حرکت
شمارهٔ ۸ ــ تابستان ۱۳۸۰
ص ص : ۸۲ ــ ۵۹

تحلیل و اندازه‌گیری بیومکانیکی عوامل منتخب (نیروی عضلات، نیروی عکس‌العمل زمین، کار و توان مصرفی) در مرحلهٔ جهش پرش‌کنندگان طول نخبهٔ کشور (مردان) به روش غیرمستقیم

دکتر مرتضی شهبازی مقدم ــ فاطمه معصومی مفرد
دانشیار دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه تهران ـ کارشناس ارشد دانشگاه تهران

چکیده

هدف از این تحقیق، ارائهٔ مدل ریاضی است که بتواند با اندازه‌گیری آنتروپومتریکی و اطلاعات استخراج شده از فیلم ویدیوئی اجرای ورزشکاران، میزان نیروی عضلات، نیروی عکس‌العمل زمین، کار و توان مصرف ورزشکار در مراحل جهش (تماس یا با زمین «T.D[1]» یا حداکثر فلکشن زانو «MKF[2]» جدا شدن از زمین «T.O[3]» پرش طول را محاسبه کند. اندازه‌گیری آنتروپومتریکی شامل اندازهٔ قد، وزن، طول ران، طول ساق و کف پای ورزشکار است. اندازه‌گیری‌های هنگام اجرا عبارت است از : طول دورخیز، زمان دورخیز و طول پرش . اطلاعات استخراج شده از فیلم ویدیوئی شامل زمان T.D، زمان پرواز، ارتفاع مرکز ثقل در مرحلهٔ T.D و MKF و T.O است. برای محاسبهٔ عوامل منتخب، به محاسبهٔ عوامل دیگری مانند سرعت T.D و مؤلفهٔ عمودی سرعت T.D، شتاب T.D، مؤلفهٔ عمودی شتاب T.D، زاویهٔ مرکز ثقل در T.O، سرعت T.O، سرعت T.O و مؤلفهٔ عمودی و افقی سرعت T.O، شتاب T.O و مؤلفهٔ عمودی شتاب T.O نیاز است. بدین منظور اجرای ۸ نفر برتر پرش طول دانشجویان المپیاد سال ۱۳۷۹ که به دور نهایی راه یافتند، مورد بررسی و محاسبه قرارگرفت و در پایان با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، میزان همبستگی عوامل فوق با طول پرش بررسی شد.

1- Touch Down
2- Max Knee Flextion
3- Take Off

واژه‌های کلیدی

مرحلهٔ جهش، پرش طول، نیروی عضلات، عکس‌العمل زمینی، کار و توان.

مقدمه

بیومکانیک یا زیست‌حرکتی در عصر حاضر، جایگاه ویژه‌ای در پیشبرد اهداف ورزش مربیان، ورزشکاران و اجرای صحیح و ایده‌آل مهارت‌های ورزشی دارد. این علم نه تنها به تجزیه و تحلیل مهارت‌های حرکتی می‌پردازد، بلکه زمینه‌های مختلف و مؤثر در اجراهای ورزشکاران مانند ابزارها و وسایل ورزشی و سطوح بازی را بررسی می‌کند، زیرا نقش اصلی آن انطباق اجرای مهارت با قوانین فیزیک، مکانیک، ساختار اهرمی بدن انسان و ابزار ورزشی است. با بهره‌گیری از این علم، بشر اصول مکانیکی در مهارت‌های ورزشی را شناسایی کرده و با بکارگیری این اصول توانسته است بیشتر بپرد، سریعتر بدود و دورتر پرتاب کند (همتی‌نژاد و رحمانی‌نیا، ۱۳۷۵).

بیومکانیک با دو حوزهٔ عمدهٔ مطالعاتی ارتباط دارد: حوزهٔ اول دارای ماهیت بیولوژیکی است و عواملی چون اعمال نیرو بر استخوان‌ها، انقباض‌های عضلانی و نقش اهرمی استخوان‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهد؛ دومین حوزهٔ عمده مطالعاتی در بیومکانیک به مکانیک مربوط است. مکانیک شامل دو بحث استاتیک و دینامیک می‌باشد. استاتیک، عوامل مربوط به سیستم‌های ساکن و حرکت یکنواخت را بررسی می‌کند (مثلاً مرکز ثقل در حالت‌های تعادلی)؛ دینامیک به عوامل مکانیکی مربوط به سیستم‌های متحرک با دو رویکرد سینماتیک و سینتیک می‌پردازد. سینماتیک به بررسی عواملی که روی یک سیستم عمل می‌کنند، مانند نیروی ثقل و نیروی عضلات اختصاص دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

سابقهٔ موضوع تحقیق

تحقیق در زمینهٔ بیومکانیک ورزشی، از چندی پیش آغاز شده، ولیکن روند و نوع تحقیقات در طی سالیان متمادی دچار تغییرات و دگرگونی‌هایی شده‌است. به‌نظر می‌رسد که از اواخر سال ۱۹۷۰ به بعد روند اینگونه تحقیقات علمی‌تر، دقیق‌تر و جدی‌تر شده‌است. در اجرای موفقیت‌آمیز پرش طول، عوامل و فاکتورهای بسیاری دخیل‌اند که در تحقیق‌های مختلف به بررسی بسیاری از این عوامل پرداخته شده‌است.

سرعت

لوکین[1] (۱۹۴۹) به بررسی ضریب همبستگی بین سرعت و طول مسافت پرش پرداخت و به این نتیجه رسید که در اجرای پرش طول، قدرت بدنی و داشتن تکنیک صحیح بسیار حائز اهمیت است. بلریچ[2] (۱۹۷۰) و کلایث[3] (۱۹۸۰) نسبت سرعت افقی و عمودی را در لحظهٔ جهش ۲ به ۱ یا ۳ به ۱ به دست آوردند. پاپو[4] (۱۹۷۱) بیان کرد که کاهش سرعت افقی در مرحلهٔ جهش حدود ۱ تا ۲ متر بر ثانیه یا بیشتر می‌باشد که حدود ۹/۵ تا ۱۴ درصد کاهش در سرعت افقی است. این کاهش وقتی بیشتر می‌شود که زاویهٔ جهش مرکز ثقل و ارتفاع مرکز ثقل افزایش یابد. وی همچنین ضریب همبستگی ۰/۶۶ = r بین کاهش سرعت افقی و افزایش سرعت عمودی در خلال جهش و ارتباط بین سرعت افقی و مسافت پرش در لحظهٔ جهش را بیان کرد و توضیح داد که با افزایش سرعت دورخیز، طول مسافت پرش نیز افزایش می‌یابد. کاراس و همکاران (۱۹۸۳)، سن لانیو و مکسیمو[5] (۱۹۷۸) نی‌جی[6] (۱۹۷۸) نیز به همین نتیجه دست یافتند. تیوپا[7] (۱۹۸۲) معادلهٔ رگرسیون غیرخطی بین سرعت دورخیز و مسافت پرش را ارائه کرد.

هی و میلر (۱۹۸۵) یک میانگین سرعت جهش ۰/۲۵ ± ۸/۶ متر بر ثانیه با میانگین زاویهٔ جهش ۱/۸ + ۱۸/۸ درجه را در مرحلهٔ پایانی المپیک ۱۹۸۴ قهرمانی پرش طول زنان گزارش کردند (۱۹۹۵) تحقیقات خود را در مورد مراحل پرش گسترده‌تر کرد. او متوجه شد که سرعت افقی تأثیر فراوانی بر روی مرحلهٔ دورخیز دارد و در همین گام آخر دورخیز است که بدن ورزشکار برای پرش آماده می‌شود. او همچنین به تحلیل چرخش ران در مرحلهٔ جهش و کنترل مرحلهٔ پرواز به وسیلهٔ ممنتوم زاویه‌ای و مرحلهٔ فرود پرداخت. گلیز ولورنت[8] (۱۹۹۷) در مورد روش‌های کنترل حرکتی در زمان شتاب‌گیری در مرحلهٔ دورخیز پرش طول پرداختند.

