



تأثیر تغییر تکنیک استارت دوی سرعت بر مؤلفه‌های سینتیکی منتخب اولین گام بعد از استارت و زمان ۵ و ۱۰ متر

حسن هاشمی^{۱*}، شهرام لنجان‌نژادیان^۲

۱. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی

۲. استادیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه اصفهان

دریافت ۱۵ آبان ۱۳۹۳؛ پذیرش ۵ بهمن ۱۳۹۳

چکیده

زمینه و هدف: در تکنیک‌های مختلف استارت دامنه‌ی حرکتی مفاصل و بازوی اهرم عضلات تغییر می‌کند که این عوامل ممکن است در مؤلفه‌های بیومکانیکی استارت و گام‌های بعد از استارت و رکورد مرحله شتاب‌گیری تأثیرگذار باشند. بررسی اثر سه تکنیک بلند، متوسط و کوتاه استارت دوی سرعت بر مؤلفه‌های سینتیکی مرحله تماس پا با زمین در اولین گام بعد از استارت و زمان مرحله شتاب‌گیری. روش بررسی: ۶ دانشجوی پسر تربیت‌بدنی که به تازگی واحد دو و میدانی را گذرانده بودند، به‌عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. اطلاعات سینتیکی اولین گام بعد از استارت و رکوردهای ۵ و ۱۰ متر به ترتیب با کمک یک فوت اسکن و یک دوربین فیلم‌برداری جمع‌آوری شد. سپس اطلاعات فوت اسکن استخراج و پردازش‌های لازم روی آن‌ها انجام شد. یافته‌ها: بین نمودار نیروی عمودی، حداکثر نیروی عمودی و ضربه عمودی در هر سه تکنیک تفاوت معنادار وجود دارد. همچنین زمان ۵ و ۱۰ متر در استارت بلند، در مقایسه با استارت متوسط و استارت کوتاه، افزایشی معنادار داشت. نتیجه‌گیری: آزمودنی‌ها در استارت بلند پای عقب را با نیروی کمتری بر زمین می‌گذاشتند و همچنین ضربه کمتر در مرحله تماس پا با زمین استارت بلند نشان‌دهنده تغییر سرعت کمتر است. همچنین بیشتر بودن نیروهای عمودی تماس در اولین گام بعد از استارت نشان‌دهنده بهره‌گیری بهتر آزمودنی‌ها از استارت کوتاه است و در نهایت بهتر شدن رکورد ۵ و ۱۰ متر در استارت کوتاه حاکی از برتری آن نسبت به دو تکنیک دیگر در این تحقیق است.

واژگان کلیدی

استارت، دوی سرعت

فوت اسکن

رکورد ۵ و ۱۰ متر

مقدمه

استارت دوی سرعت (فاصله‌ی زمانی بین شروع اعمال محرک و جدا شدن هر دو پا از تخته‌ی استارت) از مهارت‌های کلیدی در بسیاری از رشته‌های دو و میدانی است؛ زیرا سرعت و شتاب دونده در استارت دوی سرعت عاملی مهم در شتاب و سرعت دونده در کل مسیر است.

براساس معادله ۱، سرعت هر لحظه وابسته به سرعت لحظه پیشین خود و در نهایت وابسته به سرعت اولیه یا همان سرعت استارت در دوی سرعت است.

$$v_i = a\Delta t + v_{i-1} \quad \text{معادله ۱}$$

معادله ۱ v_i سرعت لحظه i ، a شتاب، Δt فاصله زمانی بین لحظه‌های i و $i-1$ ، v_{i-1} سرعت لحظه $i-1$ است.

استارت دوی سرعت یک عملکرد پیچیده مکانیکی است که نیاز به تولید نیروی افقی زیاد در مدت زمان کم دارد. محققان تکنیک‌های مختلفی از قبیل استارت ایستاده، استارت نیم‌خیز، استارت سه نقطه و در نهایت استارت نشسته (استارتی که ورزشکار در زمان استارت در حالت نشسته است و هر دو دست و پای ورزشکار در تماس با زمین است) را برای استارت دوی سرعت معرفی کرده‌اند (دلایلا^۱، ۲۰۱۱). وقتی ورزشکاران نخبه از استارت نشسته استفاده می‌کنند زمان کل دوی سرعت ۵۰ متر حدود ۰/۰۳ ثانیه کاهش یافته است (گاگن^۲، ۱۹۷۸). در واقع این استارت یکی از پرکاربردترین انواع استارت است؛ زیرا در مقایسه با دیگر تکنیک‌های استارت باعث افزایش سرعت مرکز ثقل بدن و کاهش زمان حرکت می‌شود (دلایلا، ۲۰۱۱). محققان استارت نشسته را براساس فاصله‌ی بین پای جلو و پای عقب به سه نوع تقسیم کرده‌اند شامل: استارت کوتاه (کمتر از ۳۰ سانتی‌متر)، استارت متوسط (۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) و استارت بلند (بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر) است (برسنهان^۳، ۱۹۵۶).

