

المعادلات الحركية كأساس في حساب الثقل الأنسب بمعلوماتية ميكانيكية الدفع لحمل ثقل أثناء ثني الركبتين نصفاً

أ.م.د/ تامر حسين الشتيحي

Tamer.alshetaihy@fped.bu.edu.eg

٠١٠٠٥٤٠٢١٠٠

ملخص:

يهدف هذا البحث إلى حساب الثقل الأنسب بميكانيكية الدفع وتم اختيار عينة عشوائية مكونة من خمسة لاعبين وقد استخدم الباحث المنهج الوصفي واستخدم الباحث عند جمع البيانات الأدوات التالية:

جهاز رستاميتير - ميزان طبي - جهاز منصة قياس القوة - جهاز حاسب آلي - طابعة - اختبار الوثب العمودي - قوانين نيوتن - استمارة تسجيل بيانات - شريط قياس وقد قام كل لاعب بأداء ثلاث محاولات وثب عمودي على منصة قياس القوة وكانت أهم النتائج:

➤ الوصول إلى المعادلة الحسابية التالية:

القوة المبذولة في الدفع (القدرة) = وزن اللاعب x الجذر التربيعي (ضعف عجلة الجاذبية x المسافة العمودية)

➤ الوصول إلى العلاقة الجدولية التي يتم فيها الكشف المباشر عن الثقل الأنسب بدلالة مسافة الوثب ووزن اللاعب.

الكلمات الدالة: الجاذبية الأرضية، قوانين نيوتن، منصة قياس القوة.

المقدمة:

ليس هناك مدعاة للشك في أن تقدم البحوث البيوميكانيكية يتوقف - إلى حد كبير - على مدى تطوير وإعداد طرق القياس المناسبة التي تتيح إمكانية تسجيل المتغيرات الحركية بدقة ومن ثم تخفيض مدى الخطأ في قياس هذه المتغيرات، والتي تمدنا قدر الإمكان - بالمعلومات الفورية السريعة عن طبيعة المتغيرات البيوميكانيكية للحركة موضع الدراسة.

ويعتبر التطور السريع المتلاحق في المجال الرياضي انعكاساً للتقدم التقني في كافة المجالات العلمية والتطبيقية الأخرى، فأى تطور في فرع من فروع العلم يساهم بصورة أو بأخرى في تطوير التربية البدنية والرياضة، ولقد جاء هذا التطور في المستويات نتيجة لاستخدام الأساليب العلمية والتقنية الحديثة في شتى مجالات المعرفة وبطريقة تطبيقية في المجال الرياضي، مما ساهم في تطوير البحوث والدراسات في المجالات الرياضية، كما أدى إلى تحسين الأداء وتطوير أساليب التدريب للارتفاع بمستوى الانجاز الرياضي. (محمد صبري عمر، ١٩٨٤)

ويشير محمد جابر بريقع (٢٠٠٣) إلى أنه لا بد من وجود تكامل وتوحد للمعرفة بين النظم والعلوم المختلفة وذلك قبل أن يكون هناك أي توقع لأي تقدم في فهم الحركة الإنسانية. (محمد جابر بريقع، ٢٠٠٣)

كما يشير السيد عبدالمقصود (١٩٩٤) إلى أن نظريات التدريب الرياضي الحديث لا تقتصر على التنظيم التربوي لعملية التدريب وخاصة طرق تنظيم عملية التدريب كوحدة من وحدات التربية وبناء المستوى الرياضي العالي، إذ أنها تحدد إلى درجة كبيرة من خلال المعلومات المنبثقة من مجالات علم النفس والفسولوجي والميكانيكا الحيوية ... وكذا من خلال الاستخدام الكامل لهذه المعلومات ومن الممكن أن تكون معلومات نظريات التدريب الرياضي على هيئة وصف أو شرح أو تنبؤات الاستخدام التكنولوجي الأمثل للمعلومات العلمية الخاصة بالتدريب. (السيد عبدالمقصود: ٢٤، ٢٥)

استاذ مساعد بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة - كلية التربية الرياضية للبنين - جامعة بنها.

وتذكر ناهد الصباغ وجمال علاء الدين (١٩٩٩) أن كل نشاط له قانون خاص به والخروج عنه يعتبر خطأ لذلك تبحث الميكانيكا الحيوية في كيف يصل الفرد إلى المستويات الرياضية العالية دون الإخلال بالشروط القانونية المنظمة للسباقات الرياضية المعنية، كما أن الميكانيكا الحيوية فتحت أبواب كثيرة للمدربين للدخول في حل مشاكل التدريب عن طريق البحث العلمي وبالتالي زاد إدراكهم وتفهمهم لمهنة التدريب الرياضي مثل بحث طرق الأداء الفنية في مختلف الأنشطة الرياضية، واستحداث اختبارات موضوعية لقياس وتقييم الاداءات الحركية والمهارية لمختلف الأنشطة، تعديل شكل وتركيب الأدوات واستحداث الجديد في وسائل التدريب الرياضي. (ناهد أنور الصباغ، وجمال علاء الدين، ١٩٩٩)

ويخلص Gird Hochmoth الواجبات الأساسية للميكانيكا الحيوية في النقاط التالية:

- وضع المحددات الخاصة بالأداء الرياضي الأمثل، ومعنى ذلك معرفة أنسب الحلول الميكانيكية الحيوية للحركات الرياضية المطروحة للبحث.
- تعميم المعلومات المكتسبة حول فن الأداء الأمثل لأنواع الرياضة كل على حدة ووضع ذلك في صورة أسس ثابتة للميكانيكا الحيوية تخدم فن الأداء الرياضي الأمثل.
- تطوير مناهج البحث النوعية، فيما يتعلق بالميكانيكا الحيوية من حيث سرعة وفورية الحصول على المعلومات في التدريب فنياً.
- مواصلة تطوير مناهج البحث الخاصة بالميكانيكا الحيوية.
- الاستناد إلى استخدام أسس الميكانيكا الحيوية في التدريبات الخاصة الهادفة إلى تطوير القدرات البدنية. (جيرد هوخموث، ١٩٧٨)

يتطلب المستوى الرياضي الحديث في قطاع البطولة استخدام الأسلوب العلمي لتخطيط وتوجيه عملية التدريب الرياضي والتي تستلزم أن يكون لدى المدرب دلالات موضوعية وفعالية عن حالة اللاعبين الذين يعمل معهم حتى يمكن له أن يخطط بشكل سليم عملية التدريب.