پاپو همچنین بهترین زاویهٔ جهش را ۲۰-۲۲ درجه پیشنهاد کرد و اعلام نمود که اگر از ۲۲ درجه تجاوز کند، افزایش سرعت دورخیز حائز اهمیت می‌شود و وقتی از ۲۲ درجه کمتر باشد، افزایش اعمال نیرو اهمیت می‌یابد.

1- Lukin
2- Ballreich
3- Kollath
4- Popov
5- Siluyance & Maximov
6- Nigg
7- Tiupa
8- Glize & Lavrent

نی‌جی (۱۹۷۴) رابطهٔ r=۰/۷۹ را بین سرعت افقی و مسافت مؤثر پرش و رابطهٔ r=۰/۸ را بین سرعت عمودی و مسافت پرش گزارش کرد. همچنین وی گفت سرعت عمودی قابلیت تغییرپذیری بیشتری دارد. وی همچنین رابطهٔ معنی داری بین طول گام آخر و ماقبل آخر پیدا نکرد، تحقیقات دیگر نیز در این زمینه ارتباط مهمی را به دست نیاورده‌اند.

جیمز هی[1] (۱۹۷۳) مسافت پرش طول را به مسافت جهش، مسافت پرواز و مسافت فرود تقسیم‌بندی نمود و مسافت پرواز را بعنوان بخش اعظم مسافت پرش طول معرفی کرد. درصدهایی که برای هر یک از مسافت‌ها، بر اساس ۲۵ آزمودنی به دست آمد، به ترتیب ۳/۵٪ و ۸۸/۵٪ و ۸٪ است.

طول گام

نی‌جی (۱۹۷۴) به اندازه‌گیری طول سه گام آخر قبل از جهش پرداخت. او میانگین طول سومین گام ماقبل آخر را ۲/۱۸ متر، طول گام ماقبل آخر را ۲/۲۴ متر و گام آخر را ۲/۲۶ متر و نیز مجموع سه گام را ۶/۷۸ متر گزارش کرد، ولی در همین سال نی‌جی و پاپو (۱۹۷۱) بیان نمودند که در بعضی ورزشکاران آخرین گام بلندترین گام است.

هی و میلر (۱۹۸۵) کاری مشابه نی‌جی در مورد زنان المپیک ۱۹۸۵ انجام دادند و اندازه‌های ۲/۱۵، ۲/۱۹، ۲/۲۴، ۲/۰۹ را به ترتیب برای چهار گام ماقبل آخر به دست آوردند که بلندترین گام را، گام ماقبل آخر و کوتاهترین گام را، آخرین گام گزارش کردند.

نیکسدرف و بروجمن[2] (۱۹۸۳) کاهش ۱۰٪ در ارتفاع دورخیز جهش در گام ماقبل آخر را به دنبال تماس پای جهش نشان دادند. نی‌جی (۱۹۷۴) دریافت که هیچ رابطهٔ معنی‌داری r=-۰/۳۳ بین نسبت طول دومین گام ماقبل آخر و گام آخر وجود ندارد.

روکا (۱۹۹۳) تحقیقات خود را به صورت خاص‌تر در مورد بررسی پارامترهای سینماتیکی سه گام آخر مرحلهٔ دورخیز و مرحلهٔ جهش انجام داد. لیزوگراهام (۱۹۹۴) به یافتن نتایج در مراحل گام آخر دورخیز اهتمام ورزیدند. برگ و گرید(۱۹۹۵) نیز به مطالعهٔ سینماتیکی گام دورخیز و مقایسهٔ آن با تحقیقات پیشین پرداختند.

1- Jems Hay

2- Nixdorf and Brogeman

مرکز ثقل

آندریو و میرازو[1] (۱۹۷۰) و دیاچکو (۱۹۸۰) بهترین زمان آغاز پایین آوردن مرکز ثقل را در خلال دومین و آخرین گام جهش موقعی که پای جهش با زمین تماس پیدا می‌کند، اعلام کردند. ریدکا (۱۹۸۶) با استفاده از مدل مکانیکی حرکت مرکز ثقل بدن را در مرحلهٔ جهش شبیه‌سازی کرد.

نیروها

کومی و لوهتانن[2] (۱۹۸۰) در مورد نیروهای عکس‌العمل زمین و نیروی مکانیکی به تحقیق پرداختند. آنها پای ورزشکار را در حال راه رفتن عادی یا به هنگام دویدن و در مرحلهٔ جهش حرکت پرش طول را به صورت ثابت فنری، مدل‌سازی کردند.

میخایلوف و یاکونین[3] (۱۹۸۱) به بحث در مورد نیروی مکانیکی و فشارها و نیروهای مؤثر در هنگام حرکت جهش پرداختند.

انرژی

هی[4] (۱۹۸۶) در تحقیق خود، اصول پرش طول و مشخصه‌های مهم آن را بیان کرد و از انرژی الاستیک در مرحلهٔ جهش بعنوان یک مطلب مهم یاد کرد. در سال ۱۹۸۷ هی، تحقیقات خود را در مورد تکنیک‌ها ادامه داد و بوهتس، ویترز و ون‌کاپنولی[5] (۱۹۸۸) ضمن تحقیق به این نتیجه رسیدند که انرژی جهش عمودی در حرکت پرش طول توسط انقباض ماهیچه‌ها و انرژی جهش الاستیک تأمین می‌شود و هنگام عمل انعطاف و کشش پا قسمتی از انرژی حرکتی توسط اجزای الاستیک ماهیچه‌ها به انرژی جهشی تبدیل می‌شود. آنها حرکت پای جهش را شبیه‌سازی کردند و به ارائهٔ عواملی برای نسبت تبدیل انرژی حرکتی به جهشی پرداختند.

آولا[6] (۱۹۸۸) به بررسی ارتباط بین کار مکانیکی، انرژی مکانیکی انتقالی و سرعت دویدن برای تعدادی ورزشکار مشخص پرداخت و با استفاده از این دوربین پیشرفته بحث انرژی مکانیکی و در اصل پتانسیل و جنبشی بدن در هنگام جهش را عنوان کرد. در همان سال، استولفی[7] در مورد عوامل اصلی

1- Andreev & Mirazov
2- Luhatnen & Komi
3- Mikhailov & Yakonin
4- Hay. j
5- Boheto - Witers - Van Coppenolle.
6- Avela
7- Stofli

جهش به مطالعه پرداخت. ویهرز و همکاران (۱۹۹۲) دوباره به بحث انرژی الاستیکی پرداختند.

لیز، فاولر و دربی[1] با استفاده از ورزشکاران زن و با انجام تست و بحث و بررسی، داده‌های مربوط به سرعت و تغییرات زاویه را پیش کشیدند. به علاوه از داده‌ها برای محاسبهٔ انرژی‌ها استفاده کردند.

فوکاشیرو و همکاران[2] (۱۹۹۳) به تحلیل حرکت جهش پرداختند. هو(۱۹۹۶) در ادامهٔ کار، به تحلیل پارامترها روی آورد و به بررسی تفاوت‌های بین مشخصات بیومکانیکی در حرکت پرش طول با گام کوتاه نسبت به گام معمولی پرداخت. او به این نتیجه رسید که در پرش با گام کوتاه، سرعت در گام آخر نسبت به گام معمولی ۱۰٪ کمتر می‌شود، ولی در لحظهٔ جهش سرعت افزایش می‌یابد و در پرش با گام کوتاه، زمان پرش و انحنای زانو بیشتر می‌شود. او همچنین به بحث نیروها پرداخت و متوجه شد که نیروی به دست آمده در مرحلهٔ جهش این مطلب را بیان می‌کند که نیروی ضربه‌ای افقی در گام کوتاه نسبت به گام معمولی کمتر، ولی نیروی عمودی آن بزرگتر است.