افزایش بیشتر انرژی جنبشی نسبت به فاز آماده باش یا انجام کار بیشتر در مرحله استارت باعث سرعت بیشتر ترک بلوک می‌شود. کار انجام شده در مرحله استارت وابستگی زیادی به نوع استارت دارد و تغییر تکنیک استارت در دو ۱۰۰ متر ممکن است بر پارامترهای بیومکانیکی استارت و اولین گام بعد از استارت تأثیرگذار باشد. تحقیقات انجام شده

در این زمینه نتیجه یکسانی نداشته‌اند؛ اسچت^۴ و همکاران در سال ۱۹۹۲ به این نتیجه دست یافتند که موقعیت استارت بلند باعث جابه‌جایی افقی بیشتر، ضربه و پرواز بیشتر، افزایش سرعت اولین قدم و سرعت متوسط مرکز ثقل بیشتر می‌شود (اسچت و کناتزن^۵، ۱۹۹۲). هنری^۶ در سال ۱۹۹۲ مدت زمان اعمال نیروی بهینه‌تر و سرعت جدایی بیشتر از تخته استارت و سرعت افقی بیشتر را در استارت کوتاه به دست آورد (هنری، ۱۹۹۲). بزودیس^۷ و همکارانش در سال ۲۰۱۰ و شینوهارا^۸ و میدا^۹ در سال ۲۰۱۱ به این نتیجه رسیدند که با افزایش فاصله‌ی بین دو پا از حالت دوپا موازی، سرعت جدا شدن از تخته افزایش می‌یابد و بهترین فاصله برای استارت ۲۶ سانتی‌متر است (بزودیس، ۲۰۱۰؛ شینوهارا و میدا، ۲۰۱۱).

علاوه بر یک استارت مؤثر و سریع، حفظ و افزایش این سرعت در مرحله شتاب‌گیری از اهمیت بالایی برخوردار است که این مسأله به حرکات، مخصوصاً گام‌های مرحله‌ی شتاب‌گیری بستگی دارد. هم چنین گه و همکارانش (۲۰۰۹) در یافتند که فعالیت عضلانی و اعمال نیرو در فاز استارت بر فعالیت عضلانی و اعمال نیرو دو گام بعد از استارت مثر است (گه و پیارس^{۱۰}، ۲۰۰۹). نیروی اعمال شده در اولین گام‌های بعد از استارت از عوامل مهم و حائز اهمیت در مرحله شتاب‌گیری است که بررسی و مقایسه آن‌ها در استارت‌های مختلف اطلاعات مفیدی را به دست می‌دهد. فراتر از آن بررسی زمان‌های ۵ و ۱۰ متر، به‌عنوان برآوردی از رکورد ۱۰۰ متر (براگمن^{۱۱} و گلا^{۱۲}، ۱۹۹۰؛ مراوس^{۱۳}، ۱۹۸۸)، در کنار این نیروها می‌تواند در رسیدن به یک نتیجه دقیق‌تر به ما کمک کند؛ که این مسائل در تحقیقات گذشته مشاهده نشده است.

بنابراین هدف این پژوهش بررسی اثر سه نوع تکنیک مختلف بلند، متوسط و کوتاه در استارت دو سرعت بر مؤلفه‌های سینتیکی منتخب اولین گام بعد از استارت و زمان ۵ و ۱۰ متر بود.