قياس القوة يحتاج لعدد من المرات في حمل الثقل (الأثقال) لكي نحصل على القوة القصوى للاعب والتي يمكن من خلالها تشكيل الأحمال ويستدعي ذلك أن عملية القياس تستهلك وقتاً وجهداً خلال العملية التدريبية ولكن الطريقة المستخدمة تسهل علينا سرعة التعرف على المستوى الحالي للأفراد في التعرف على الثقل الأنسب وليس الأقصى والتي يمكن من خلاله تشكيل الحمل بشكل دوري مراعين في ذلك عدم إجهاد اللاعب في تقدير الثقل فعند القيام بمقارنة بسيطة بين الطريقتين نجد أن الطريقة التقليدية لتقدير الثقل أقصى ثقل يستطيع اللاعب حمله، أما الطريقة المستحدثة فتعتمد على حساب الثقل الأمثل للاعب لتشكيل حمل التدريب أثناء حمل ثقل مع ثني الركبتين، والطريقة التقليدية تحتاج إلى تكرار حمل الثقل بالتزايد لتقدير الحمل أما الطريقة المستحدثة فهي لا تحتاج إلى تكرار القياس بل تعتمد على تسجيل أفضل مسافة عمودية كما ان الطريقة القديمة تستهلك وقتاً كبيراً من البرنامج التدريبي بينما لا تحتاج الطريقة المستحدثة إلى وقت للتعرف على الثقل الأنسب كما ان الطريقة التقليدية تحتاج من اللاعب إلى جهد كبير من اللاعب فهي تؤدي في المكان بجوار حائط لتسجيل المسافة التي نتعرف من خلالها على الثقل الأنسب كما أن الطريقة التقليدية تتم مرة كل شهر نظراً لإضاعة الوقت والجهد بينما الطريقة المستحدثة يمكن حساب الثقل عدة مرات خلال الشهر فهو لا يستهلك وقت أو مجهود وأخيراً فإن تشكيل الحمل في الطريقة التقليدية مرتبط بالاختبار الشهري بينما تشكيل الحمل في الطريقة المستحدثة مرتبط بحالة اللاعب اليومية وفي نهاية عرض المشكلة يمكننا تحديد مشكلة البحث في كونها محاولة علمية لتشكيل حمل التدريب بطريقة مستحدثة مبنية على ميكانيكية الدفع في حساب الثقل الأنسب لحمل ثقل أثناء ثني الركبتين نصفاً وذلك بخلاف الطريقة التقليدية المبنية على معرفة أقصى ثقل يمكن للاعب حمله.

أهمية البحث:

من أحد الاتجاهات الهامة الحديثة في مفهوم التدريب هو فورية التغذية المرتدة بالمعلومات بمعنى:

حصول الشخص الرياضي، والمدرب على حد سواء - بأسرع ما يمكن - على المعلومات المتعلقة بالموقف الفسيولوجي والميكانيكي الحيوي، وما إلى ذلك من مقاييس هامة.

الأهمية العلمية:

وضع أساس تدريبي مستحدث مبني على أسس علمية لتوفير الوقت والمجهود.
الأهمية التطبيقية:

تعديل البرامج التدريبية في ضوء معادلات الحركة والمتغيرات الميكانيكية.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى حساب الثقل الأنسب بميكانيكية الدفع من خلال:

- إيجاد علاقة بين المتغيرات الأنثروبومترية وقدرة اللاعب في حساب الثقل الأنسب ثناء حمل ثقل بثني الركبتين نصفاً وذلك عن طريق اختبار مسافة الوثب العمودي ووزن اللاعب.
- وضع نموذج جدولي يمكن من خلاله حساب الثقل الأنسب بدلالة الكشف عن مسافة الوثب العمودي ووزن اللاعب.

تعريف البحث:

الجاذبية الأرضية: قوة الجاذبية من القوى الخارجية التي لها تأثير حاسم على مسار حركة الجسم ونقطة تأثير محصلة هذه القوى واتجاه خط عملها يكون دائماً لأسفل وهي تساوي وزن الجسم. (ناهد أنور الصباغ، وجمال علاء الدين، ١٩٩٩)

إجراءات البحث:

قامت إجراءات الدراسة على عدد من العمليات مرتبة كالتالي:

المنهج المستخدم:

تم استخدام المنهج الوصفي وذلك لمناسبة هذا المنهج لمشكلة البحث.

عينة البحث:

قام الباحث باختيار عينة عشوائية مكونة من خمسة لاعبين متنوعين في الأوزان والقدرات البدنية وفي رياضات مختلفة.

جدول (١)

التوصيف الإحصائي لبيانات اللاعبين عينة البحث (تجانس عينة البحث) ن = ٥

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
العمر الزمني	سنة	٢١,٤٠	٢٢,٠٠	١,٩٤	٠,٠٨١
الطول	سم	١٧٧,٦٠	١٧٥,٠٠	٦,٢٢	٠,١٥٣
الوزن	كجم	٦٧,٢٠	٦٥,٠٠	١١,٩٢	٠,٢٨٨
العمر التدريبي	سنة	٦,٦٢	٧,٠٠	١,٢٧	٠,٣٩٣
اختبار الوثب العمودي	محاولة (١)	٢٧٤,٨٠	٢٨٠,٠٠	١٦,١٤	٠,١٠٩
	محاولة (٢)	٢٧٦,٦٠	٢٨٢,٠٠	١٣,٨٨	٠,٠٨٦
	محاولة (٣)	٢٧٦,٦٠	٢٨١,٠٠	١٣,٥٧	٠,٣٠١

تشير نتائج الجدول إلى المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لعينة البحث، كما يتضح تجانس فراد العينة في هذه المتغيرات حيث تراوح معامل الالتواء بين (+٣-)

وسائل وأدوات جمع البيانات:

- جهاز الرستاميتير لقياس الطول.
- ميزان طبي لقياس الوزن.
- جهاز منصة قياس القوة.
- اختبار الوثب العمودي من الثبات.
- القوانين الميكانيكية لنيوتن.
- القوانين الميكانيكية للقدرة.
- استمارة تسجيل البيانات.
- شريط قياس.
- جهاز حاسب آلي.
- طابعة.