کنسیکائو، گابریل و آبرانتس[3] بررسی و تحلیل خود را با دوربین‌های فیلمبرداری مجهز به سیستم رایانه‌ای مدرن، با استفاده از چهار ورزشکار بر روی مرحلهٔ جهش در حرکت پرش طول به انجام رساندند.

کوگونیک و دالنس[4] (۱۹۹۷) در دانشگاه کالیفرنیا به تحقیق کامل در مورد مرحلهٔ جهش حرکت پرش طول پرداختند. کیلانی و ابوعایشه[5] (۱۹۹۸) با در نظر گرفتن مقالهٔ کنسیکائو به تحلیل سینماتیکی حرکت پرش طول در مورد جوانان ورزشکار پرداختند و تحقیق خود را در شانزدهمین سمپوزیوم بین‌المللی بیومکانیک ورزشی که در آلمان برگزار شد، ارائه دادند. آنها با استفاده از دوربین ویدئویی تحلیل‌ها را انجام دادند. شهبازی و بروجنی (۱۹۹۸) نیز مدل ریاضی ساده‌ای برای تعیین پارامترهای مکانیکی پرش طول ارائه دادند.

1- Lees & Fawler & Derby

2- Fukashiro & Wakayama & Kojima

3- Concicao & Gobreil & Vilasboos

4- Kugovnik & Dolenc

5- Kilani & Abuaicheh

روش تحقیق

در این تحقیق روشی ساده و عملی برای اندازه‌گیری برخی عوامل مؤثر بر پرش طول به روش غیرمستقیم به کار گرفته شد. برای دستیابی به این هدف، ابتدا برخی ویژگی‌های آنتروپومتریکی ورزشکاران اندازه‌گیری و اجرای آنان فیلمبرداری ویدیوئی شد و همزمان مسافت دورخیز و زمان دورخیز پرش‌کننده اندازه‌گیری گردید و در پایان با استخراج اطلاعات مورد نیاز از فیلم ویدیوئی و با استفاده از فرمول‌های ریاضی و فیزیک عوامل منتخب در پرش طول محاسبه می‌شود.

روش جمع آوری اطلاعات

برای انجام این تحقیق، ابتدا روی مفاصل مچ‌پا، زانو و ران آزمودنی‌ها علامت‌های شب‌نما که در مقابل نور حساس بودند، چسبانده شد. (استفاده از مارکرها به آن دلیل مورد نیاز بود که در تصویر ویدیوئی به راحتی بتوان مفاصل و زوایای آن را تشخیص داد. سپس آزمودنی‌ها برای دورخیز شروع به دویدن کردند. زمان دورخیز توسط زمان‌سنج دستی گرفته شد و مسافت دورخیز به وسیلهٔ متر علامت‌گذاری گردید. همچنین مسافت دورخیز هر آزمودنی نیز مشخص شد. تمام مسیر اجرا توسط سه دوربین پوشش داده شد. روی تختهٔ پرش در میدان یک دوربین قرار گرفت. مسیر دورخیز توسط یک دوربین و مسیر پرواز و فرود توسط دوربین دیگر پوشش داده شد. از تمام ۴ اجرای پرش‌کنندگان فیلمبرداری شد و اجرای برتر مورد بررسی قرار گرفت. برای به دست آوردن زاویهٔ ساق پا با زمین در هنگام تماس پا با زمین، فیلم را متوقف کرده و با گذاشتن طلق شفاف روی صفحهٔ مانیتور، محل علامت‌های روی مفاصل اندام تحتانی پرش‌کننده با ماژیک علامت‌گذاری شد و با خط‌کش نقاط مشخص شده، به هم وصل شد. به این ترتیب، زاویه ترسیم شد. سپس با نقاله اندازه‌گیری و در جدول اطلاعات ثبت شد. برای به دست آوردن زمان تماس پا با زمین (T.D)، زمان جدا شدن پا از زمین (T.O) و زمان پرواز، پوشش تصویر به تصویر ویدیوئی مورد مشاهده قرار گرفت. در مرحلهٔ بعد، با شمارش تصویرها، زمان‌های مورد نظر محاسبه شد.

تعریف واژه‌های کلیدی

مرحله جهش

تعریف مفهومی: از لحظه‌ای که پای پرش‌کننده به تختهٔ پرش می‌رسد تا لحظه‌ای که پایش از

تختهٔ پرش جدا می‌شود، مرحلهٔ جهش می‌گویند (اکر، ۱۳۶۲).

تعریف عملیاتی: مرحلهٔ جهش به سه مرحله تقسیم می‌شود:

۱ـ مرحلهٔ تماس پا با زمین

۲ـ مرحلهٔ حداکثر فلکشن زانو

۳ـ مرحلهٔ جدا شدن پا از زمین (کنسیکائو و همکاران، ۱۹۹۶)

در این تحقیق مرحلهٔ T.D یعنی از لحظهٔ T.D تا MKF و مرحلهٔ T.O یعنی از لحظهٔ MKF تا T.O.

نیروی عضلانی

تعریف مفهومی: نیرو بعنوان فشار یا کشش توصیف می‌شود، ولی تعریف دقیق آن حاصل ضرب جرم در شتاب جسم است (جنسون و همکاران،۱۳۷۶).

نیرو عبارت است از هر علت فیزیکی که سبب تغییر حرکت جسمی شود(آکر، ۱۳۶۲).

نیروی عضلات عبارت است از نیرویی که از سوی عضلات اعمال می‌شود.

تعریف عملیاتی: نیروی عضلات در دو مرحلهٔ جهش شامل ۱- مرحلهٔ تماس پا با زمین و ۲- مرحلهٔ جدا شدن از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$F_{T.D}$: نیروی عضلات در مرحلهٔ تماس پا با زمین $F_{T.D} = m.\alpha_{T.D}$

μ = جرم ورزشکار

$\alpha_{T.D}$ = شتاب ورزشکار در مرحلهٔ تماس پا با زمین

$F_{T.O}$: نیروی عضلات در مرحلهٔ جدا شدن از زمین $F_{T.O} = m.\alpha_{T.O}$

$\alpha_{T.O}$: شتاب ورزشکار در مرحلهٔ جدا شدن از زمین

نیروی عکس العمل زمین

تعریف مفهومی: نیروی عکس‌العمل زمین عبارت است از برگشت نیرویی مساوی و مخالف جهت نیرویی که بر زمین وارد می‌شود (اکر،۱۳۶۲).

تعریف عملیاتی: نیروی عکس‌العمل در این تحقیق عبارت است از جرم دونده ضربدر شتابی که دونده در لحظهٔ جدا شدن از زمین داراست. این شتاب همان تغییرات سرعت می‌باشد که با فرمول زیر محاسبه می‌شود. $F_R = \frac{\Delta mv}{t_{T.D}}$

t_C: زمان برخورد پا با زمین

F_R: نیروی عکس‌العمل زمین

Δv : تغییرات سرعت

کار

تعریف مفهومی: کار عبارت است از نیرو در مسافتی که نیرو جابه جا شده است : $F \times D = W$ (بوام گارتر[1]، ۱۳۷۶).

وقتیکه نیرو در راستای جابه جایی، تغییر مکان بدهد، کار انجام می‌گیرد. همیشه نیرو و جابه جایی در یک راستا نیستند و گاهی با هم زاویهٔ A را می‌سازند. در این صورت فرمول به شکل زیر درمی‌آید: $W=Fdcos\theta.d$ (شهبازی، ۱۳۷۷).