4. Schot
5. Knutzen
6. Henry
7. Bezodis
8. Shinohara
9. Maeda
10. Peharec
11. Bruggemann
12. Glad
13. Moravec

1. Delalila
2. Gagnon
3. Bresnahan

روش‌شناسی پژوهش

در تحلیل داده‌های فوت اسکن (footscan® 0,53m / 300Hz plate, company RSscan International Footscan 7 gait با کمک نرم‌افزار (41.8×57.8 cm (ساخت همان شرکت) ابتدا شناسایی‌های خودکار قسمت‌های پا توسط نرم‌افزار بررسی و مواردی که نیاز به اصلاح داشتند، اصلاح شدند. سپس متغیرهای میانگین نیروی عمودی، مسافت میانی- جانبی، مرکز فشار، سهم فشار میانه و جلوی پا، زمان تماس، حداکثر نیروی عمودی، زمان حداکثر نیرو، نرخ بارگذاری تا اوج نیرو، ضربه عمودی، سطح تماس فعال و زمان ۵ و ۱۰ متر، برای هر دو کوشش برگزیده آزمودنی‌ها استخراج و از آن‌ها میانگین گرفته شد. این متغیرها نسبت به وزن آزمودنی‌ها نرمال‌سازی شدند. در مرحله بعد برای فراهم کردن امکان مقایسه و از بین بردن اثر زمانی، زمان هر کوشش نرمال و مقادیر متغیرها در زمان نرمال شده درون‌یابی شد. درون‌یابی به روش اسپلاین^۱ صورت گرفت. داده‌های مربوط به سرعت متوسط دویدن و زمان ۵ و ۱۰ متر با کمک نرم‌افزار تهیه شده توسط پژوهشگر در محیط نرم‌افزار MATLAB 2013 بدست آمد.

$$T = (nf_f - nf_i) / 30 \quad \text{معادله ۲}$$

که در معادله ۲، T زمان ۵ یا ۱۰ متر، nf_f شماره فریم مربوط به لحظه عبور از ۵ یا ۱۰ متر، nf_i شماره فریم مربوط به لحظه شروع حرکت استارت است. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کالموگرو اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. برای آزمون اختلاف بین سهم سطح تماس و فشار دو بخش جلو و میان پا از آزمون t وابسته استفاده شد. سپس آنالیز واریانس یک طرفه با اندازه-گیری مکرر در سطح معناداری ۰/۰۵ برای آزمون فرضیه‌ی اثر تغییر تکنیک برای هر یک از متغیرهای وابسته استفاده شد. برای تعیین تفاوت شاخص‌ها بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. در نهایت برای تشخیص رابطه بعضی فاکتورها با رکوردهای ۵ و ۱۰ متر همبستگی گشتاوری پیرسون بکار برده شد.

۶ دانشجوی پسر تربیت‌بدنی (میانگین سن $20 \pm 1/2$ سال، میانگین قد $174 \pm 8/8$ سانتی‌متر و میانگین جرم $64 \pm 6/7$ کیلوگرم) که به تازگی واحد دو و میدانی را گذرانده بودند، به‌عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. ابتدا سه نوع استارت، به‌صورت صحیح، برای آزمودنی‌ها مرور شد و توضیحات کافی به آن‌ها داده شد. سپس فرم رضایت‌نامه توسط هر آزمودنی تکمیل گردید و وزن، قد و طول اندام آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. در این تحقیق به‌منظور راحتی شرکت‌کنندگان و به حداقل رساندن مداخله از هیچ‌گونه مارکری روی بدن شرکت‌کنندگان استفاده نشد. قبل از انجام تست به آزمودنی‌ها فرصت دلخواه برای گرم کردن و تمرین داده شد. آزمون در پیست دو و میدانی ماسه‌ای انجام شد.

فوت اسکن به فاصله ۳۰ سانتی‌متری از خط استارت داخل زمین پیست جاگذاری شد تا هم سطح پیست باشد، به نحوی که حدوداً از ۳۰ تا ۹۰ سانتی‌متر بعد از خط استارت را پوشش دهد، و با وزن آزمودنی‌ها کالیبره شد. دوربین در سمت راست و به فاصله ۱۴ متری از مسیر انجام فعالیت، عمود بر مسیر و هم سطح بدن ورزشکاران روی سه پایه جاگذاری شده بود. میدان دید تصویر نیز به‌نحوی انتخاب شد که کل بدن شرکت‌کننده در کل مسیر فعالیت تا ۱۵ متر بعد از استارت به وضوح قابل رؤیت باشد و فواصل ۱۰ و ۱۵ متر به نحوی که در دوربین مشخص باشد علامت‌گذاری شد. تخته استارت عقب تر از خط استارت به زمین محکم شد و فقط بلوک‌ها قابلیت جابه‌جایی داشتند.