الإجراءات التنفيذية للدراسة:

تم تطبيق الدراسة بمعمل الميكانيكا الحيوية بكلية التربية الرياضية جامعة كفر الشيخ وذلك بقيام كل لاعب من اللاعبين الخمسة (عينة البحث) بإجراء ثلاث محاولات وثب عمودي على منصة قياس القوة متتالية بتخللهم فترات زمنية للراحة أثناء ضبط جهاز منصة قياس القوة.

المعالجة الإحصائية:

تحقيقاً لهدف البحث استخدم الباحث الأساليب الإحصائية التالية:

- المتوسط الحسابي.
- الوسيط.
- الانحراف المعياري.
- معامل الالتواء.

الأساس العلمي الذي بنيت عليه الدراسة:-
١. معادلة الحركة الرأسية لنيوتن:

$$V^2f = V^2i + 2gh \text{ ----- (1)}$$

مربع السرعة الرأسية النهائية = مربع السرعة الابتدائية + $2 \times$ عجلة الجاذبية \times المسافة الرأسية

$$V^2i = - 2gh \text{ ----- (2)}$$

وحيث أن السرعة النهائية للوثب العمودي = صفراً ،

إذا مربع السرعة الابتدائية للانطلاق = - ($2 \times$ عجلة الجاذبية \times المسافة الرأسية)

والإشارة السالبة هنا تعني أن الحركة ضد الجاذبية، ويمكن تجاهل الإشارة لأننا نحتاج إلى القيمة المطلقة للسرعة الابتدائية للانطلاق (V_i)، حيث أن المسافة الرأسية (h) تمثل المسافة الرأسية المسجلة من اللاعب في اختبار الوثب العمودي من الثبات.

٢. قانون القدرة:

$$\text{Power}(P) = F \cdot V \text{ ----- (3)}$$

القدرة = القوة \times السرعة،

القوة هنا تعني وزن اللاعب ($F=W$)، أما السرعة يمكن التعويض بها من المعادلة (٢) للحركة الرأسية لنيوتن للحصول على مقدار قوة اللاعب في الدفع (P) بالكيلو جرام.

٣. حساب النقل الأنسب في اختبار حمل ثقل ثني الركبتين:

القوة المبذولة في دفع الأرض يمكن التعرف عليها من خلال وزن اللاعب والمسافة المسجلة من العلاقة (٣)، هذه القوة تمثل أعلى مقدار أنتجه اللاعب إلى أن انطلق من الأرض أي عند زاوية ركبة تمثل 180° تقريباً بالتالي لكي نتعرف على مقدار القوة التي يستطيع اللاعب إنتاجها عند زاوية ركبة قائمة أي 90° درجة تعني أن هذا المقدار مقسوماً على ٢

$$\text{Optimum weight} = P/2 \text{ ----- (4)}$$

النقل الأنسب = القوة الناتجة عن الدفع / ٢

مثال: احسب النقل الأنسب للاعب وزنه 80 كجم، استطاع تسجيل مسافة عمودية قدرها 0.6 متراً الحل:

القوة المبذولة في الدفع (القدرة) =

وزن اللاعب \times الجذر التربيعي (لضعف عجلة الجاذبية في المسافة العمودية)

$$\text{Power} = 80 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.6} = 274.48 \text{ kg}$$

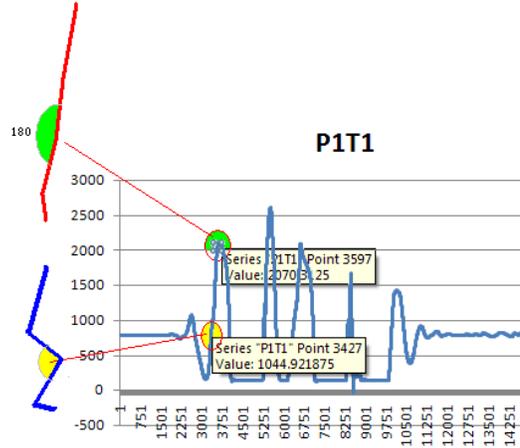
نلاحظ أن السرعة التي انطلق بها اللاعب تمثل 3.43 م/ث

وبالتعرف على أعلى مقدار من القوة التي يبذلها اللاعب في الدفع للوصول إلى المسافة المسجلة وهو في الامتداد الكامل للركبتين 274.48 كجم، أما للحصول على النقل الأنسب في حمل ثقل ثني الركبتين نصفاً أي عند زاوية 90° درجة

أي في منتصف رحلة الدفع يتم ذلك بقسمة المقدار الناتج على ٢ فيصبح ١٣٧,٢٤ كجم لأن ٩٠ درجة نصف الـ ١٨٠ درجة.

٤. الدليل العلمي لإثبات الثقل الأنسب:

استخدام منصة تسجيل القوة للتعرف على مقدار القوة المبذولة لحظة الترك ولحظة ثني الركبتين نصفاً، وذلك على عينة قوامها خمسة لاعبين مختلفي الأوزان حيث قام كل منهم بأداء ثلاث محاولات على منصة القوة متزامنة مع تسجيل المسافة الرأسية وسوف نوضح نموذج للتدليل على ذلك في إحدى المنحنيات. وبعمل المعالجات الميكانيكية كما هو موضح في المثال السابق أمكننا الحصول على ما يلي.