تعریف عملیاتی: در این تحقیق کار در دو مرحلهٔ جهش شامل ۱- مرحلهٔ تماس پا با زمین (T.D) ۲- مرحلهٔ کندن از زمین (T.O) از طریق فرمول‌های زیر قابل محاسبه است:

$W_{T.D} = F_{T.D}.H_{T.D}$

$W_{T.D}$ = کار انجام شده در مرحلهٔ تماس پا با زمین

$F_{T.D}$ = نیروی عضلات در مرحلهٔ تماس پا با زمین

$H_{T.D}$ = تغییر ارتفاع مرکز ثقل در مرحلهٔ تماس پا با زمین

$W_{T.O} = F_{T.O}.h_{T.O}$

$W_{T.O}$ = کار انجام شده در مرحلهٔ کندن از زمین

$F_{T.O}$ = نیروی عضلات در مرحلهٔ کندن از زمین

$H_{T.O}$ = تغییر ارتفاع مرکز ثقل در مرحلهٔ کندن از زمین

توان مصرفی

تعریف مفهومی: مقدار کار انجام شده بر زمان مورد نیاز برای انجام آن، توان را نشان می‌دهد: $P=\frac{W}{T}$ (همتی نژاد و رحمانی، ۱۳۷۵).

تعریف عملیاتی: توان عضلات در دو مرحلهٔ ۱- تماس پا با زمین ۲- کندن از زمین قابل محاسبه است. توان محاسبه شده در این تحقیق توان مکانیکی است که نباید آن را با توان فیزیولوژی اشتباه کرد. فرمول‌های زیر طریقهٔ محاسبهٔ توان را مشخص می‌سازند.

$P_{T.D}=\frac{W_{T.D}}{t_{T.D}}$

$p_{T.D}$= توان در مرحلهٔ تماس پا با زمین

$w_{T.D}$= کار انجام شده در مرحلهٔ تماس پا با زمین

1- Baumgartner

$t_{T.D}$= مدت زمان تماس پا با زمین

$p_{T.O}$= توان در مرحلهٔ جدا شدن از زمین

$w_{T.O}$=کار در مرحلهٔ جدا شدن از زمین

$t_{T.O}$= مدت زمان جدا شدن از زمین

$$P_{T.O}=\frac{W_{T.O}}{t_{T.O}}$$

پرش کنندگان نخبه

تعریف عملیاتی: در این تحقیق به دانشجویان پرش‌کننده که به المپیاد دانشجویی سال ۷۹ راه یافته‌اند، اطلاق می‌شود.

جدول ۱- شاخص‌های آماری مربوط به مشخصات بدنی آزمودنی‌ها

متغیرها / شاخص‌ها	قد	وزن	طول ران	طول ساق پا	طول کف پا
حداکثر	۱۹۲	۷۵	۴۷	۵۰	۲۸/۵
حداقل	۱۷۰	۶۲/۵	۴۰	۴۳	۲۶
میانگین	۱۸۱/۲۲	۶۵/۹۴	۴۴	۴۵/۳۷	۲۶/۶۹
SD	۵/۷۳	۳/۷۶	۲/۴	۲/۰۶	۰/۵۶

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای سینماتیکی در دورخیز

متغیرها / شاخص‌ها	X_r	t_r	a_t	V_r	$(V_x)_r$
حداکثر	۲۷	۴/۵۶	۳/۲	۱۲/۲	۱۱/۲
حداقل	۱۷	۳/۴۵	۲/۴	۹/۸۳	۹/۰۱
میانگین	۲۲/۱۳	۳/۹۹	۲/۷۹	۱۰/۹۹	۱۰/۱۹
SD	۳/۸۰	۰/۵۰	۰/۳۱	۰/۷۴	۰/۶۸

جدول ۳- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای استفاده شده در مرحلهٔ جهش

متغیرها / شاخص‌ها	a_y	F_y	F_2
حداکثر	۱۶/۶۵	۲۱/۳۰	۶۲۵۰/۶
حداقل	۱۳/۱۵	۱۵۳۷/۶۵	۴۵۰۰/۵
میانگین	۱۶/۳۱	۱۷۲۴/۵۸	۵۲۵۱/۵۲
SD	۱/۸۵	۲۰۲/۰۳	۶۳۹/۳۶

جدول ۴- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای استفاده شده در مرحله T.D

متغیرها / حداکثر	θ (D°)	Vy (m/s)	ay $(m/s)^2$	Fy (n)	wy (J)	P (w)
حداکثر	۲۵/۷۵	۴/۷۶	۹۱/۷۳	۶۸۰۲/۵۸	۸۷۸/۴۶	۱۰۹۸۰/۷۵
حداقل	۱۵/۸۳	۲/۷۸	۲۲/۳۴	۲۰۷۶/۵۱	۳۵۹/۰۲	۳۸۴۱/۹
میانگین	۲۱/۶۸	۳/۷۲	۵۱/۴۳	۴۰۷۳/۰۸	۵۷۱/۶	۶۹۰۵/۳
SD	۳/۶۷	۰/۶۹	۲۲/۸۵	۱۶۲۸/۹۷	۱۸۹/۰۴	۲۵۷۸/۷۷

ادامه جدول ۴

متغیرها / حداکثر	H cm	V (m/s)	a $(m/s)^2$	F (N)	w (J)	P (w)
حداکثر	۱۹/۷۶	۱۲/۲	۲۱۱/۱۴	۱۹۸۰۱/۳	۲۱۳۷/۱۸	۲۹۵۱۸/۱۴
حداقل	۹/۸۸	۹/۸۳	۸۰/۵	۷۲۱۷/۷۵	۱۱۶۳/۹۵	۱۱۳۶۶/۵۶
میانگین	۱۴/۸۲	۱۰/۹۹	۱۳۳/۴۵	۱۱۱۸۴/۰۷	۱۵۲۱/۸۷	۲۰۳۶۸/۱۷
SD	۳/۰۳	۰/۷۴	۴۳/۷۱	۳۹۸۰/۴۶	۳۲۹/۹	۵۴۵۹/۴۷

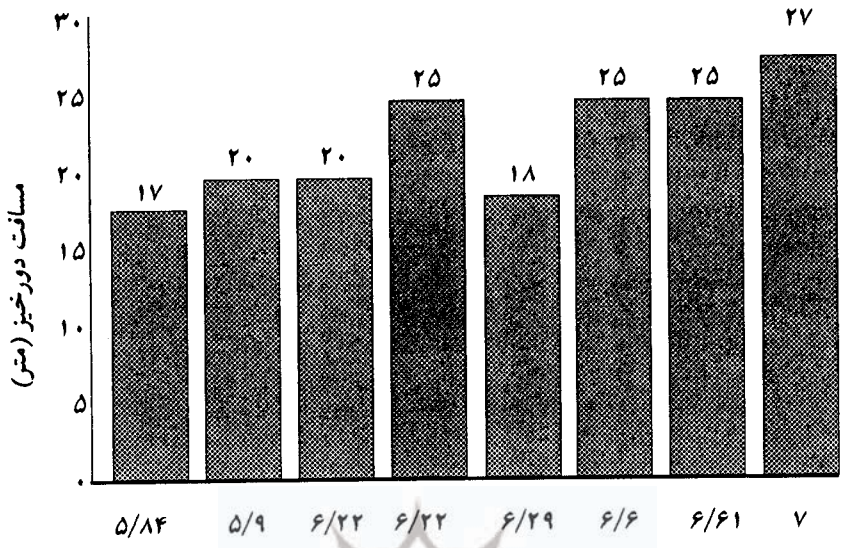
جدول ۵- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای استفاده شده در T.O

متغیرها / شاخصها	θ (D°)	V_x (m/s)	V_y	a_y	F_y	w_y	P_y
حداکثر	۲۴/۲۷	۱۰/۱۷	۳/۴۳	۲۳	۲۴۷۹/۱	۵۸۰/۸۶	۶۶۶۸/۲
حداقل	۱۵/۸۳	۸/۳۸	۲/۶۳	۱۰/۷۷	۱۳۷۸/۶	۴۱۹/۶۴	۳۶۸۹/۱۴
میانگین	۲۱/۱۹	۹/۲۳	۳/۲	۱۹/۶۳	۱۹۲۸	۵۱۲/۸۹	۴۴۷۶/۶۳
SD	۲/۵۷	۰/۵۱۱	۰/۲۶۸	۴/۰۸	۳۳۵/۹۵	۵۰/۰۹	۱۰۲۰/۰۵

