیری پایشان تا پیش از پرتاب را تنظیم می‌کنند و تغییرپذیری وضعیت تماس پایشان نسبت به محوطه دروازه را ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌دهند؛ این الگوی تغییرپذیری افزایشی - کاهش اولین بار در تحقیق لی و همکاران (۱۹۸۲) در تغییرپذیری فاصله پا تا تخته پرش دیده شد که به کنترل کیفی شکل معروف شد که توسط چندین تحقیق روی پرش‌کنندگان تأیید شد. البته افزایش تغییرپذیری الگوهای پا به‌طور طبیعی فقط زمانی که تکلیف تو در تو وجود نداشت، دیده شد.

زمانی که بازیکنان شروع به دویدن کردند، تغییرپذیری فاصله پا تا محوطه دروازه در همه شرایط دفاعی افزایش و در ادامه کاهش یافت. اینکه بازیکنان حمله‌کننده تغییرپذیری فاصله پا تا محوطه دروازه را کاهش می‌دهند، به این دلیل است که به دنبال تنظیم کردن گام‌هایشان با خط محوطه دروازه در پایان مرحله دویدن هستند که این نتایج با یافته‌های تحقیق مونتاین و همکاران (۲۰۰۰) همسوست. آنها دریافتند که مقدار تغییرپذیری ایجادشده هنگام دویدن با مقدار تنظیم مورد نیاز در گام‌های نهایی همراه است. اسکات، لی و دیویدز<sup>۱</sup> (۱۹۹۷) الگوی تغییرپذیری مشاهده‌شده در دویدن را منعکس‌کننده راهبرد کنترلی مورد استفاده می‌دانستند (۲۸)؛ که اگر این تفسیر صحیح باشد، باید راهبردهای کنترل متفاوتی بین شرایط حمله‌کننده بدون حضور دفاع در مقایسه با حضور دفاع مشاهده می‌شد. از طرف دیگر، در تحقیق ماراج و همکاران (۱۹۹۸) روی پرش سه‌گام در شرایطی که تأکیدی بر سرعت و دقت وجود نداشت، در مقایسه با شرایطی که بر سرعت یا دقت تأکید شد، مقدار تغییرپذیری پا تا هدف بیشتر بود. این یافته‌ها بیان می‌کند که قیود تکلیف، راهبردهای کنترلی را که فرد برای رسیدن به هدف یکسان استفاده می‌کند، تغییر می‌دهد. در بررسی نتایج تحقیق حاضر، تفاوت معناداری در تغییرپذیری فاصله پا تا محوطه دروازه در شرایط دفاعی مختلف وجود نداشت، ولی هرچه فاصله مدافع نسبت به مهاجم کمتر می‌شود و مهاجم بیشتر تحت فشار مدافع قرار می‌گیرد، تغییرپذیری فاصله پا افزایش می‌یابد و حتی الگوی تغییرپذیری متفاوت می‌شود. در شرایط عدم حضور دفاع، حضور دفاع دور و حضور دفاع نزدیک بین تماس دوم و چهارم تفاوت آماری معناداری مشاهده شد؛ ولی در شرایط حضور مدافع یارگیر بین تماس سوم و چهارم تفاوت آماری معنادار بود. این نتایج نشان می‌دهد که وقتی مهاجم تحت فشار دفاعی بیشتری قرار می‌گیرد، احتمالاً ترجیح می‌دهد تغییرپذیری را تا تماس آخر پیش از پرش افزایش دهد که مدافع نتواند به راحتی سرعت و مسیر حرکت وی را تشخیص دهد و ناگهان پس از تماس سوم به سرعت تغییرپذیری را کاهش می‌دهد تا در زمان و مکان مناسب بتواند پرتاب مؤثرتری داشته باشد. جالب این است که هرچه مدافع به مهاجم نزدیک‌تر می‌شود، میانگین تغییرپذیری فاصله پا تا محوطه دروازه افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده این است که وقتی عدم پایداری اتفاق می‌افتد، چگونه بازیکنان خود را با شرایط هماهنگ می‌کنند و الگوی کلی تغییرپذیری‌شان را افزایش می‌دهند.