همه آزمودنی‌ها ترجیح دادند پای چپ خود را جلو قرار دهند و با پای راست استارت بزنند. از زمان اعلام آمادگی آزمودنی و قرار گرفتن پشت خط شروع روی تخته استارت، فیلم‌برداری و جمع‌آوری داده‌های فوت اسکن آغاز و تا آخرین لحظه عبور از ۲۰ متر به‌صورت بی‌وقفه ادامه می‌یافت. هر یک از آزمودنی‌ها در سه آزمون شرکت کردند. در هر آزمون یکی از تکنیک‌ها (کوتاه، بلند و متوسط) با سرعت بیشینه اجرا می‌شد. آزمون‌ها با فاصله‌ی استراحتی سه دقیقه بین هر تکرار و بیست دقیقه بین هر آزمون تا زمانی تکرار می‌شدند که حداقل سه اجرای درست ثبت شود؛ و داده‌های دو کوشش از بهترین اجرای آزمودنی‌ها، هم از نظر تکنیک و هم رکورد، برای محاسبه‌ی متغیرها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

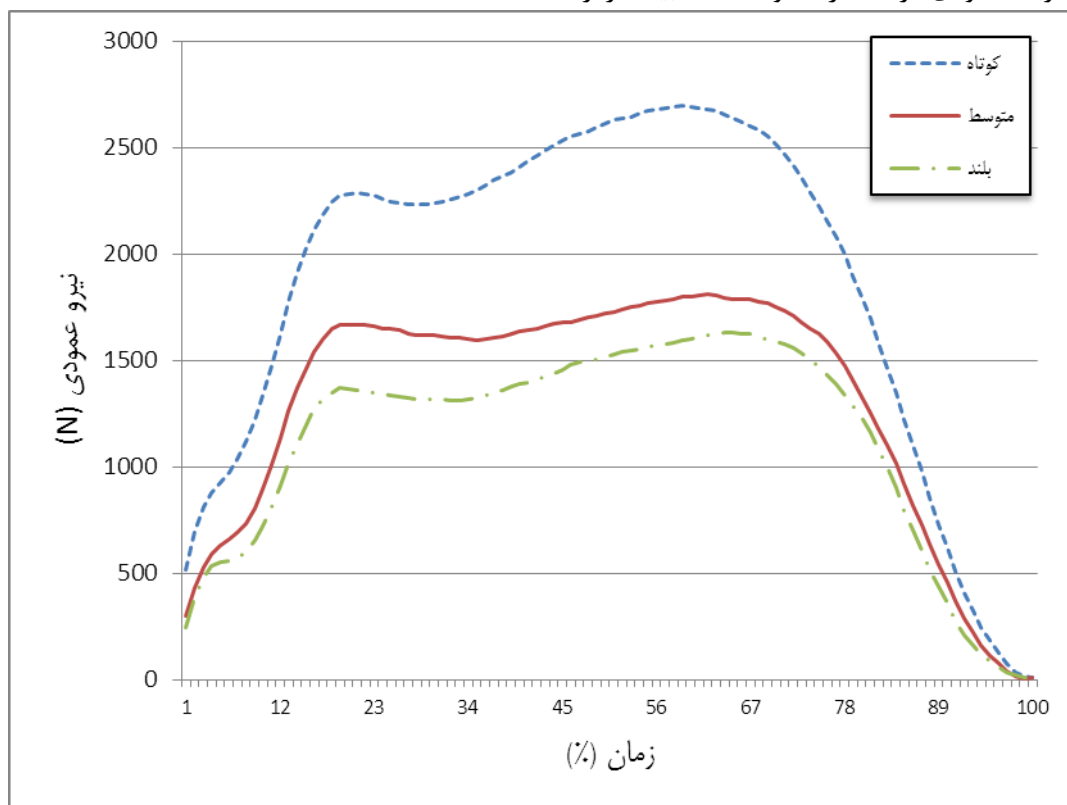
نتایج آماری نشان داد که با تغییر تکنیک استارت، مقدار میانگین نیروی عمودی ($p=0/019$)، حداکثر نیرو عمودی ($p=0/020$)، ضربه عمودی ($p=0/012$)، زمان ۵ متر ($p=0/046$) و زمان ۱۰ متر ($p=0/030$) تغییر کردند و علاوه بر این، همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود مسافت طی شده در راستای میانی-جانبی مرکز فشار ($p=0/111$)، زمان تماس ($p=0/600$) و زمان حداکثر نیرو ($p=0/729$) نرخ بارگذاری ($p=0/275$) و سطح تماس فعال ($p=0/439$) با تغییر تکنیک، تغییر معناداری نکردند (جدول ۱). شکل ۱ میانگین نمودار نیروی عمودی در طول اتصال پا با زمین را برای سه تکنیک کوتاه، متوسط و بلند نشان می‌دهد.

طبق نتایج از مون تعقیبی LSD میانگین نیروی عمودی در استارت کوتاه ۴۳٪ بیشتر از استارت متوسط و ۶۶٪ بیشتر از استارت بلند است و همچنین میانگین نیروی عمودی استارت متوسط ۱۶٪ بیشتر از استارت بلند می‌باشد. میانگین حداکثر نیروی عمودی در استارت کوتاه ۴۶٪ بیشتر از استارت متوسط و ۱۰۰٪ بیشتر از استارت بلند است. میانگین ضربه عمودی در استارت کوتاه ۶۶٪ بیشتر از

استارت متوسط و ۱۳۵٪ بیشتر از استارت بلند است. میانگین زمان ۵ متر در استارت بلند ۸٪ بیشتر از استارت متوسط و کوتاه است. میانگین زمان ۱۰ متر در استارت بلند ۹٪ بیشتر از استارت متوسط و ۱۵٪ بیشتر از استارت کوتاه است.

شکل ۲ میانگین نیروی عمودی، حداکثر نیروی عمودی، ضربه و زمان ۵ و ۱۰ متر در سه تکنیک استارت کوتاه، متوسط و بلند نشان می‌دهد.

جدول ۲ همبستگی بین فاکتورهای زمان تماس، حداکثر نیروی عمودی، میانگین نیروی عمودی، نرخ بارگذاری، ضربه عمودی، سهم فشار میانه و جلوی پا، را با رکوردهای ۵ و ۱۰ متر نشان می‌دهد (سطح معناداری ۰/۰۵). اکثر فاکتورها دارای همبستگی بالایی با زمان‌ها هستند. همبستگی منفی این فاکتورها با رکوردها، نشان از بهبود رکورد با افزایش این فاکتورهاست ولی این رابطه در مورد سهم فشار جلوی پا مثبت می‌باشد که با کاهش سهم فشار جلوی پا رکوردها بهبود پیدا می‌کنند.

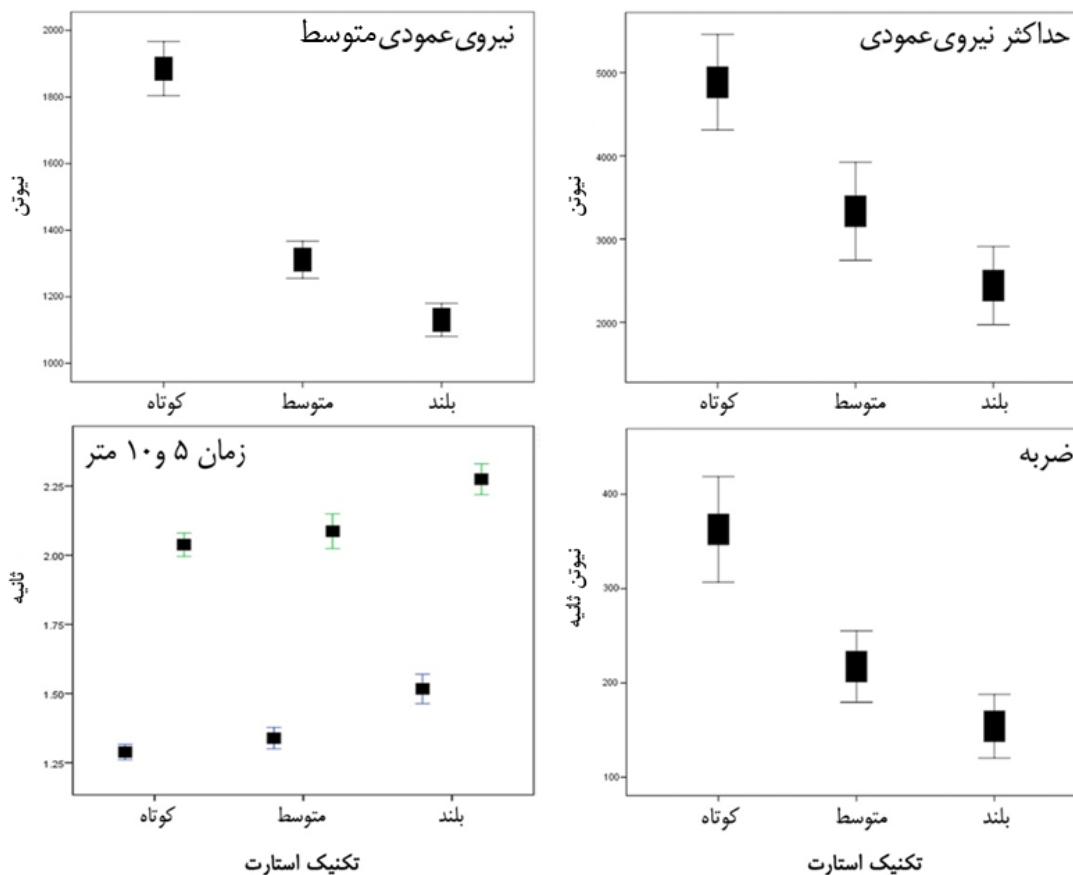


شکل ۱: میانگین نمودار نیروی عمودی در طول اتصال پا با زمین

جدول ۱: مقادیر پارامترهای بیومکانیکی منتخب در سه نوع استارت

متغیرها	واحد	کوتاه	متوسط	بلند	معناداری
میانگین نیروی عمودی	N	۱۹۰۴/۳±۵۲۹/۲	۱۳۲۴/۶±۴۶۲/۸	۱۱۴۱/۹±۲۳۶/۵	۰/۰۱۹*
مسافت طی شده میانی-جانبی مرکز فشار	mm	۴۲/۱±۷/۱	۵۱/۷±۱۲/۲	۵۴/۶±۱۰/۲	۰/۱۱۱
سهم فشار میانه پا	%	۱۱/۶±۴/۲	۱۰/۲±۵/۰	۹/۱±۴/۱	۰/۶۳۱
سهم فشار جلوی پا	%	۸۸/۴±۴/۲	۸۹/۸±۵/۰	۹۰/۹±۴/۱	۰/۶۳۱
زمان تماس	ms	۲۲۸/۳±۲۸/۲	۲۲۱/۰±۱۷/۲	۲۱۵/۸±۱۵/۶	۰/۶۰۰
حداکثر نیروی عمودی	N	۲۴۴۲/۱±۷۰۳/۳	۱۶۶۶/۵±۷۲۲/۵	۱۲۲۰/۳±۵۷۶/۲	۰/۰۲۰*
زمان حداکثر نیرو	ms	۸۶/۷±۴۲/۴	۱۰۸/۴±۴۸/۴	۹۰/۳±۵۸/۳	۰/۷۲۹
نرخ بارگذاری تا اوج نیرو	N/ms	۳۱/۷±۱۰/۸	۲۴/۱±۱۸/۳	۱۷/۸±۱۲/۹	۰/۲۷۵
ضربه عمودی	Ns	۳۶۲/۷±۱۳۷/۴	۲۱۷/۳±۹۲/۹	۱۵۴/۱±۸۲/۹	۰/۰۱۲*
سطح تماس فعال	cm ²	۸۷/۲±۸/۱۳	۸۶/۷±۱۱/۳۱	۸۰/۲±۱۱/۱۳	۰/۴۳۹
زمان ۵ متر	s	۱/۲۹±۰/۰۷	۱/۳۴±۰/۰۹	۱/۴۳±۰/۱۰	۰/۰۴۶*
زمان ۱۰ متر	s	۲/۰۴±۰/۱۰	۲/۰۹±۰/۱۵	۲/۲۶±۰/۱۴	۰/۰۳۰*

* سطح معناداری ۰/۰۵



شکل ۲: حداکثر نیروی عمودی، نیروی عمودی متوسط، ضربه و زمان ۵ و ۱۰ متر در سه تکنیک استارت (میانگین ± یک انحراف استاندارد)

جدول ۲: همبستگی بین فاکتورهای بیومکانیکی و رکوردهای ۵ و ۱۰ متر

زمان تماس	حداکثر نیرو عمودی	میانگین عمودی متوسط	نرخ بار گذاری	ضربه عمودی	سهم فشار میانه‌ی پا	سهم فشار جلوی پا
زمان ۵ متر	-۰/۷۸	-۰/۶۹	-۰/۷۶	-۰/۷۳	-۰/۸۳	۰/۸۳
زمان ۱۰ متر	-۰/۹۴	-۰/۸۹	-۰/۹۳	-۰/۹۲	-۰/۹۷	۰/۹۷

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی اثر تغییر تکنیک استارت دو سرعت بر مقادیر نیروی عمودی و حرکت مرکز فشار در صفحه، سهم فشار میانه پا و جلوی پا، زمان تماس، حداکثر نیروی عمودی، زمان حداکثر نیروی عمودی، نرخ بارگذاری، ضربه و سطح تماس فعال پا در اولین گام بعد از استارت و رکورد ۵ و ۱۰ متر بود. با نگاهی به تحقیقات پیشین، تاکنون محققان اندکی به بررسی این متغیرها در استارت‌های متفاوت پرداخته‌اند؛ اکثر تحقیقات صرفاً فاکتورهای بیومکانیکی را گزارش داده‌اند و بعضی از آن‌ها نیز این فاکتورها را در بین گروه‌های مختلف مقایسه کردند.

طبق یافته‌های تحقیق حاضر، بین میانگین نیروی عمودی بر حسب زمان این سه نوع استارت تفاوت معناداری دیده شد؛ که این مقدار به صورت میانگین در استارت کوتاه بیشتر از دو استارت دیگر است که حاکی از اعمال نیروی عمودی بیشتر در اولین گام بعد از استارت در استارت کوتاه است؛ همان گونه که در مورد مقایسه حداکثر نیروهای عمودی قابل مشاهده است. چون در این تحقیق نیروهای افقی اندازه‌گیری نشد، نمی‌توان نتیجه‌گیری مطمئنی برای انتخاب بهترین نوع استارت گرفت؛ ولی همبستگی بین رکورد ۵ و ۱۰ متر و میانگین نیروی عمودی همبستگی معکوس بالایی است، یعنی با افزایش نیروی عمودی اولین گام بعد از استارت رکورد بهبود پیدا می‌کند و می‌توان نتیجه گرفت که افزایش نیروی عمودی فاکتوری مؤثر و مفید است. از مقایسه مسافت طی شده میانی-جانبی مرکز فشار بر حسب زمان این نتیجه به دست می‌آید که بین نمودارهای سه نوع استارت اختلاف معناداری دیده نشد. با توجه به جدول ۱ مسافت طی شده میانی-جانبی مرکز فشار به ترتیب در استارت بلند سپس در استارت متوسط و در آخر در استارت کوتاه بیشتر می‌باشد؛ چون این مقدار نشانه انحراف مرکز فشار و سوپینیشن یا پرونیشن پا است می‌توان

نتیجه گرفت که در استارت بلند مرکز فشار پا انحراف بیشتری داشته و طبیعتاً تعادل کمتر بوده است. عدم وجود اختلاف معنادار در بین سهم فشار میانه و جلوی پا نیز از نتایج دیگر این تحقیق است؛ که نشان می‌دهد با تغییر نوع استارت تغییری در سهم فشار جلو و میانه پا صورت نمی‌گیرد. با نگاهی به جدول ۱ مشاهده می‌شود که با افزایش سهم فشار میان پا رکورد ۵ و ۱۰ متر کاهش می‌یابد یا به عبارت بهبود پیدا می‌کند، طبیعتاً این افزایش معادل کاهش سهم فشار جلو پا است؛ یعنی با کاهش سهم فشار جلوی پا رکورد ۵ و ۱۰ بهبود پیدا می‌کند. البته قابل ذکر است که این کاهش باید محدوده و حد بهینه‌ای داشته باشد که برای دستیابی به آن باید تحقیقات بیشتری انجام شود.

سطح تماس فعال در سه نوع استارت بدون اختلاف معنادار باقی ماند (جدول ۱) که نشان می‌دهد دوندگان در اولین گام بعد از استارت در هر سه نوع استارت از سطح تماس تقریباً یکسانی استفاده کرده‌اند. این موضوع عامل مؤثری در ثابت ماندن سهم فشار نواحی پا است. با توجه به اختلاف معنادار بین نیروهای عمودی و عدم اختلاف معنادار در سهم سطح‌ها نتیجه حاصل اختلاف معنادار بین فشارها در طول اولین تماس پا با زمین در سه نوع استارت است. مدت زمان تماس و زمان حداکثر نیرو نیز در سه نوع استارت اختلاف معناداری نداشت (جدول ۱) یا به عبارت دیگر با تغییر نوع استارت، مدت زمان تماس اولین گام بعد از استارت و زمان اعمال حداکثر نیروی عمودی تماس تغییر معناداری نمی‌کند. ثابت ماندن زمان اعمال حداکثر نیروی عمودی نشان می‌دهد آزمودنی‌ها از الگوهای اعمال نیروی مشابهی در سه نوع استارت استفاده کرده‌اند. نتایج حاصل از همبستگی مدت زمان تماس اولین گام بیان‌کننده این مسأله است که با افزایش مدت زمان تماس اولین گام رکورد ۵ و ۱۰ متر بهبود پیدا می‌کند (جدول ۱) که احتمالاً مربوط به افزایش ضربه می‌باشد. البته باید در نظر داشت که این

ورزشکاران بدون دغدغه آسیب و با آزادی می‌توانند تکنیک بهینه خود را انتخاب کنند.

مهم‌ترین نتیجه تحقیق مربوط به اختلاف معنادار بین رکوردهای ۵ و ۱۰ متر می‌باشد که این رکوردها برای استارت کوتاه بهتر از دو استارت دیگر و در استارت متوسط بهتر از استارت بلند است. که حاکی از برتری استارت کوتاه در این تحقیق است. که این یافته با نتایج تحقیقات هنری (۱۹۹۲)، بزودیس و همکارانش (۲۰۱۰) و شینوهارا و میدا (۲۰۱۱) همخوانی دارد ولی با نتایج اسچت و همکاران (۱۹۹۲) اختلاف دارد که این موضوع احتمالاً مربوط به تعریف متغیر سرعت متوسط است که در تحقیق حاضر رکوردهای ۵ و ۱۰ متر مدنظر بود ولی در تحقیق اسچت سرعت ۲ متر ملاک تعیین برتری استارت می‌باشد.

با توجه به نتایج پژوهش می‌توان گفت که اعمال نیروی عمودی و ضربه عمودی بیشتر در اولین گام بعد از استارت از فاکتورهای مؤثر و مفید در رکورد مرحله شتاب‌گیری هستند که در پژوهش حاضر استارت کوتاه این شرایط را فراهم می‌کند.

پیشنهاد می‌شود تحقیق حاضر با ابزار بیشتر و دقیق‌تر همزمان با سینماتیک حرکت و با تعداد آزمودنی‌های بیشتر در سطح‌های مختلف تکرار شود تا نتایج دقیق‌تر و کامل‌تری به‌دست آید.

افزایش حد بهینه‌ای دارد که دستیابی به آن نیاز به پژوهش‌های بیشتری دارد.

با توجه به نتایج مشاهده شد که ضربه عمودی اولین گام بعد از استارت در سه نوع استارت به‌طور معنادار متفاوت است. مقدار ضربه عمودی برای استارت کوتاه بیشتر از دو استارت دیگر و در استارت متوسط بیشتر از استارت بلند است که با توجه به میانگین بیشتر نیروی عمودی در استارت کوتاه و زمان تماس تقریباً برابر این نتیجه دور از انتظار نیست. این نتیجه نشان‌دهنده تغییر سرعت عمودی بیشتر مرکز ثقل بدن آزمودنی‌ها در طول مرحله اتصال با زمین اولین گام بعد از استارت است؛ که این موضوع هم می‌تواند مربوط به سرعت عمودی بیشتر بدن قبل از برخورد با زمین یا سرعت عمودی بیشتر بدن در کنده شدن از زمین باشد که برای مشخص شدن آن باید تحقیقات دقیق‌تر با ابزار پیشرفته‌تری انجام گیرد.

عدم وجود اختلاف معنادار بین نرخ بارگذاری در سه نوع استارت نشان می‌دهد با تغییر نوع استارت تغییری در نرخ بارگذاری در مرحله تماس با زمین اولین گام بعد از استارت صورت نمی‌گیرد. با توجه به این که نرخ بارگذاری عاملی مؤثر در ایجاد آسیب در ورزشکاران است، معنادار نشدن اختلاف این متغیر در سه نوع استارت به این معناست که با تغییر نوع استارت احتمال آسیب تغییری نمی‌کند و مریبان و

References

- Bezodis, N. E., Salo, A. T., Trewarth, G. (2010). Choice of Sprint Start Performance Measure Affects the Performance-Based Ranking Within a Group of Sprinters: Which is the Most Appropriate Measure. *Journal of Biomechanics*, 9(4), 258-269.
- Bresnahan, G. T. (1956). *Track and field athletics*: Mosby.
- Bruggemann, G., & Glad, B. (1990). Time analysis of the sprint events. Scientific Research Project at the Games of the XXXIV Olympiad Seoul 1988. IAAF, Supplement.
- Čoh, M., Peharec, S., Bačič, P., & Kampmiller, T. (2009). Dynamic factors and electromyographic activity in a sprint start. *BIOLOGY OF SPORT*, 26(2), 137-147.
- Delalila, A. (2011). *Spring Patterns in Youngth Initiating from Two Different Type of Starst*. Graduate School Appalachian State University.
- Gagnon, M. A. (1978). Kinetic Analysis of the Kneeling and the Standing Starts of Female Sprinters of Different Ability. In E Asmussen, and K. Jorgensen.
- Henry, F. M. (1992). standing sprint start: A fad of the past or a diamond in the rough? . *Scholastic Coach*, 62, 27-29.
- Moravec, P., Ruzicka, J., Susanka, P., Dostal, E., Kodejs, M., & Nosek, M. (1988). Time analysis of the 100 meters events at the II World Championships in Athletics. *New studies in Athletics*, 3(3), 61-96.
- Schot, P. K., & Knutzen, K. M. (1992). A biomechanical analysis of four sprint start positions. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(2), 137-147.
- Shinohara, Y., & Maeda, M. (2011). Relation between block spacing and forces applied to starting blocks by a sprinter. *Procedia Engineering*, 13, 154-160.