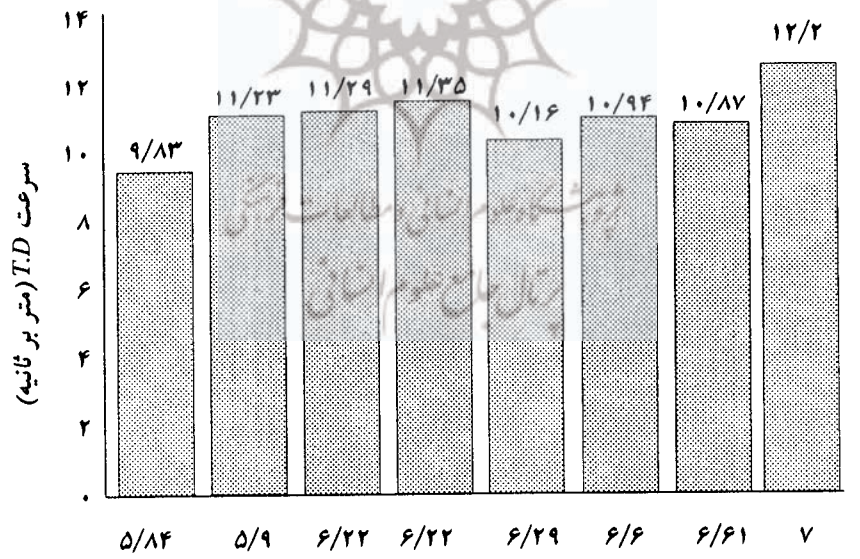
ادامهٔ جدول ۵

متغیرها / حداکثر	H⇒ cm	V (m/s)	a $(m/s)^2$	F (N)	w (J)	P (w)
حداکثر	۳۷/۰۵	۱۰/۱۲	۷۰	۶۶۶۴/۲۴	۱۷۹۹/۵۵	۱۹۷۲۸/۶
حداقل	۱۹/۳۵	۹/۲۱	۴۰/۶۹	۴۳۴۲/۸۲	۱۲۸۹/۵۱	۱۰۷۴۵/۹۶
میانگین	۲۷/۳۴	۹/۷۱	۵۷/۹۶	۵۷۹۹/۲۸	۱۵۵۲/۲۵	۱۳۷۵۹/۶۲
SD	۵/۵۲	۰/۳۴۷	۱۰/۴۹	۷۳۱/۴۳	۱۵۳/۰۹	۲۷۲۵/۰۷

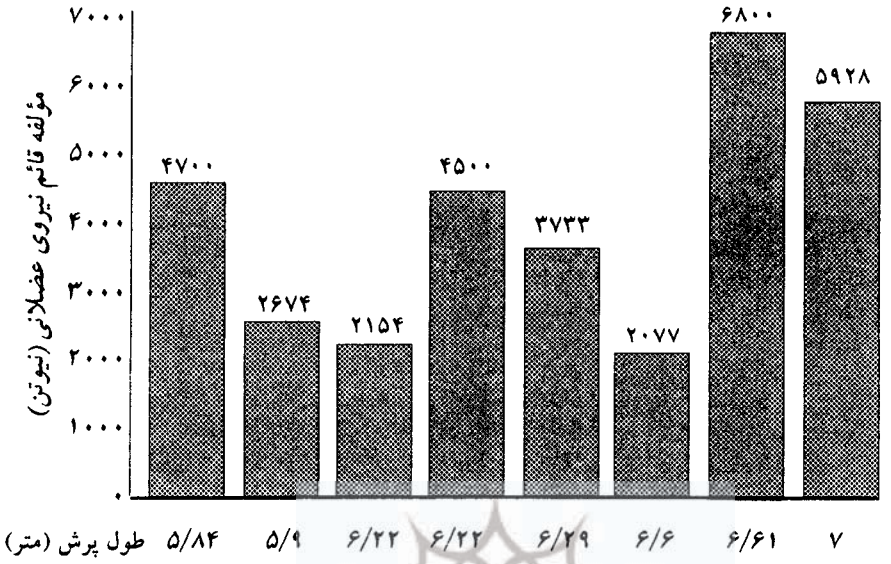
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



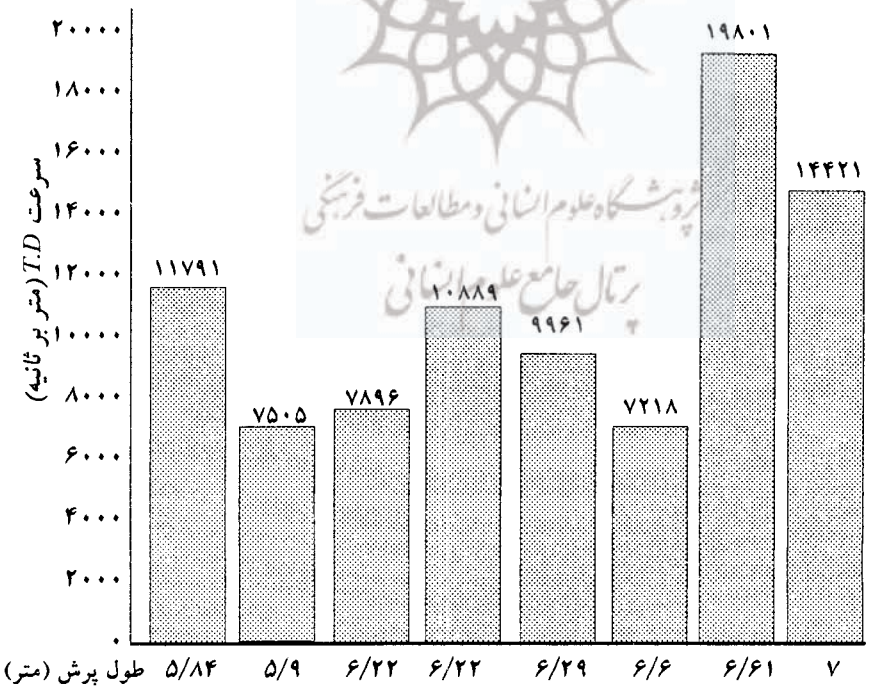
نمودار ۱ - ارتباط بین طول پرش و مسافت دورخیز