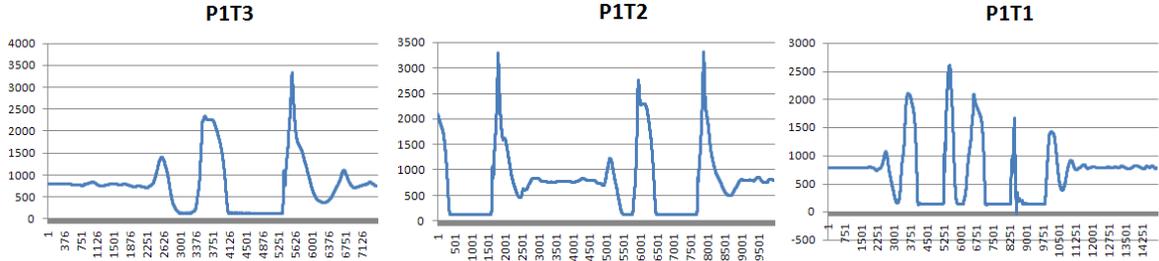


شكل (١) نموذج يوضح مقادير القوة المبذولة (بالنيوتن) خلال مرحلة الدفع في (الوضع ثني الركبتين نصفاً - لحظة الترك) - للاعب ١ المحاولة الأولى

يتضح من الشكل (١) أن مقدار القوة لحظة الترك قد بلغت (٢٠٧٠,٣١) نيوتن في حين أن مقدار القوة لحظة ثني الركبتين نصفاً قد بلغت (١٠٤٤,٩٢) نيوتن وهي تمثل ٥٠% تقريباً من لحظة الدفع، الأمر الذي يدلنا على أنه بحساب قوة الدفع المبذولة من اللاعب لحظة الترك (كجم) يكون الثقل الأنسب في حمل ثني الركبتين يمثل النصف تقريباً.

جدول (٢) تزامن متغيرات الحركة
على جهاز منصة القوة مع الوثب العمودي – للاعب ١ في المحاولات الثلاثة

اللاعب	قوة الدفع على منصة القوة لحظة ترك الترك (نيوتن)	قوة الدفع على منصة القوة لحظة ثني الركبتين نصفاً (نيوتن)	ارتفاع البدء	ارتفاع الدفع	مسافة الوثب العمودي	قوة الدفع لحظة ترك الأرض (كجم)	نسبة الدفع في ثني الركبتين نصفاً الى الدفع لحظة الترك (%)
P1T1	٢٠٧٠,٣١	١٠٤٤,٩٢	٢,٢٦	٢,٨	٠,٥٤	٢١١,٠٤	٠,٥٠٥
P1T2	٢٣٠٨,٦٥	١١٧٧,٤١	٢,١٥	٢,٨٢	٠,٦٧	٢٣٥,٣٤	٠,٥١٠
P1T3	٢٢٤٦,٠٩	١١٢٣,٠٥	٢,١٨	٢,٨١	٠,٦٣	٢٢٨,٩٦	٠,٥٠٠

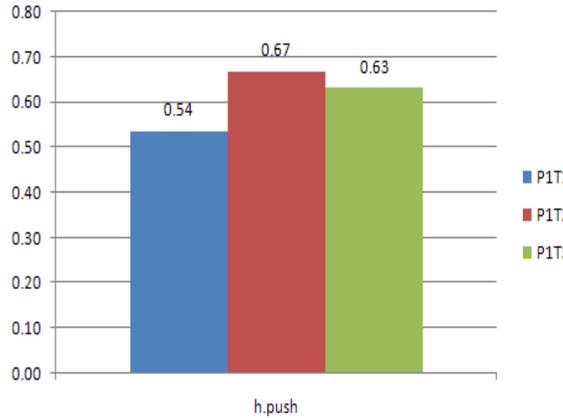


اللاعب ٣ المحاولة ٣

اللاعب ١ المحاولة ٢

اللاعب ١ المحاولة ١

شكل (٢) منحنى الدفع في اختبار الوثب العمودي على منصة القوة للاعب ١ في المحاولات الثلاثة

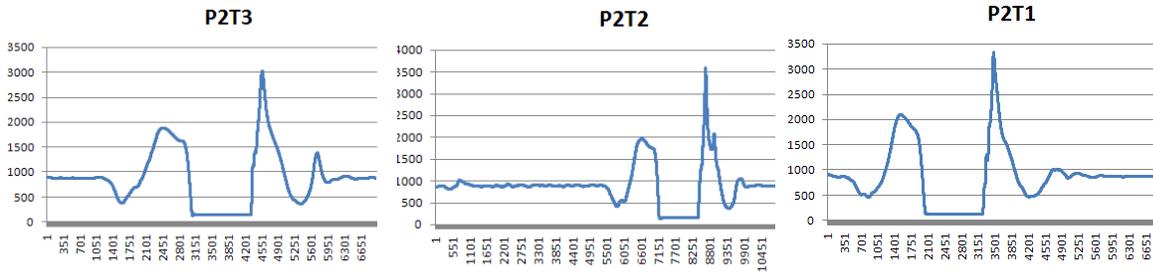


شكل (٣) مسافة الوثب العمودي – للاعب ١ في المحاولات الثلاثة

يتضح من الجدول (٢) اختلاف مقادير قوة الدفع على منصة القوة (٢٠٧٠,٣١)، (٢٣٠٨,٦٥)، (٢٢٤٦,٠٩) نيوتن أدى إلى اختلاف مسافة الوثب العمودي كما هو موضح في الشكل (٣) (٠,٥٤)، (٠,٦٧)، (٠,٦٣)، (٠,٦٣)، (٢٢٨,٩٦) فالرجلين في هذا الوضع لحظة الدفع كانت في حالة الامتداد الكامل للركبة أى أن زاويتها تمثل (١٨٠ درجة)، ويلاحظ ذلك من مقادير الدفع على منصة القوة في لحظة ثني الركبتين نصفاً كانت (١٠٤٤,٩٢)، (١١٧٧,٤١)، (١١٢٣,٠٥) نيوتن وهذه القيمة تمثل ٥٠% تقريباً من مقدار الدفع لحظة الترك

جدول (٣) تزامن متغيرات الحركة
على جهاز منصة القوة مع الوثب العمودي – للاعب ٢ في المحاولات الثلاثة