یافته‌های تحقیق حاضر از این فرضیه حمایت می‌کنند که راهبردهای تنظیم بینایی در بازیکنان نخبه

---

1. Scott, Li & Davids



هندبال هنگام حرکت به سمت دروازه با توجه به حضور مدافع و انجام اعمال تو در تو یعنی دویدن، دریافت توپ، اجرای حرکت سه‌گام، و پرتاب به سمت دروازه، تغییر می‌کند. تفاوت در الگوهای حرکتی می‌تواند به زمینه‌های محیطی مختلف نسبت داده شود (۲۹، ۳۰). از نظر ادراکی، محیط اطراف می‌تواند روی ظرفیت مشاهده‌کننده‌ها برای قضاوت درباره‌ی ارتباط فضایشان با هدف تأثیر بگذارد (۳۱) و در نتیجه درک افراد از ویژگی‌های محیط اطرافشان روی اجرای مهارت‌های حرکتی تأثیر می‌گذارد. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که چگونه قیود مختلف می‌تواند برای تعیین ماهیت راهبردهای کنترل بینایی در رفتارهای نقطه‌یابی حرکتی به کار رود و چگونه بازیکنان حمله‌کننده در هندبال حرکاتشان را با توجه به قیود دفاعی و در فواصل مختلف تا لحظه‌ی جدا شدن از زمین برای پرتاب تنظیم می‌کنند. در تحقیق حاضر محدودیت‌هایی وجود داشت که می‌توان نبود انگیزه‌ی یکسان در بازیکنان برای اجرای آزمون به‌ویژه در بازیکنان مدافع و همچنین نبود دروازه‌بان هنگام اجرای آزمون را که به دلیل روش اجرا غیرممکن بود، نام برد. در نهایت پژوهشگران می‌توانند متغیرهای ادراکی مختلفی را هنگام اجرای حرکات تو در تو دستکاری کنند تا بفهمند که چگونه قیود مختلف می‌تواند راهبردهای کنترلی را در تکالیف نقطه‌یابی حرکتی، شکل دهد. مربیان نیز می‌توانند قیود تکلیف، محیط و فردی را دستکاری کنند تا رفتارهای حرکتی در مدت تمرینات هندبال را تسهیل کنند یا تحت فشار قرار دهند.

### تقدیر و تشکر

پژوهشگران مراتب سپاس خود را از مسئولان فدراسیون هندبال جمهوری اسلامی ایران برای انجام هماهنگی با بازیکنان و باشگاه‌های زیرمجموعه‌ی خود و همچنین مدیر عامل و مربیان باشگاه نیروی زمینی جمهوری اسلامی ایران برای در اختیار قرار دادن مکان و زمان مناسب به‌منظور اجرای آزمون‌ها و نیز ورزشکاران شرکت‌کننده در این پژوهش اعلام می‌دارند.

### منابع و مأخذ

1. Montagne G. Prospective control in sport. *International Journal of Sport Psychology* 2005;36(2):127-50.
2. Berg WP, Wade MG, Greer NL. Visual regulation of gait in bipedal locomotion: Revisiting Lee, Lishman, and Thomson (1982). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1994;20(4):854.

3. Panteli F, Smirniotou A, Theodorou A. Performance environment and nested task constraints influence long jump approach run: a preliminary study. *Journal of sports sciences*. 2016;34(12):1116-23.
4. Montagne G, Cornus S, Glize D, Quaine F, Laurent M. A perception-action coupling type of control in long jumping. *Journal of motor behavior*. 2000;32(1):37-43.
5. Lee DN, Lishman JR, Thomson JA. Regulation of gait in long jumping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1982;8(3):448.
6. Glize DaML. Controlling locomotion during the acceleration phase in sprinting and long jumping. *Journal of sports sciences* 1997;15(2):181-9.
7. Pinder RA, Davids K, Renshaw I, Araújo D. Manipulating informational constraints shapes movement reorganization in interceptive actions. *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2011;73(4):1242-54.
8. Renshaw I, Davids K. Nested task constraints shape continuous perception-action coupling control during human locomotor pointing. *Neuroscience Letters*. 2004;369(2):93-8.
9. Passos P, Araújo D, Davids K, Milho J, Gouveia L. Power law distributions in pattern dynamics of attacker-defender dyads in the team sport of Rugby Union: phenomena in a region of self-organized criticality? *Emergence: Complexity and Organization*. 2009;11(2):37.
10. Orth D, Davids K, Araujo D, Renshaw I, Passos P. Effects of a defender on run-up velocity and ball speed when crossing a football. *European journal of sport science*. 2014;14(sup1):S316-S23.
11. Fajen BR. Perceiving possibilities for action: On the necessity of calibration and perceptual learning for the visual guidance of action. *Perception*. 2005;34(6):717-40.
12. Renshaw I, Davids K. A comparison of locomotor pointing strategies in cricket bowling and long jumping. *International Journal of Sport Psychology*. 2006;37(1):38-57.
13. Rose DJ, Christina RW. A multilevel approach to the study of motor control and learning. 1997.
14. Davids KW, Button C, Bennett SJ. Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach: *Human Kinetics*; 2008.
15. de Rugy A, Taga G, Montagne G, Buekers M, Laurent M. Perception-action coupling model for human locomotor pointing. *Biological cybernetics*. 2002;87(2):141-50.
16. Davids K, Button C, Araújo D, Renshaw I, Hristovski R. Movement models from sports provide representative task constraints for studying adaptive behavior in human movement systems. *Adaptive behavior*. 2006;14(1):73-95.
17. McMorris T. *Acquisition and performance of sports skills*: John Wiley & Sons; 2014.
18. Fajen BR, Riley MA, Turvey MT. Information, affordances, and the control of action in sport. *International Journal of Sport Psychology*. 2009;40(1):79.
19. Weast JA, Shockley K, Riley MA. The influence of athletic experience and kinematic information on skill-relevant affordance perception. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2011;64(4):689-706.
20. Amirtash AM. *Team handball(1)*: Samt publication; 2012.

21. Swann C, Moran A, Piggott D. Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychology of Sport and Exercise*. 2015;16:3-14.
22. Alizadeh H, Alam, SH., and Monazami, M. The Comparison of Four Top Youth National Teams Technical and Tactical Factors with Iran Youth National Team in 2011 Greek World Cup. *Journal of Management and Organizational Behavior in Sport*. 2012;1(1):1-11.
23. Tahmasebi S, Shahbazi, M. and Pour soltani, H. Application of SPSS in Physical Education and Sport Sciences. 1, editor2008.
24. Bradshaw EJWS. The effects of target length on the visual control of step length for hard and soft impacts. *Journal of Applied Biomechanics*. 2002;18(1):57-73.
25. Plamondon R, Alimi AM. Speed/accuracy trade-offs in target-directed movements. *Behavioral and brain sciences*. 1997;20(2):279-303.
26. Andersen TB, Dörge HC. The influence of speed of approach and accuracy constraint on the maximal speed of the ball in soccer kicking. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2011;21(1):79-84.
27. Maraj B, Allard F, Elliott D. The effect of nonregulatory stimuli on the triple jump approach run. *Research quarterly for exercise and sport*. 1998;69(2):129-35.
28. Scott MA, Li F-X, Davids K. Expertise and the regulation of gait in the approach phase of the long jump. *Journal of sports sciences*. 1997;15(6):597-605.
29. Witt JK, Stefanucci JK, Riener CR, Proffitt DR. Seeing beyond the target: Environmental context affects distance perception. *Perception*. 2007;36(12):1752-68.
30. Lappin JS, Shelton AL, Rieser JJ. Environmental context influences visually perceived distance. *Attention, Perception, & Psychophysics*. 2006;68(4):571-81.
31. Iosa M, Fusco A, Morone G, Paolucci S. Walking there: environmental influence on walking-distance estimation. *Behavioural brain research*. 2012;226(1):124-32.

## Effect of constraints of defense on locomotors pointing behaviors in elite handball player

Mohammad Ali Esmailzadeh<sup>1</sup> – Mehdi Shahbazi\*<sup>2</sup> – Ali Akbar Jaberimoghaddam<sup>3</sup>- Shahzad Tahmasebi Boroujeni<sup>4</sup> – Elham Shirzad Araqi<sup>5</sup>

1. Assistant professor, Department of physical education and sport sciences, Islamic Azad University Innovation and Technological Pardis Branch , Tehran, Iran2. Professor, Department of motor control and learning, Faculty of physical education and sport sciences, University of Tehran, Tehran, Iran3. Assistant professor, Department of motor control and learning, Faculty of physical education and sport sciences, University of Tehran, Tehran, Iran4. Associate professor, Department of motor control and learning, Faculty of physical education and sport sciences, University of Tehran, Tehran, Iran5. Assistant professor, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of physical education and sport sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received: 2017/09/03; Accepted: 2018/05/21)

### Abstract

Behavioral studies in team sports are typically constrained by dynamic factors, such as positioning of defenders for interception. Handball player have to coordinate their steps when running to throw a ball on goal from a different positions. In this study were analyzed the movement patterns during locomotors pointing, throwing velocity and accuracy of 12 succesful elite handball players under defensive constraints (defender- absent, defender-far, defender-near, or defender pairing). It was captured data from the locomotors patterns of the attacking participant by speed camera with 120Hz, throwing speed by sports radar gun and throwing accuracy by camera. ANOVA with repeated measures and Bonferroni post hoc test and Friedman test was used to analyze effects of these constraints on gait and throwing parameters. In addition to Pearson and Spearman correlation coefficient test was used to analyze speed-accuracy trade off ( $P < 0.05$ ). The results revealed significant differences in overall mean movement velocity, first and second step mean velocity, first and second step mean length. For the mean foot/gate area distance variability was shown pattern of ascending/descending variability in all defense conditions. Since regulation of offensive players was continuous and based on perception of current and required behaviors, results supported from perception-action coupling and prospective control models of

\* Corresponding Author: Email:shahbazimedi@ut.ac.ir ; Tel: +989122096299

locomotors pointing. Also it is suggested that the technical aspects of the running and throwing in handball can affect by nested tasks constraints.

**Key words**

Affordance, Ecological constraints, Handball, Locomotors pointing, Perception-Action coupling.