نمودار ۲ - ارتباط بین طول پرش و سرعت T.D

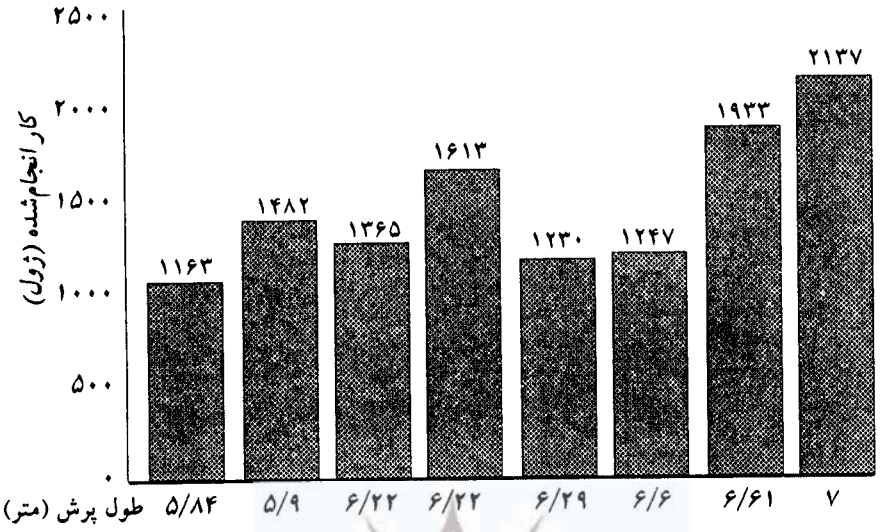


نمودار ۳ - ارتباط بین طول پرش و مؤلفهٔ قائم نیروی عضلانی در مرحلهٔ *T.D*

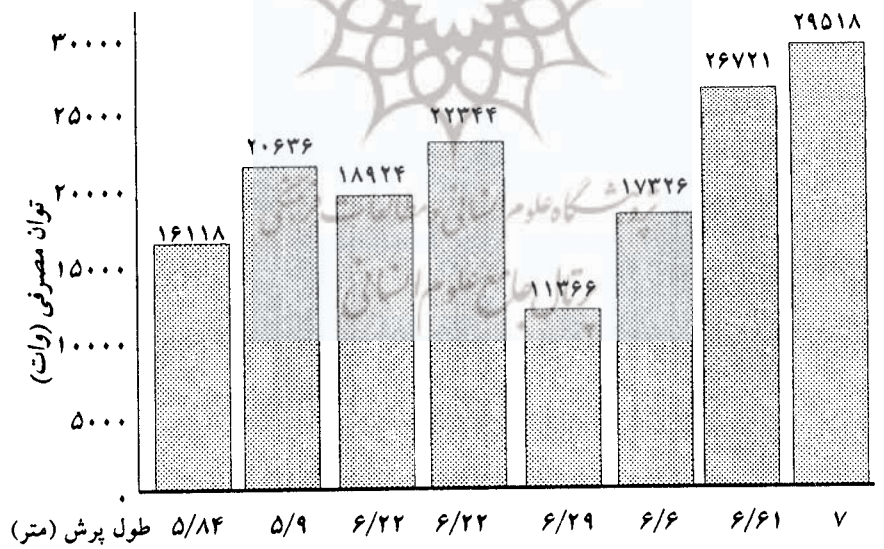


نمودار ۴ - ارتباط بین طول پرش و نیروی عضلانی در مرحلهٔ *T.D*

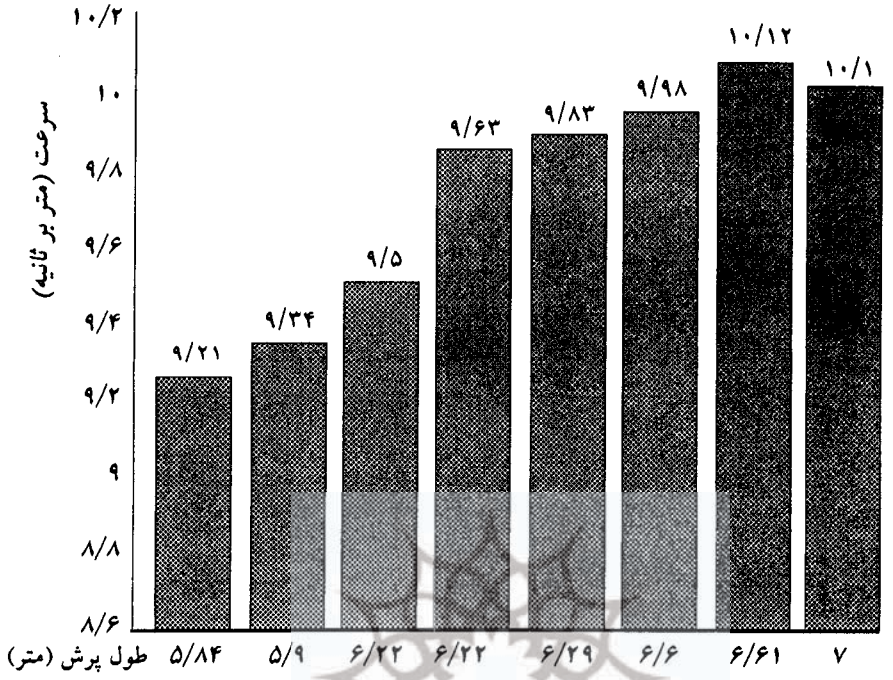
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



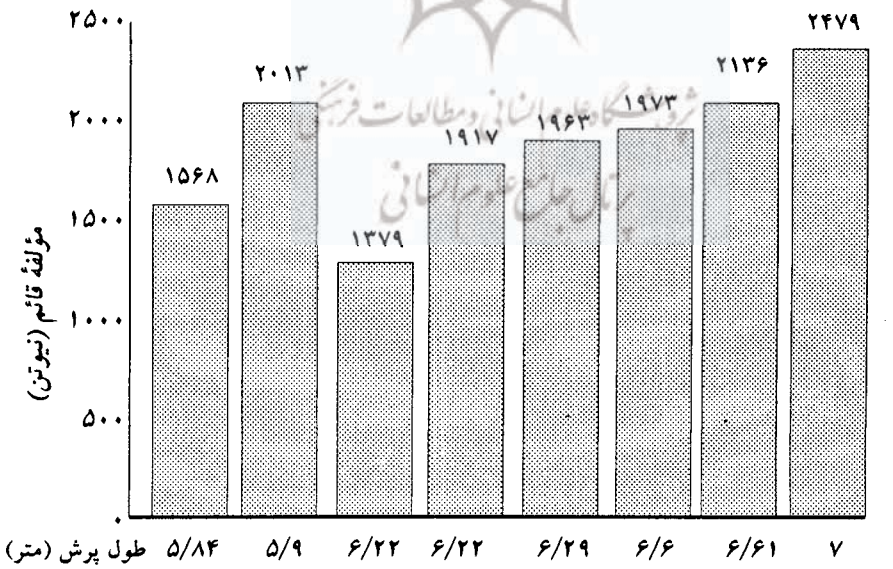
نمودار ۵ - ارتباط بین طول پرش وکار انجام شده در مرحلهٔ T.D



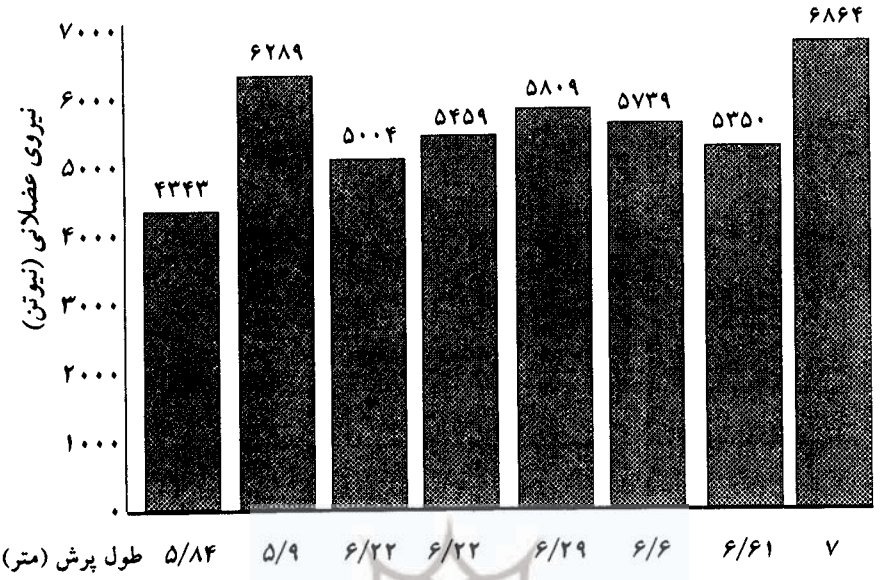
نمودار ۶ - ارتباط بین طول پرش و توان مصرفی در مرحلهٔ T.D