اللاعب	قوة الدفع على منصة القوة لحظة الترك (نيوتن)	قوة الدفع على منصة القوة لحظة ترك الأرض (كجم)	مسافة الوثب العمودي	ارتفاع الدفع	ارتفاع البدء	قوة الدفع على منصة القوة لحظة ثني الركبتين نصفاً (نيوتن)	نسبة الدفع في ثني الركبتين نصفاً إلى الدفع لحظة الترك (%)
P2T1	٢٠١١,٧١	٢٠٥,٠٧	٠,٣٨	٢,٩٥	٢,٥٧	١٠٤٦,٠٩	٠,٥٢٠
P2T2	١٨٨٤,٧٦	١٩٢,١٣	٠,٣٣	٢,٩٤	٢,٦١	٩٢٣,٥٣	٠,٤٩٠
P2T3	١٨١٦,٤	١٨٥,١٦	٠,٣١	٢,٩٢	٢,٦١	٩٠٨,٢٠	٠,٥٠٠

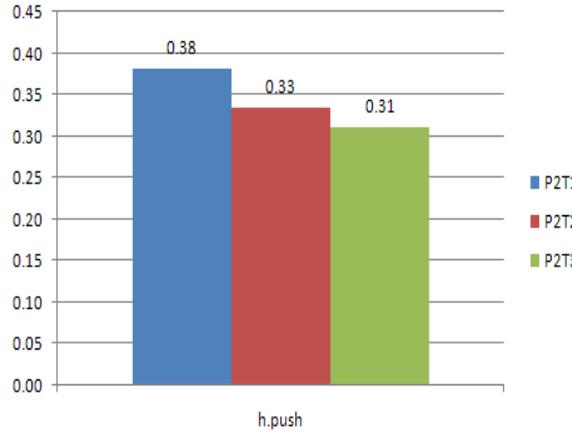


اللاعب ٢ المحاولة ٣

اللاعب ٢ المحاولة ٢

اللاعب ٢ المحاولة ١

شكل (٤) منحنى الدفع في اختبار الوثب العمودي على منصة القوة للاعب ٢ في المحاولات الثلاثة

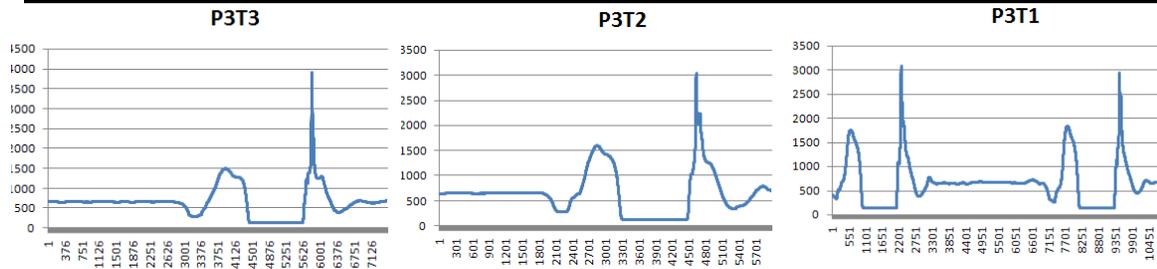


شكل (٥) مسافة الوثب العمودي – للاعب ٢ في المحاولات الثلاثة

يتضح من الجدول (٣) اختلاف مقادير قوة الدفع على منصة القوة لحظة الترك (٢٠١١,٧١)، (١٨٨٤,٧٦)، (١٨١٦,٤) نيوتن أدى إلى اختلاف مسافة الوثب العمودي كما هو موضح في الشكل (٥) (٠,٣٨)، (٠,٣٣)، (٠,٣١) مترًا على الترتيب. ترتب على ذلك اختلاف مقدار قوة الدفع لحظة ترك الأرض بعد التحويل إلى كجم (٢٠٥,٠٧)، (١٩٢,١٣)، (١٨٥,١٦) فالرجلين في هذا الوضع لحظة الدفع كانت في حالة الامتداد الكامل للركبة أي أن زاويتها تمثل (١٨٠ درجة)، ويلاحظ ذلك من مقادير الدفع على منصة القوة في لحظة ثني الركبتين نصفاً كانت (١٠٤٦,٠٩)، (٩٢٣,٥٣)، (٩٠٨,٢٠) نيوتن وهذه القيمة تمثل ٥٠% تقريباً من مقدار الدفع لحظة الترك

جدول (٤) تزامن متغيرات الحركة
على جهاز منصة القوة مع الوثب العمودي – للاعب ٣ في المحاولات الثلاثة

اللاعب	قوة الدفع على منصة القوة لحظة الترك (نيوتن)	قوة الدفع على منصة القوة لحظة ترك الأرض (كجم)	نسبة الدفع في ثني الركبتين نصفاً إلى الدفع لحظة الترك (%)	ارتفاع البدء	ارتفاع الدفع	مسافة الوثب العمودي
P3T1	١٦٥٢,٥٨	١٦٨,٤٦	٠,٥١٥	٢,٠٤	٢,٥٥	٠,٥١
P3T2	١٥٤٢,٩٦	١٥٧,٢٨	٠,٥٢١	٢,١٥	٢,٦	٠,٤٥
P3T3	١٤٠١,٣٦	١٤٢,٨٥	٠,٥١٤	٢,٢٣	٢,٦	٠,٣٧



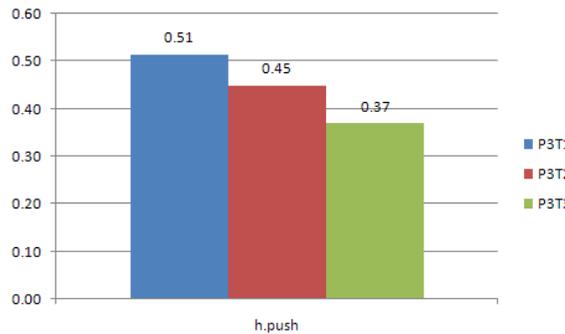
اللاعب ٣ المحاولة ٣

اللاعب ٣ المحاولة ٢

اللاعب ٣ المحاولة ١

شكل (٦) منحنى الدفع في اختبار الوثب العمودي على منصة القوة

للاعب ٣ في المحاولات الثلاثة

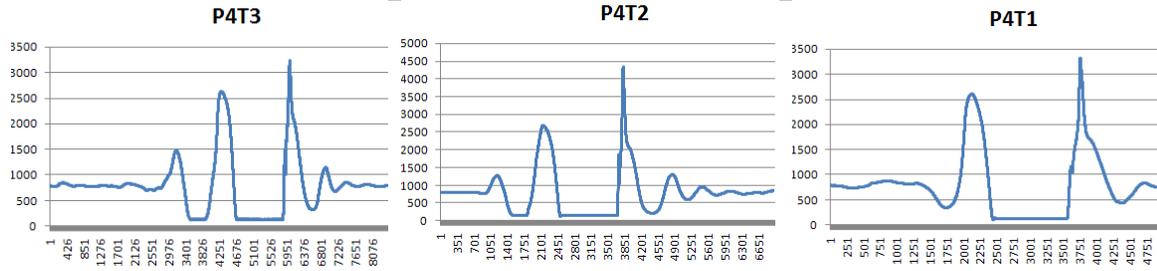


شكل (٧) مسافة الوثب العمودي – للاعب ٣ في المحاولات الثلاثة

يتضح من الجدول (٤) اختلاف مقادير قوة الدفع على منصة القوة لحظة الترك (١٦٥٢,٥٨)، (١٥٤٢,٩٦)، (١٤٠١,٣٦) نيوتن أدى إلى اختلاف مسافة الوثب العمودي كما هو موضح في الشكل (٧) (٠,٥١)، (٠,٤٥)، (٠,٣٧) مترًا على الترتيب. ترتب على ذلك اختلاف مقدار قوة الدفع لحظة ترك الأرض بعد التحويل إلى كجم (١٦٨,٤٦)، (١٥٧,٢٨)، (١٤٢,٨٥) فالرجلين في هذا الوضع لحظة الدفع كانت في حالة الامتداد الكامل للركبة أي أن زاويتها تمثل (١٨٠ درجة)، ويلاحظ ذلك من مقادير الدفع على منصة القوة في لحظة ثني الركبتين نصفًا كانت (٨٥١,٠٨)، (٨٠٣,٨٨)، (٧٢٠,٣٠) نيوتن وهذه القيمة تمثل ٥٠% تقريبًا من مقدار الدفع لحظة الترك.

جدول (٥) تزامن متغيرات الحركة
على جهاز منصة القوة مع الوثب العمودي – للاعب ٤ في المحاولات الثلاثة

الملاعب	قوة الدفع على منصة القوة لحظة ترك الترك (نيوتن)	قوة الدفع على منصة القوة لحظة ترك الركبتين نصفاً (نيوتن)	ارتفاع البدء	ارتفاع الدفع	مسافة الوثب العمودي	قوة الدفع لحظة ترك الأرض (كجم)	نسبة الدفع في ثني الركبتين نصفاً إلى الدفع لحظة ترك الترك (%)
P4T1	١٨٦٤,٢٣	٩٧٤,٩٩	٢,١١	٢,٦٢	٠,٥١	١٩٠,٠٣	٠,٥٢٣
P4T2	١٨٥٨,٢٢	٩٣٦,٥٤	٢,١٤	٢,٦٥	٠,٥١	١٨٩,٤٢	٠,٥٠٤
P4T3	١٨٣٣,٥١	٩٣٣,٢٦	٢,١٦	٢,٦٥	٠,٤٩	١٨٦,٩٠	٠,٥٠٩



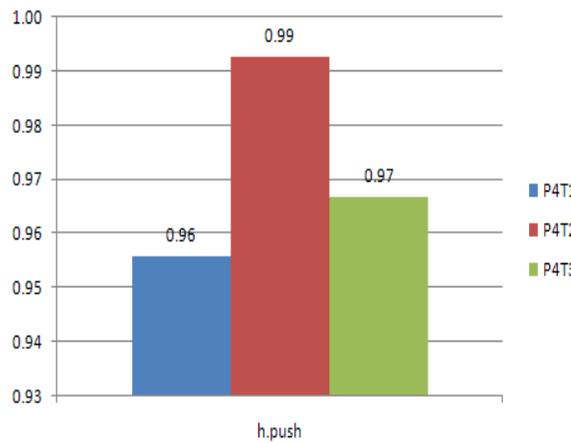
الملاعب ٤ المحاوله ٣

الملاعب ٤ المحاوله ٢

الملاعب ٤ المحاوله ١

شكل (٨) منحنى الدفع في اختبار الوثب العمودي على منصة القوة

للاعب ٤ في المحاولات الثلاثة

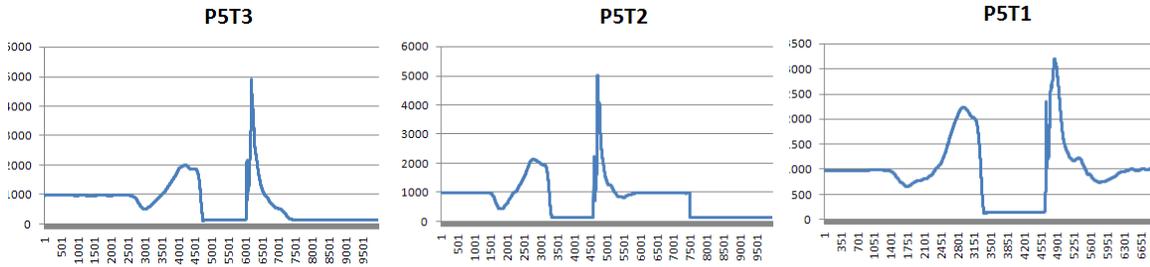


شكل (٩) مسافة الوثب العمودي – للاعب ٤ في المحاولات الثلاثة

يتضح من الجدول (٥) اختلاف مقادير قوة الدفع على منصة القوة لحظة ترك الترك (١٨٦٤,٢٣)، (١٨٥٨,٢٢)، (١٨٣٣,٥١) نيوتن أدى إلى اختلاف مسافة الوثب العمودي كما هو موضح في الشكل (٩) (٠,٥١)، (٠,٤٩)، (٠,٥١) مترًا على الترتيب. ترتب على ذلك اختلاف مقدار قوة الدفع لحظة ترك الأرض بعد التحويل إلى كجم (١٩٠,٠٣)، (١٨٩,٤٢)، (١٨٦,٩٠) فالرجلين في هذا الوضع لحظة الدفع كانت في حالة الامتداد الكامل للركبة أي أن زاويتها تمثل (١٨٠ درجة)، وبلاحظ ذلك من مقادير الدفع على منصة القوة في لحظة ثني الركبتين نصفاً كانت (٩٧٤,٩٩)، (٩٣٦,٥٤)، (٩٣٣,٢٦) نيوتن وهذه القيمة تمثل ٥٠% تقريباً من مقدار الدفع لحظة الترك

جدول (٦) تزامن متغيرات الحركة
على جهاز منصة القوة مع الوثب العمودي – للاعب ٥ في المحاولات الثلاثة

اللاعب	قوة الدفع على منصة القوة لحظة الترك (نيوتن)	قوة الدفع على منصة القوة لحظة تركي في ثني الركبتين نصفاً إلى الدفع لحظة الترك (%)	ارتفاع البدء	ارتفاع الدفع	مسافة الوثب العمودي	قوة الدفع لحظة ترك الأرض (كجم)	نسبة الدفع في ثني الركبتين نصفاً إلى الدفع لحظة الترك (%)
P5T1	٢١٩٢,٣٨	١١٣٥,٦٥	٢,٤٥	٢,٨٢	٠,٣٧	٢٢٣,٤٨	٠,٥١٨
P5T2	٢٠٣٦,١٣	١٠٢٦,٢١	٢,٥٠	٢,٨٢	٠,٣٢	٢٠٧,٥٦	٠,٥٠٤
P5T3	١٩٠٤,٢٩	٩٤٨,٣٤	٢,٥٧	٢,٨٥	٠,٢٨	١٩٤,١٢	٠,٤٩٨

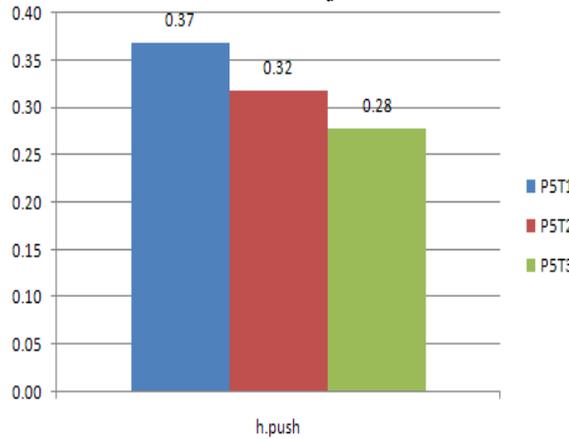


اللاعب ٥ المحاولة ٣

اللاعب ٥ المحاولة ٢

اللاعب ٥ المحاولة ١

شكل (١٠) منحنى الدفع في اختبار الوثب العمودي على منصة القوة للاعب ٥ في المحاولات الثلاثة



شكل (١١) مسافة الوثب العمودي – للاعب ٥ في المحاولات الثلاثة

يتضح من الجدول (٦) اختلاف مقادير قوة الدفع على منصة القوة لحظة الترك (٢١٩٢,٣٨)، (٢٠٣٦,١٣)، (١٩٠٤,٢٩) نيوتن أدى إلى اختلاف مسافة الوثب العمودي كما هو موضح في الشكل (١١) (٠,٣٧)، (٠,٣٢)، (٠,٢٨) مترًا على الترتيب. ترتب على ذلك اختلاف مقدار قوة الدفع لحظة ترك الأرض بعد التحويل إلى كجم (٢٢٣,٤٨)، (٢٠٧,٥٦)، (١٩٤,١٢) فالرجلين في هذا الوضع لحظة الدفع كانت في حالة الامتداد الكامل للركبة أي أن زاويتها تمثل (١٨٠ درجة)، ويلاحظ ذلك من مقادير الدفع على منصة القوة في لحظة ثني الركبتين نصفاً كانت (١١٣٥,٦٥)، (١٠٢٦,٢١)، (٩٤٨,٣٤) نيوتن وهذه القيمة تمثل ٥٠% تقريباً من مقدار الدفع لحظة الترك

وللحصول على الثقل الأنسب بشكل حقيقي بالرغم من اختلافات ارتفاع البداية وارتفاع الدفع يتم اختيار أعلى ارتفاع للبدء، وأعلى ارتفاع للدفع وتلك حدود اللاعب.

حساب الثقل الأنسب لأفراد العينة وفق حدود اللاعب من حيث الوزن ومسافة الوثب العمودي.

مثال (للاعب ١): المعطيات الوزن = ٦٥ كجم، أعلى لارتفاع للبدء = ٢,٢٦ متراً، أعلى ارتفاع للدفع = ٢,٨٢ متراً **المعالجة:**

- مسافة الوثب العمودي = $٢,٨٢ - ٢,٢٦ = ٠,٥٦$ متراً
 - السرعة الرأسية = الجذر التربيعي $(٠,٥٦ \times ٩,٨١ \times ٢) = ٣,٣١$ متر/ث
 - قوة الدفع (القدرة) = الوزن \times السرعة = $٦٥ \times ٣,٣١ = ٢١٥,٤٥$ كجم.م/ث
 - الثقل الأنسب في حمل ثقل ثني الركبتين = $٢ \div ٢١٥,٤٥ = ١٠٧,٧٢$ كجم
- وهكذا بالنسبة لباقي أفراد العينة بالجدول التالي

جدول (٧) الثقل الأنسب في حمل ثقل ثني الركبتين بدلالة الوزن ومسافة الوثب - لأفراد عينة البحث

اللاعب	الوزن	أعلى ارتفاع البدء	أعلى ارتفاع الدفع	مسافة الوثب	السرعة الرأسية	قوة الدفع (القدرة)	الثقل الأنسب
١	٦٥	٢,٢٦	٢,٨٢	٠,٥٦	٣,٣١	٢١٥,٤٦	١٠٨
٢	٧٥	٢,٦١	٢,٩٥	٠,٣٤	٢,٥٨	١٩٣,٧١	٩٧
٣	٥٣	٢,٢٣	٢,٦٠	٠,٣٧	٢,٦٩	١٤٢,٨٠	٧١
٤	٦٠	٢,١٦	٢,٦٥	٠,٤٩	٣,١٠	١٨٦,٠٤	٩٣
٥	٨٣	٢,٥٧	٢,٨٢	٠,٢٥	٢,٢١	١٨٣,٨٢	٩٢

يتضح من الجدول (٧) أن هناك علاقة طردية بين مسافة الوثب العمودي والثقل الأنسب في حمل ثقل ثني الركبتين أي كلما زادت مسافة الوثب العمودي كلما استطاع اللاعب حمل ثقل أكبر.

جدول (٨) نموذج لتقدير الثقل الأنسب جدولياً بدلالة اختبار الوثب العمودي ووزن اللاعب في الوزن من (٦٠ - ٦٩ كجم) ومسافة الوثب من (٠,٣٠ - ٠,٩٠ متراً)

وزن اللاعب	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
0.30	73	74	75	76	78	79	80	81	82	84
0.35	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90
0.40	84	85	87	88	90	91	92	94	95	97
0.45	89	91	92	94	95	97	98	100	101	103
0.50	94	96	97	99	100	102	103	105	106	108
0.55	99	100	102	103	105	107	108	110	112	113
0.60	103	105	106	108	110	112	113	115	117	118
0.65	107	109	111	112	114	116	118	120	121	123
0.70	111	113	115	117	119	120	122	124	126	128
0.75	115	117	119	121	123	125	127	129	130	132
0.80	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137
0.85	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141
0.90	126	128	130	132	134	137	139	141	143	145

الاستنتاجات:

- الوصول إلى العلاقة الحسابية التالية: القوة المبذولة في الدفع (القدرة) = وزن اللاعب x الجذر التربيعي (لضعف عجلة الجاذبية x المسافة العمودية)
- الوصول إلى العلاقة الجدولية التي يتم فيها الكشف المباشر عن الثقل الأنسب بدلالة مسافة الوثب ووزن اللاعب.
- أن القوة المبذولة على منصة قياس القوة لحظة ثني الركبتين نصفاً تمثل ٥٠% تقريباً من القوة المبذولة في الدفع على منصة قياس القوة لحظة الترك.
- القانون الميكانيكي للدفع يمكن من خلاله الاستغناء عن وسيلة القياس (منصة قياس القوة) في بعض الاختبارات البدنية منها الدراسة القائمة (القدرة في الوثب العمودي)

التوصيات:

- استخدام مخرجات جهاز منصة قياس القوة لعمل معالجات أخرى في الاختبارات البدنية المختلفة التي تعتمد على القوة والقدرة.
- استخدام الجدول في تسهيل عمل المدربين والتعرف على الثقل الأنسب بشكل دوري وفي فترات متقاربة أثناء البرنامج التدريبي.
- ضرورة وجود أكثر من جدول يشمل قطاع كبير من الأوزان الخاصة باللاعبين حتى يمكن مراعاة التفاوت الكبير في الأوزان ويبدأ من ٣٥ كيلوجرام إلى ١٢٠ كيلوجرام فأكثر حتى يكون ذلك بمثابة مرجعية لمعظم اللاعبين في الرياضات المختلفة وكذلك يضم الجدول مسافة رأسية ما بين ٢٠سم إلى ٩٠سم متزامناً مع أوزان اللاعبين داخل الجدول.

المراجع:

١. السيد عبدالمقصود : الجوانب الأساسية للعملية التدريبية، مكتبة الحساء، القاهرة، شبرا، ١٩٩٤م.
٢. جيرد هوخموث : الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمي للحركات الرياضية، ترجمة كمال عبدالحميد، دار المعارف، ١٩٧٨م.
٣. سوسن عبدالمنعم : البيوميكانيك في المجال الرياضي، الجزء الأول، دار المعارف بمصر، ١٩٧٧م.
عصام محمد أمين حلمي
محمد صبري عمر
محمد عبدالسلام راغب
٤. سوسن محمد عبدالمنعم : الصدق التجريبي للحساب الرياضي للدفع في الأنشطة الرياضية، بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث جامعة حلوان، المجلد الثاني، العدد الثاني، ديسمبر ١٩٧٩.
٥. طلحة حسام الدين : علم الحركة التطبيقي، الجزء الأول، الطبعة الأولى، مركز الكتاب للنشر، ١٩٩٨.
وفاء صلاح الدين
مصطفى كامل حمد
سعيد عبدالرشيد
٦. عادل عبدالبصير علي : الميكانيكا الحيوية والتقييم والقياس التحليلي في الأداء البدني، المكتبة المصرية للطبع والنشر، ٢٠٠٧.
٧. لؤي غانم الصميدي : البايوميكانيك والرياضة، جامعة الموصل، ١٩٨٧م.
٨. محمد حسن علاوي : اختبارات الأداء الحركي - دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٩٤م.
محمد نصرالدين رضوان
٩. محمد جابر بريقع : المبادئ الأساسية للميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي، الجزء الأول، منشأة المعارف، الإسكندرية، ٢٠٠٢م.
خيرية إبراهيم السكري
١٠. محمد جابر بريقع : الميكانيكا الحيوية، مذكرات كلية التربية الرياضية، جامعة طنطا، ٢٠٠٣.
١١. محمد صبري عمر : استخدام الحاسب الآلي في دراسة وتطوير الأداء الحركي في رياضة التجديف، المؤتمر العلمي الخامس للدراسات وبحوث التربية الرياضية، أبريل ١٩٨٤م.
١٢. ناهد أنور الصباغ : علم الحركة، كلية التربية الرياضية، الإسكندرية، ١٩٩٩م.
جمال علاء الدين