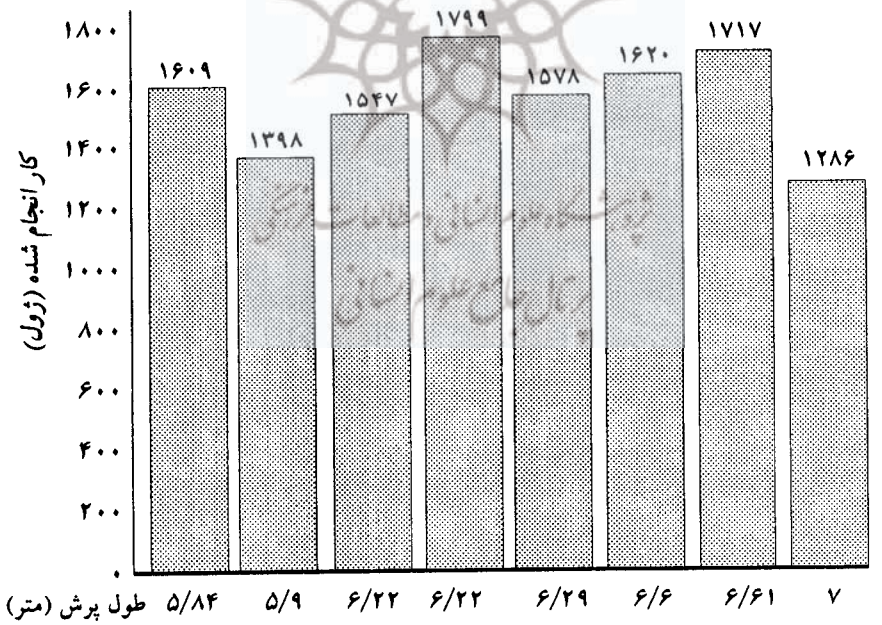
نمودار ۷ - ارتباط بین طول پرش و سرعت در مرحلهٔ T.D



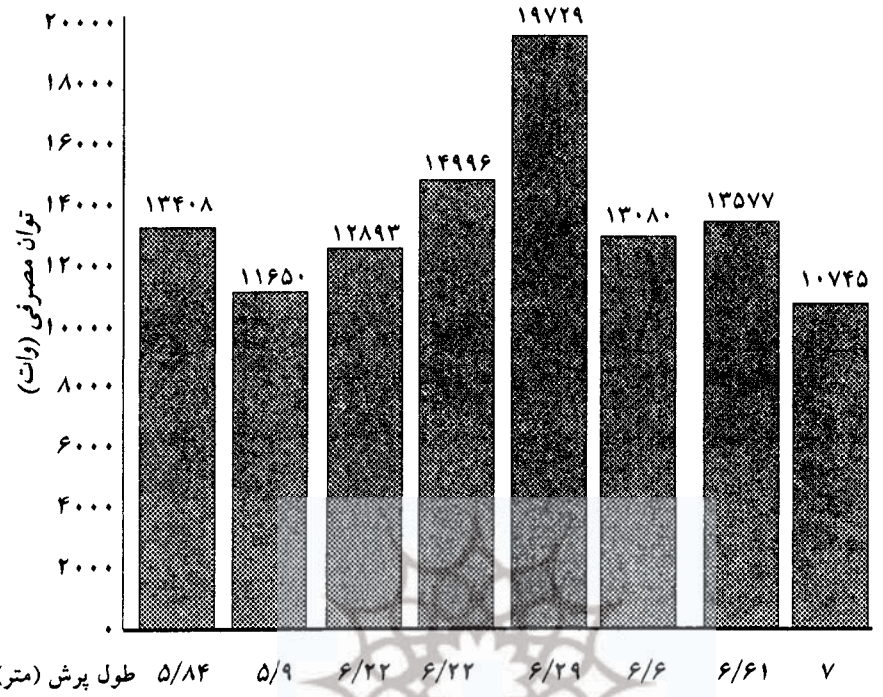
نمودار ۸ - ارتباط بین طول پرش و مؤلفهٔ قائم نیرو در مرحلهٔ T.D



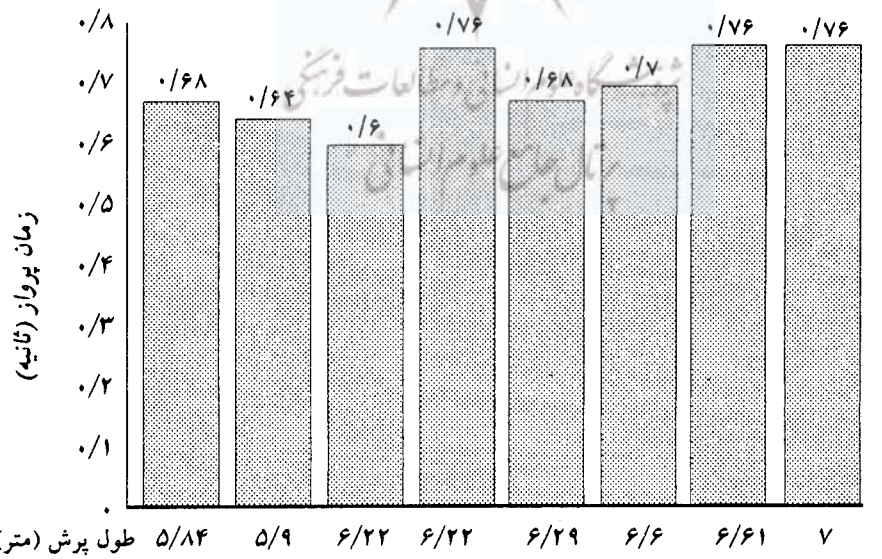
نمودار ۹ - ارتباط بین طول پرش و نیروی عضلانی در مرحلهٔ T.D



نمودار ۱۰ - ارتباط بین طول پرش و کار انجام شده در مرحلهٔ T.O



نمودار ۱۱- ارتباط بین طول پرش و توان مصرفی در مرحلهٔ T.O



نمودار ۱۲ - ارتباط بین طول پرش و زمان پرواز

روش آماری

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده و آزمون فرضیه‌های تحقیق، بدلیل کم بودن تعداد نمونه‌ها، از روش آمار توصیفی استفاده شده است. به این معنا که ابتدا میانگین عوامل مؤثر در حرکت پرش‌کننده‌های ایرانی و خارجی با هم مقایسه شده و سپس برای اثبات فرضیه‌های پژوهش، از روش آمار استنباطی (ضریب همبستگی پیرسون که از طریق فرمول $r = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2 . \Sigma y^2}$ محاسبه می‌شود) استفاده شده است. این قسمت از تجزیه و تحلیل آماری به وسیلهٔ نرم‌افزار کامپیوتری spss صورت گرفته است.

یافته‌های تحقیق

بین طول دورخیز و مسافت پرش، رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌گردد.

بین سرعت T.D و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌شود.

بین مؤلفهٔ قائم نیروی عضلانی اعمال شده در T.D و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر رد می‌شود.

بین نیروی عضلانی اعمال شده در T.D و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر رد می‌گردد.

بین کار انجام شده در مرحلهٔ T.D و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌شود.

بین توان مصرفی در مرحلهٔ T.D و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر رد می‌شود.

بین سرعت در مرحلهٔ T.O و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌گردد.

بین مؤلفهٔ قائم نیروی عضلانی اعمال شده در مرحلهٔ T.O و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌شود.

بین نیروی عضلانی اعمال شده در مرحله T.O و مسافت پرش رابطه معنی داری وجود دارد و

فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌گردد.

بین کار انجام شده در مرحلهٔ T.O و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر رد می‌شود.

بین توان مصرفی در مرحلهٔ T.O و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر رد می‌گردد.

بین زمان پرواز و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌شود.

بین جرم ورزشکار و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌گردد.

بین طول پای ورزشکار و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌شود.

بین مؤلفه قائم نیروی عکس‌العمل زمین و مسافت پرش رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد و فرض تحقیق مبنی بر وجود ارتباط بین این دو متغیر تأیید می‌شود.

منابع و مآخـــذ

۱- آذری حمیدیان، آذرمیدخت . "تجزیه و تحلیل بیومکانیکی نیروهای وارو در ژیمناستیک از طریق اندازه‌گیری نیروها و زوایا در تیک‌اف و فرود در تیم منتخب ژیمناستیک نوجوانان پسر زیر ۱۳ سال استان گیلان"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان، دی ماه ۱۳۷۸.

۲- اکر، تام. "دو و میدانی". ترجمهٔ بیژن شادروان. انتشارات سازمان تربیت‌بدنی، ۱۳۶۲.

۳- بست، جان. "روش‌های تحقیق در علوم تربیتی و رفتاری"، ترجمهٔ حسن پاشاشریفی و نرگس طالقانی،انتشارات رشد،چاپ هفتم، ۱۳۷۶.

۴- بوام گارتنز، تدای. جکسون، آندرواس . "سنجش و اندازه‌گیری در تربیت بدنی"، ترجمهٔ حسن سپاسی و پریوش نوربخش، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، چاپ اول، بهار ۱۳۷۶.

۵- بروجنی، نادر . "تجزیه و تحلیل پرش طول قهرمانان کشور"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۲.

۶- تندنویس، فریدون . "حرکت‌شناسی"، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، چاپ چهارم، ۱۳۷۴.

۷- جیمز، هی. "بیومکانیک تکنیک‌های ورزشی"، ترجمه جمیل آریایی، انتشارات جهاد دانشگاهی ۱۳۷۰ و ۱۳۷۵.

۸- جنسون، کلین، شولتز، گرهون و بنگرتر، بلور. "حرکت‌شناسی و بیومکانیک کاربردی در ورزش"، ترجمهٔ رضا علیجانیان. انتشارات دانشگاه گیلان، جلد دوم، چاپ اول، خرداد ۱۳۷۶.

۹- دانشمندی،حسن، قراخانلو،رضا و علیزاده، حسین . "حرکات اصلاحی و درمانی"، انتشارات جهاد دانشگاهی گیلان، چاپ اول، ۱۳۷۲.

۱۰- رحمانی، روح‌الله . "دو و میدانی از دیدگاه علوم ورزشی"، انتشارات تهران خاتون، چاپ اول، ۱۳۶۸.

۱۱- سرمد، زهره، بازرگان، عباس و حجازی، الهه. "روش‌های تحقیق در علوم رفتاری"، تهران، انتشارات آگاه، ۱۳۷۸

۱۲- شیرازی، علیرضا، نظری، بهروز. "تحلیل بیومکانیکی حرکت پرش طول در ورزشکاران مرد"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، شهریور ۱۳۷۸.

۱۳- شهبازی، مرتضی . "بیومکانیک ورزشی"، جزوهٔ کلاسی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.

۱۴- قربانیان، بهلول. "تجزیه و تحلیل بیومکانیکی مراحل مختلف پرش ارتفاع (تکنیک فاسبوری فلوپ) و مقایسهٔ برخی ویژگی‌های پرش، پرش‌کننده‌های تیم ملی با پرش‌کننده‌های نخبهٔ مسابقات جهانی"، دانشگاه تهران، شهریور ۱۳۷۷.

۱۵-کرومر، آلن. اچ . "فیزیک برای علوم حیاتی"، ترجمهٔ جمیل آریایی، ناشر حسین قتلوئی، چاپ اول، زمستان ۱۳۶۸.

۱۶-کماسی، پرویز "بیومکانیک کاربردی در ورزش"، انتشارات مبتکران با همکاری سازمان تربیت بدنی، چاپ اول، تابستان ۱۳۷۶.

۱۷-کوهن، لوئیس، هالیدی، میشل . "آمار در علوم تربیتی و تربیت بدنی"، انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی، چاپ دوم، زمستان ۱۳۷۵.

۱۸- محدث، فاطمه. "اندازه‌گیری و تحلیل بیومکانیکی نیروهای وارد بر عضلات پا به روش غیرمستقیم و مقایسهٔ این نیروها در ویژگی‌های آنتروپومتریکی متفاوت در دونده‌های دوی سرعت تیم ملی (مردان)"، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.

۱۹- نادری، عزت‌الله، سیف نراقی، مریم. "روش‌های تحقیق و چگونگی ارزشیابی آن در علوم انسانی"، دفتر تحقیقات و انتشارات بدر، چاپ سیزدهم، دی ماه ۱۳۷۶.

۲۰- همتی‌نژاد، مهرعلی، رحمانی نیا، فرهاد. "سنجش و اندازه‌گیری در تربیت بدنی"، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ اول، اسفند ۱۳۷۵.

۲۱- هیل برج، مارتین، تامسون، پیتر، مولر، هارالد و هویف، هربرت. "تکنیک‌های دو و میدانی"، ترجمهٔ زهرا حسینی، جزوهٔ سازمان تربیت بدنی، ۱۳۷۴.

22- Berg, - W. Greer,- N. "A Kinematic profile of the approach run of novice long jumpers".Journal of applied biomechanics . may 1995, 11(2)(P 142-162) .

23- Conceicao , -F . Gabriel , - R . vilas Boas , J. "Abrantes , J:Kinematical and Dynamical Analysis of long jump Takeoff" . A four cases study. Proceedings of the XIV international symposium on Biomechanics in sports. Lisboa 1996, P.393.

24- Fukashiro , - S .Wakayama , - A . Kojima , T. "World record long jump: three dimentional analysis of take off motion of pawel and lewis" . In Abstracts of the interantional society of Biomechanics , XIVth conggress , paris, 4-8 july 1993 ,vol .I paris ,s,n.

25- Glize , - D. Laurent , - M. "Controling locomotion during the acceleration phase in sprinting and long jumping". Journal of sports sciences , London apr 1997, 15(2) P. 181-189.

26- Hashem , - A . Asem Abu Aisheh. "A Kinematics Analysis of high school championship long jumpers". Proceedings of the XVI. international symposium on biomechanics in sports Germany 1998, P. 145.

27- Hay , -G. "An update on the biomechanics of the long jump" . Nuova - Atletica,(Udine).jan - feb 1995, 23(130).

28- Hay, - G.Miller,-J. "Biomechanics of elite long jumping". Trak technique (Los Altos).Fall 1987, 101 P. 3229-3232.

29- Hay, G . "The Biomechanics of Sport Techniques". Prentic-Hall, Inc ;

Englewood Gliffs New Jersey 07632. 1985.

30- Hay, G. "The Biomechanics of the long jump". Exercise - and - sport - sciences - reviews ,New York : 1986, 14, P. 401,446.

31- Kugovonik , -O . Dolence , -A. "Coh , -M. Kinematic- Dynamic Analysis of the take off action in the long jump". Track - Coach , Spring 1997, 139, P. 4443 -4445, 4453 .

32- Lees , - A. Fowler, -N .Derby , -D. "A Biomechanical analysis of the last stride,touch down and take off characteristics of the women's long jump". Journal of sports science - (London).aug 1993, 11, 4, P. 303-314.

33- Lees , - A.Graham - smith,-P.Fowler,-N . "A biomechanical analysis of the last stride, touch down and take off characteristics of the man long jump". Journal of applied biomechanics.feb 1994, 10, 1, P. 61-78.

34- Luhtanen,-P: komi, -P. "Force - power, and elasticity - velocity - relaion ships in walking, running and jumping". European - Journal - of applied physiology - 1980, 44, 3, P. 279-289.

35- Mikhailov,-N. Yakunin , -N.Aleshinskii, S. "Biomechanical Analysis of the take off in the long jump". Theoria - i-practioa - fizicheskoi-kultury,May 1981, 5,P. 12-15.

36- Quercetani, -R. "Athletics a history of modern TRACK and Fild Athletics, Men and Women". SEP Editrice Srl(cernusco S.N- Milan). Printed in italy - August 2000.

37- Ridka-Drdacka , E. "Amechanical model of the long jump and its application to a technique of reparatorry and take off phases".International Journal of sport biomechanics.nov 1986, 2, 4, P 289-300.

38- Seyfarth, A. Blickhan, R. Van leeuwen, J.L. "Optimum take - off techniques and muscle design for long Jump". Journal of Experimental Biology, January

2000.Volume 203, 4.

39- Shahbazi. Morteza . "A new Biomechnical Aspect for Assessing Mechanical Parameters in the long Jump". Proceeding of the XVI International Symposium on Biomechanics in Sports. Germany 1998, P. 244.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی