تحليل العلاقة بين بعض المتغيرات الكينماتيكية خلال الدوران الأخير والتخلص في رمي المطرقة للمتقدمين

أ.د. حاجم شاني عودة **م.م. محمد جاسم عثمان**

كلية التربية الرياضية
جامعة البصرة

الملخص العربي:

المقدمة وأهمية البحث التي تضمنت أهمية علم البايوميكانيك في التعرف على الفروق في المتغيرات الكينماتيكية في رمي المطرقة واستخداماته من خلال التحليل الحركي باستخدام الأجهزة التقنية من اجل التعرف على نقاط القصور في الأداء الحركي.

إضافة إلى احتوائه على المشكلة التي كانت عدم استخدام الأسس الصحيحة في العراق وعدم إعطائها نتائج جيدة وقصور لاعبي هذه الفعالية في الأداء الفني وعدم تطبيق الأسس والمبادئ الميكانيكية.

هدف البحث:

- التعرف على العلاقة في قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية خلال الدوران الأخير والتخلص في رمي المطرقة لبطلا العراق للمتقدمين.

فرض البحث:

- وجود علاقة ارتباط في قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية خلال الدوران الأخير والتخلص في رمي المطرقة لبطلا العراق للمتقدمين.

مجالات البحث:

. المجال البشري : بطلا العراق المتقدمين في رمي المطرقة.

. المجال الزماني : الفترة من 11 - 24 /7 / 2012 م

. المجال المكاني : الملعب الخارجي لألعاب القوى، كلية التربية الرياضية . جامعة بابل.

تناولنا في هذا الباب مفهوم البايوميكانيك، كذلك تم تناول الأسس الميكانيكية في رمي المطرقة التي تؤثر تأثيرا كبيرا على الإنجاز ومراحل الأداء الفني لرمي المطرقة.

استخدم الباحثان المنهج الوصفي بأسلوب العلاقات الارتباطية الذي حلل بعض المتغيرات الكينماتيكية لعينة البحث، وتم جمع المعلومات بواسطة ثلاثة كاميرات نوع(**Dejetal**)تر دد (300 صورة/

ثا) من خلال التجربة الرئيسة ثم نقلت هذه المعلومات إلى جهاز الحاسوب لغرض تحليلها مع طريقة حساب المتغيرات ثم المعالجة بالوسائل الإحصائية.

وتضمن الاستنتاجات والتوصيات وقد خرج الباحثان بعدة استنتاجات أهمها ما يأتي :

1اتضح أن عينة البحث حققت تقارباً في بعض المتغيرات مقارنةً بالأبطال المتقدمين وابتعدت كل البعد عن البطل المتميز.

2. ظهرت هنالك علاقات ارتباط معنوية طردية وعكسية لبعض المتغيرات الكينماتيكية.

وانتهى البحث الى عدة توصيات أهمها ما يأتي:

1. التأكيد على سرعة حركة الجسم أثناء الدوران وكذلك سرعة الإطلاق.

2. التأكيد على عمل زوايا الجسم مع زوايا المطرقة خل الدوران.

3. التأكيد على ارتفاع وانخفاض مفاصل الجسم وحسب الحاجة اليها.

الملخص الانكليزي

Abstract

Analysis of the relationship between some variables kinematical during the last rotation and disposal in the throw hammer for applicants

Supervisor

Prof. Dr. Hachim Shani Oda

By

Mohammed Jasim Othman

The study aimed to:

- Provided and the importance of research, which included the importance aware Biomechanical in identifying differences in the variables kinematical in hammer throw and uses through kinetic analysis using technical devices to identify deficiencies in the motor performance.

Add to contain the problem, which was not used the right foundations in Iraq and not to give good results and lack of players this event in the technical performance and the non-application of mechanical principles and foundations.

Objective of this research: Identify the relationship in some values variables kinematical during the last rotation and disposal in the hammer throw champion Iraq to applicants .

- We dealt with in this section concept Biomechanical, has also been addressed mechanical foundations in the hammer throw, which significantly affect the achievement and technical performance stages for the hammer throw .

- Researchers used the descriptive method manner relations relational who analyzed some of the variables kinematical for research sample, were gathering information by three cameras type (Dejetal) frequency (300 image / s) through experience major then transferred the information to a computer for the purpose of analysis with the method of calculating the variables and then treatment by statistical means., and after processing the data to your computer according to the statistical program SPSS Ver 10,

-was reached on a set of conclusions, including:

1. It became clear that the research sample achieved a convergence of some of the variables compared to the heroes of applicants and strayed far from outstanding hero

2. Appeared there were significant correlation relationships and inverse proportional to some variables kinematical

The main recommendations are:

1. Emphasis on the speed of movement of the body during the rotation, as well as speed tee

2. Emphasis on the work of the corners of the body with vinegar hammer angles of rotation

3. Emphasis on the high and low body joints as needed

1 . التعريف بالبحث:

1 . 1 المقدمة وأهمية البحث:

أن التطور السريع الذي حدث في معظم فعاليات ألعابالقوى من خلال تطور مستوياتها الرقمية ما هو إلا نتيجة منطقية للعمل الجاد لإيجاد أفضل السبل الواجب إتباعها عند وضع الحلول الحركية المثلى بما يتفق وطبيعة العمل الميكانيكي للفعالية ذاتها، وأن لكل مهارة أَو فعالية أداءً فنياً مثالياً .

أن معظم الألعاب لها متطلبات فنية وشروط بيوميكانيكية ترتبط بها والتي تفرض على القائمين بالتدريب التركيز عليها من خلال البحث والتشخيص الصحيح لمختلف هذه الشروط، ومن هذه الألعاب فعالية رمي المطرقة التي تتميز بدرجة عالية من صعوبة الأداء الفني المعقد.

كما يمكن اعتمادأكثر من مدخل في الأداء الواحد وفقاً لأهداف مراحل الأداء، إذ يعني المدخل الميكانيكي نوع المعالجة المتبعة في التعامل مع المسارات المدروسة بالقوانين التي تتلائم وطبيعة الحركة فيها.

وتأتي أهمية البحث في دراسة المسارات الكلية والجزئية للأداء فضلاً عن الخصائص الميكانيكية للأداء لفني للاعبين ومدى مايمكن اقتراحه من تطوير في أسلوب الأداء الفني بهدف الوصول بقيم المتغيرات المدروسة إلى الحدود القصوى لعينة البحث.

1 . 2 مشكلة البحث:

يتأثر التفكير في حل المشاكل الحركية بغموض بعض المفاهيم الميكانيكية المحددة للأداء الحركي التي تظهر وجود متغيرات مجهولة لا يمكن الاستدلال عليها إلا من خلال دراسة المشكلة بالاعتماد على جمع المعلومات وتحديد الأهداف الخاصة والإجابة عليها بعد تدوينها بسجل المعلومات إذ تعتمد دراسة المشكلة الحركية على تحديد الأهداف الخاصة بكل حركة وتحليلها من أجل إيجاد المؤشرات الميكانيكية المميزة لها وتحديدها لغرض دراستها من الناحية النظرية والتطبيقية وتشمل هذه المؤشرات تمثيل الكميات الطبيعية بعد قياسها ثم تمثيل المشكلة بيانياً بعد تحديد جميع الكميات المعروفة وتمثيلها وتحديدها بعلامات ورموز من أجل تحديد المشكلة المدروسة وذلك للوصول للحالة الواقعية وتحويلها إلى أرقام يمكن استخدامها في القوانين الميكانيكية للتوصل إلى المدلولات الموضوعية والمنطقية لوضع الحلول الحركية.

ومن خلال ماتقدم فأن مشكلة البحث جاءت لعدم وجود الدراسات في هذا الموضوع بالإضافة إلى انخفاض مستوى الإنجاز للرماة العراقيين برمي المطرقة مقارنةً بالمستويات العربية والعالمية والأسيوية والأولمبية.

إذ ارتأى الباحث[*]، دراسة هذه المشكلة من خلال التحليل وتطبيق الأسس والمبادئ والقوانين الميكانيكية كطريق للنجاح في حل المشكلات الخاصة بالحركات... ومن ثم إمكانية تطبيق الأَداء الفني

(*) بطل العراق لعام 1990- 1991 بدفع الثقل ، وبطل جامعات العراق لعام 2001، ومدرب معتمد في الاتحاد العراقي لألعاب القوى للهواة (فعاليات الرمي والدفع) من عام 2002 ولحد الأن .

بمستوى عالي يتناسب وطبيعة الحركة[1]؛ لبيان المتغيرات الأكثر أهمية والتي تلعب دوراً في تكامل الأداء الفني خلال مرحلة الدوران الأخير والتخلص في رمي المطرقة،لذلك يأمل الباحث أن يُسهم هذا البحث في تقديمِ بعض الحلول العَملية إلى القائمين على التدريب لتطوير مستوى فعالية رمي المطرقة.

2 . الدراسات النظرية:

2 . 1 مفهوم البايوميكانيك:

مرت دراسة حركة الجسم البشري بمراحل تطور متعددة ارتبطت بظهور العديد من الأَجهزة والأَدوات التي استعانت بها العلوم الأُخرى في شتى مجالات الدراسة العلمية،فبالقدر الذي تَحقق فيه تطور هذه الأَجهزة والأَدوات، تطورت دراسة الحركة سواء كان في الحياةِ العامة أَو في الأَداء المتميز كالأَداء الرياضي.

والميكانيكا الحيوية، تعنى دراسة السلوك الحركي في ضوء القوانين والمبادئ الفيزيائية العامة، وهي بهذا المفهوم تعتمد على طرق البحث في الفيزياء التقليدية وما توصلت إليه من طرق ووسائل في محاولة لتطبيق ما يمكن تطبيقه على الجسمِ البشري، أي أنه يمكن تعريف الميكانيكا الحيوية بأنها ذلك العلم الذي يهتم بدراسة حركة الجسم البشري وسكونه من خلال المعلومات والمعارف المرتبطة بالنواحي التركيبية والوظيفية لهذا الجسم، وفي ضوء القوانين التقليدية للميكانيكا وتطبيقاتها[2].

ان مصطلح البايوميكانيك (Biomechanics) هي كلمة إغريقية حيث أن الكلمة ألأولى منها (Bio) تعني الحياة أو الحيوية والكلمة الثانية (Mechanics)، تعني الوسيلة أو الأداة أو الآلة المناسبة فأن تركيب الكلمة يعني الآلة الحيوية وهو العلم الذي يهتم بتحليل الحركة وفقاً للوضع التشريحي للعضلات العاملة ويعمل على تشخيص نقاط القوة والضعف بغرض تقويمها ووضع القوانين المناسبة لتحديد هدف الحركة وتطويرها[31].

كما عرفه نجاح شلش نقلا عن (James Hay 1983)، بأنه يعنى بدراسة القوى الخارجية والداخلية المؤثرة في جسم الإنسان والأثار الحركية الناشئة بسب هذه القوى[42].

و َيعد استخدام القوانين والأُسس الميكانيكية التي تساعد على توضيح أَفضل أَداء حركي للمهارات وكذلك توضيح الأسباب الميكانيكية للنجاح والفشل في أَداءِ الحركة من خلالِ مطابقتها مع الأداء المثالي وفقاً للقوانين والأسس الميكانيكية اذ يمثل التحليل على الطرق التي تُتيح إمكانية تعيين ومعرفة الخَصائص الكينماتيكية للحركة[53] .

2 . 2 الأسس الميكانيكية في فعالية رمي المطرقة:

---

[1] Vzlou G . : Triple Jump Research in Athletic Asia . Vol : 14 , No.1, Nationalist , of Sport, Patiala India ,1985 , P . 29-31 .

[2] طلحة حسين حسام الدين وآخرون : **مذكرة في مبادئ الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة التطبيقي** ، ط1 ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، 1997 ، ص5.

[3] حسين مردان عمر وأياد عبد الرحمن : **البايوميكانيك في الحركات الرياضية** ، ط1 ، مطبعة النجف الأشرف ، 2011 ، ص10.

[4] نجاح مهدي شلش : **بايوميكانيكية الأداء الرياضي** ، دار الضياء ، النجف الأشرف ، 2010 ، ص15.

[5] يسان خريبط ونجاح مهدي شلش : **التحليل الحركي** ، جامعة البصرة ، 1992 ، ص3533 .

2 . 2 . 1 سرعة انطلاق المطرقة:

تلعب سرعة انطلاق المطرقة دورا مهماً في تحقيق الانجاز وهي من أهم المظاهر الميكانيكية المؤثرة على مسافة الإنجاز.

أن من الحقائق الميكانيكية المهمة جداً في تطوير سرعة الانطلاق مرتبط بالمعادلة الآتية:

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر. ان هذه المعادلة تعني:-

* في حالة ثبات السرعة الزاوية، فأن زيادة طول نصف قطر الدوران سيؤدي الى زيادة السرعة المحيطية للمطرقة.

* في حالة ثبات طول نصف القطر، فأن زيادة السرعة الزاوية والتي تدور بها المطرقة ستؤدي الى زيادة السرعة المحيطة للمطرقة.

* يمكن الحصول على السرعة المحيطية الأكبر للمطرقة في حالة الحصول على أكبر قيمة للسرعة الزاوية للمطرقة ولطول نصف القطر[14]

ونتيجةً للدراسات الديناميكية لفعالية رمي المطرقة وجد أن لسرعة الانطلاق أهمية أكبر من زاوية الانطلاق[2].

2 . 2 . 2 زاوية انطلاق المطرقة:

تعرف بأنها الزاوية المحصورة بين المسار الذي ترسمه المطرقة لحظة الانطلاق في الهواء والخط الأفقي الموازي للأرض والمار بمركز ثقل المطرقة عند انطلاقها[3] .وتؤدي زاوية انطلاق المطرقة..دوراً كبيرا في تحديد مسافة الرمي فتؤثر تأثيراً ملحوظاً ... وتتأثر بدورها بكل من سرعة الانطلاق وارتفاع نقطة الانطلاق. ويؤكد محمد عثمان أن هذه الزاوية تصل من (42-44 ْ) حتى يمكن التوصل الى أفضل المواصفات وتتوقف الزاوية على سرعة طيران المطرقة والارتفاع[4].

أن الزاوية المثلى لتحقيق ابعد مسافة أفقية لرمي المطرقة هي (45 ْ) عندما تكون نقطة الانطلاق على نفس مستوى الهبوط ولما كان مستوى نقطة الانطلاق في كافة الفعاليات الرمي والدفع هي أعلى من مستوى نقطة الهبوط نجد أن مقدار الزاوية اقل دائما من (45) درجة[5].

إن الزاوية عندما تكون صغيرة ينتج عن ذلك سرعة أفقية كبيرة نسبيا ونتيجة لذلك لاتظل المطرقة في الهواء طويلاً بما يكفي لقطع مسافة طويلة وبالعكس إذا كانت زاوية المطرقة كبيرة ومن ثم تكون المركبة الرأسية كبيرة والمركبة الأفقية صغيرة[1].

---

[1] قاسم حسن حسين وآخرون : تحليل الميكانيكية الحيوية في فعاليات الساحة والميدان، مطبعة دار الحكمة، البصرة، 1991 ص247248.

[2] كي درويش وعادل عبد الحافظ : فن الرمي والمسابقات المركبة، دار المعارف، مصر، 1977 ، ص38 .

[3] صائب عطية وآخرون : الميكانيكا الحيوية التطبيقية ، دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، 1991 ، ص65.

[4] محمد عثمان : موسوعة ألعاب القوى ، دار القلم ، الكويت ، 1990 ، ص 474 .

[5] صائب عطية وآخرون : مصدر سبق ذكره ، ص 65 .

[1] فؤاد توفيق : البايوميكانيك ، دارالكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، 1988 ، ص198- 199 .

ولمقارنة المسافات الأفقية التي يمكن أن يحققها الجسم المقذوف باختلاف زاوية انطلاقه وافتراض ثبات مقدار سرعة الانطلاق المحصلة، فأن اختلاف زاوية الانطلاق يعني اختلاف في مقادير المركبات الأفقية والرأسية وبالتالي اختلاف في المسافة الأفقية المتحققة.

2 . 2 . 3 ارتفاع نقطة انطلاق المطرقة:

من المعروف في قوانين الحركة انه كلما ارتفعت نقطة انطلاق الأداة كلما ارتفع قوس الطيران، اذ ارتفاع نقطة الانطلاق وطيران الأداة من العوامل التي تؤثر في مسافة الرمي.ويقصد بنقطة انطلاق المطرقة، تلك النقطة الوهمية لمركز ثقل المطرقة لحظة ترك اليدين لها (التخلص)، اذ يفضل أن يصل ارتفاع المطرقة هنا إلى مستوى الكتفين لحظة تركها[2].

ويؤكد طلحة حسين حسام الدين من خلال ما تقدم للأسس الميكانيكية في فعالية رمي المطرقة ففي حالة تساوي كل من ارتفاع نقطة الانطلاق وزاوية الانطلاق فأن المطرقة الأسرع سوف تحقق مسافة أفقية أكبر، وعلى ذلك فالرامي يجب أن يرمي المطرقة بسرعة أكبر ليمكنه تحقيق هذه المسافة ... ولكل ارتفاع وسرعة انطلاق زاوية نموذجية محدده تحقق للمطرقة أقصى مسافة أفقية ممكنه فكلما زاد الفرق بين مستويي الانطلاق والهبوط قل مقدار الزاوية التي يمكن اعتبارها الزاوية النموذجية، وكلما زادت سرعة الانطلاق قل مقدار هذه الزاوية[3].

ويرى الباحثان بأنه لا يوجد هنالك أثر واضح في بعض الأسس الميكانيكية مثل(مقاومة الهواء والجاذبية الأرضية)، وذلك بسبب وزن المطرقة الثقيل والذي يبلغ (7,260)كغم وعدم تأثرها تأثيراً ملحوظاً بهاذين المتغيرين.

2 . 3 مراحل الأداء الفني في رمي المطرقة:

إن مراحل الأداء الفني في رمي المطرقة يمكن تقسيمها على ستة مراحل، اذ اتفق عليها الخبراء والمختصين، ومنهم (**HOWARD PAYNE**)[4]، كمال جميل الربضي[5]، زكي درويش وعادل عبد الحافظ[6]، (**Sandha Varghese**)[7]، والمراحل هي :

1 ـ وقفة الاستعداد ، 2 ـ مسك المطرقة ، 3 ـ المرجحات ، 4 . الدورانات ، 5 ـ التخلص (الرمي) ، 6 ـ التوازن.

1 . وقفة الاستعداد :

---

[2] محمد عثمان : مصدر سبق ذكره ، ص473 .

[3] طلحة حسين حسام الدين : مصدر سبق ذكره ، ص308- 309 .

[4] Howard Payne : ATHLETES IN ACTION . 1985 . p . 221

[5] كمال جميل ألربضي : الجديد في العاب القوى ، الجامعة الأردنية ، الأردن ، 1999، ص334 .

[6] زكي درويش وعادل عبد الحافظ : مصدر سبق ذكره ، 1994 ، ص338 .

[7], INDIA , 2009 , p. 104. Sandha Varghese: Teaching & coaching Athletics , CHAWLA

يقف الرامي في مؤخرة دائرة الرمي مواجهاً بظهره لقطاع الرمي، بحيث تكون القدمان متباعدتين باتساع الكتفين الى حد ما والقدمان متجهان للخارج قليلاً، ووزن الجسم موزع عليهما اذ توضع الرجل اليسرى على خط منتصف الدائرة وتثنى الركبتين نصفاً من مفصل الركبة والجذع يكون معتدلاً ، والجسم كله في حالة ارتخاء وتوازن .

وهنالك عدة أوضاع لمكان وضع المطرقة فأما أن توضع الى الجانب الأيمن خلف الجسم أو بين الرجلين أو الى الجانب الأيسر من جسم الرامي، وتسحب بحركة بندولية من اليسار الى اليمين، ولاتؤثر مرحلة وقفة الاستعداد بشكل مباشر على مسافة رمي المطرقة[1].

2 . مسك المطرقة:

طريقة مسك المطرقة للرامي الذي يستخدم الذراع اليمنى اذ يوضع مقبض المطرقة فوق مفاصل السلاميات الوسطى لأصابع اليد اليسرى، والهدف منها اطالة نصف القطر وسهولة مغادرتها من اليد، على ان يبقى الإبهام منفرداً وتوضع أصابع اليد اليمنى فوق مفاصل أصابع اليد اليسرى ثم يوضع أبهام اليد اليسرى فوق ابهام اليد اليمنى، وهنا يجب أن تكون القبضة بارتخاء وبدون شدة عالية[2] ،

3 . المرجحات:

تعد المرجحات التمهيدية من المستلزمات المهمة للبدء بمرحلة الدوران، فضلاً عن أثرها على مراحل حركة رمي المطرقة، أن الهدف منها هو زيادة سرعة المطرقة والأعداد للدوران الأول وتطويل خط سير المطرقة برجوع رأس المطرقة الى الخلف بأبعد نقطة، اذ يقوم الرامي بسحب المطرقة من الوضع السابق (جهة اليمين) مائلاً علياً مؤدي مرجحتين قبل أن يبدأ بالدوران على أن تكون أدنى نقطة تصل اليها المطرقة أمام قدم الرجل اليمنى أماماً وبزاوية(290 ° – 300 °)، الى حد ما، بينما تكون أعلى نقطة لها خلف الكتف الأيسر في الجهة المقابلة لهاوبزاوية (110 °. 120 °) تقريباً، كما يسعى رامي المطرقة الى دخول المطرقة في مجال دائري حول الجسم بواسطة مد الذراعين الى أقصى ما يمكن وحركة الجسم الذي يصاحب دوران المطرقة، تتحرك الذراعان تبعاً لحركة المطرقة الدائرية حول الجسم في مجال مائل عن الأرض بزاوية (45 °)، أثناءالمرجحات التمهيدية حيث تثني الذراعين عندما تصل اليدين فوق الرأس اذ يكون الساعد الأيمن موازياً للأرض والساعد الأيسر عمودياً علية بينما يتجه النظر بين الذراعين وعندما تصل المطرقة الى أعلى نقطة لها خلف الكتف الأيسر يلف رامي المطرقة بجذعه الى جهة اليمين بسرعة للشد على المطرقة وهي في اتجاهها الى أسفل[1].

أما المرجحة التمهيدية الثانية فتكون أسرع من الأولى الى حد ما، اذ تتم المرجحتان دون أدنى موقف عند تأديتهما، ولكن في بداية المرجحة الثانية ينخفض الكتف الأيسر بدرجة أكبر وأسرع من سابقتها قبل أن

---

[1] زكي درويش وعادل عبد الحافظ : مصدر سبق ذكره ، ص339.

[2] قاسم حسن حسين وآخرون : التدريب بألعاب الساحة والميدان ، دار الحكمة ، بغداد ، 1990 ، ص369.

[1] قاسم حسن حسين وفتحي المهشهش يوسف: الأسس الوظيفية والميكانيكية لفن الأداء الحركي في فعاليات الرمي والدفع ، دار النهضة العربية ، بنغازي ، 2003، ص156.

تصل المطرقة الى أعلى نقطة لها، وتنثني الرجل اليسرى بدرجة أكبر من اليمنى لإطالة طريق المطرقة والاستعداد للدخول الى الدوران الأول[2].

4 . الدورانات: The turns

تعتبر الدورانات من أهم العوامل المولدة للسرعة والمؤثرة على القوة الطاردة المركزية التي تعتبر الأساس في رمي المطرقة الى أبعد نقطة ممكنة[3].

الدورة الأولى: The first turn

بعد الانتهاء من المرجحة الأخيرة، تبدأ الحركة بالدوران عندما يصل رأس المطرقة بعد نهاية المرجحة الثانية الى أدنى نقطة لها من جهة اليمين، وبزاوية (290 º- 300 º)، حيث يتحرك الحوض الأيمن للأمام واليسار ناحية الدوران مع الجزء العلوي من الجسم ليدخل رامي المطرقة بالرجلين (كعب القدم اليسرى ومشط القدم اليمنى)، وركبة الرجل اليمنى هي التي تقود الحركة باتجاه الزاوية (90 º)، وهما في حالة انثناء، والمطرقة للأمام أبعد نقطة، اذ يكون المثلث بين الذراعين ومحور الكتفين مشدودان بعض الشيء لمنع نزول المطرقة الى الأسفل والممتدتان الى أبعد نقطة لإطالة نصف القطر، ويكون اتجاه الرأس والنظر الى رأس المطرقة في كافة الدورانات لأن الرأس هو الذي يقود الحركة، أما بالنسبة الى محور الكتفين والحوض فيكونان متوازيين، وهنا يجب أن يكون الدخول للدوران (هارموني)، وهو مبدأ من مبادئ علم الحركة أي تبدأ الحركة من بطئ الى سريع ثم أسرع ، وعندما يستمر الدوران على كعب قدم الرجل اليسرى ومشط قدم الرجل اليمنى، يرفع مشط القدم اليسرى عن الأرض مرتكزاً على كعبها حيث يبدأ الدوران على الكعب والحافة الوحشية الخارجية للقدم وتدفع الرجل اليمنى الأرض للمساعدة في الدوران ، كذلك يستمر الذراعان في جذب المطرقة التي تبدأ في الارتفاع مع ملاحظة بقاء المطرقة والذراعين على استقامة واحدة وهما ممتدتان، اذ يكون هنالك ارتفاع بسيط لمشط قدم الرجل اليمنى عن مستوى سطح دائرة رمي المطرقة (5 . 10) سنتمتر، والذي فيه يبدأ (الارتكاز الفردي)، عندما تكون المطرقة عند الزاوية (90 º)، اذ يكون زمنه أقصر من زمن الارتكاز الزوجي وعلى رامي المطرقة أن يحافظ على سرعة المطرقة والتوازن وتسمى (بطاقة الوضع)، عندما تكون فيها المطرقة في أعلى نقطة ولاتوجد قوة تؤثر عليها (الارتكاز الفردي)، وفي هذا الوضع يجب أن يكون دوران رامي المطرقة أسرع من المطرقة والركبتان متقاربتان حيث يكون الرامي معلقاً بالمطرقة ويكون الحوض والقدمان متقاطعان، ثم تستمر المطرقة في أعلى نقطة ارتفاع لها وهي في الزاوية (140 º- 150 º)، أما الرجل اليمنى فتكون مستمرة في التحرك حول الرجل اليسرى بقيادة الورك الأيمن وبالقرب من قدم وركبة الرجل اليسرى التي تكون مثنية وذلك لعدم سحب الجسم الى الخارج من قبل القوة الطاردة المركزية والمحافظة على مركز ثقل كتلة الجسم واطأ، هنا يبدأ الرامي في تغيير محور ارتكازه على القدم اليسرى من الكعب الى الحافة

---

[2] قاسم حسن حسين وآخرون : مصدر سبق ذكره ، 1991، ص252.

[3] عبد الرحمن عبد الحميد زاهر : موسوعة فسيولوجيا مسابقات الرمي ، مطابع آمون ، مصر ، 2001 ، ص111.

الوحشية ثم الى مشط قدم الرجل اليسرى وتستمر الرجل اليمنى في التحرك حول الرجل اليسرى وبالقرب منها، حتى تستقر القدمان مرةً أخرى على الأرض، ويسمى هذا الوضع (الارتكاز الزوجي)، والذي يجب أن يكون زمنه أطول من زمن الارتكاز الفردي وذلك لزيادة سرعة المطرقة، الذي ينتج عنه زيادة القوة الطاردة المركزية وهو هدف مهم لرامي المطرقة من أجل زيادة مسافة الرمي بالرغم من الأعباء السلبية، حيث تكون المطرقة هنا في الزاوية (250 °)، وتسمى بطاقة الحركة (التسارع)، عندما تكون فيها القدمان على الأرض وتؤثر عليها (الارتكاز الزوجي)[1]، وهنا يكون الورك والقدمان متوازيين، أما وضع مشط قدم الرجل اليمنى فيكون باتجاه الخارج الى اليمين وذلك للمحافظة على أطول خط لسير المطرقة، أما جسم رامي المطرقة فيبقى وزنه على قدم الرجل اليسرى ولنفس السبب، أما الفتحة بين القدمان فتكون أقل من الفتحة في مرحلة المرجحة، والركبتان تكونان مثنيتين وعند الانتهاء من الدورة الأولى يكون مشط قدم الرجل اليمنى قد لامس دائرة الرمي، أما جسم الرامي فيكون مواجهاً بظهره لقطاع الرمي.

الدورة الثانية : The second turn

عندما تكتمل الدورة الأولى ويتم ملامسة مشط قدم الرجل اليمنى أرض دائرة الرمي (الارتكاز الزوجي)، يكون وزن الجسم مرتكزاً على الرجل اليسرى، وأن المطرقة قد هبطت الى أوطأ نقطة انخفاض لها وهي تتقدم عن نقطة انخفاض المطرقة أثناء المرجحات وفي اتجاه الدوران بزاوية (12 °)، وعلى رامي المطرقة يجب اللحاق بالمطرقة بأسرع مايمكن في هذه اللحظة، بعدها يتحرك الحوض الأيمن للأمام واليسار ناحية الدوران مع الجزء العلوي من الجسم ليدخل رامي المطرقة بالرجلين (كعب القدم اليسرى ومشط القدم اليمنى)، اذ ركبة الرجل اليمنى هي التي تقود الحركة وذلك لضمان عدم اندفاع الجسم باتجاه محيط الدائرة، بعدها تبدأ الرجل اليمنى بترك الأرض عندما تصل المطرقة الى الزاوية (85 °)، ليكون (الارتكاز الفردي)، ثم تستمر المطرقة في أعلى ارتفاع لها وهي في الزاوية (140 °-150 °)، وتستمر الرجل اليمنى في التحرك حول الرجل اليسرى بقيادة لورك الأيمن وبالقرب من قدم وركبة الرجل اليسرى، اذ يكون وزن الجسم مرتكزاً على مشط قدم الرجل اليسرى والجسم في حالة تقاطع بين الكتفين والورك، وهنا تكون هذه الدورة أسرع من الدورة الأولى والمطرقة تنخفض (5 °)، مع ثني الركبتين بدرجة أكبر من الدورة الأولى وذلك لضمان عدم اندفاع الجسم باتجاه محيط الدائرة، اذ المسافة بين القدمان تكون أقل من المسافة بين القدمين في الدورة الأولى وذلك لازدياد السرعة عن الدورة الأولى، وعند الانتهاء من الدورة الثانية يكون مشط قدم الرجل اليمنى قد لامس مستوى دائرة الرمي ليكون هنا (الارتكاز الزوجي) ، اذ تكون المطرقة في الزاوية (240 °)، أما جسم الرامي فيكون مواجهاً بظهره لقطاع الرمي،

الدورة الثالثة : The third turn

---

[1] لخبير الدولي اسعد ناجي : فعاليات الرمي ودفع الثقل ، محاضرات القيت خلال الدورة التدريبية في المركز الاقليمي للاتحاد الدولي ، 2006 ، حيث كان الباحثمشاركاً فيهمثلاً عن العراق.

أما الدورة الثالثة نجدها تختلف عن الدورة الأولى والثانية اذ تكون الساقان في حالة انثناء أكبر من مفصل الركبة وهذا يسبب تعميق وتوسيع مدار المطرقة، كما يوفر شروط الاسراع بالحركة ويساعد على وصول مشط القدم اليمنى الى الأرض بسرعة[15]، اذ تنخفض المطرقة (5 °)، والمسافة بين القدمين أقل من المسافة بين القدمين من الدورة الأولى والثانية، ثم يبدأ قدم الرجل اليمنى بترك الأرض عندما تصل المطرقة الى الزاوية (80 °)، ليبدأ (الارتكاز الفردي)، وتستمر المطرقة في أعلى ارتفاع لها وهي في الزاوية (140 °– 150 °) لتستمر الر جل اليمنى كذلك في التحرك حول الرجل اليسرى بقيادة الورك الأيمن وبالقرب من قدم وركبة الرجل اليسرى، اذيكون وزن الجسم مرتكزاً على كعب قدم الرجل اليسرى والجسم في حالة تقاطع بين الكتفين والورك، بعدها ينتقل وزن الجسم ويرتكز على مشط قدم الرجل اليمنى ويستمر دوران رامي المطرقة بطريقة أسرع من المطرقة نفسها ليهبط مشط قدم الرجل اليمنى على الأرض ويبدأ (الارتكاز الزوجي) اذ تكون المطرقة في الزاوية (230°)، وعند الانتهاء من الدورة الثالثة يكون جسم رامي المطرقة مواجهاً بظهره لقطاع الرمي[26].

الدورة الرابعة: The fourth turn

أما الدورة الرابعة فنجدها تختلف عن الدورة الأولى والثانية والثالثة اذ تكون الساقان في حالة انثناء أعمق من مفصل الركبة وهذا يسبب تعميق وتوسيع مدار المطرقة، كما يوفر شروط الإسراع بالحركة لأن المطرقة أصبحت في أعلى سرعة لها من جراء الدورانات السابقة، ويساعد وصول مشط القدم اليمنى الى الأرض بسرعة انخفاض المطرقة (5 °)، بدرجة أكبر من الدورة الثالثة، ولتصبح المسافة بين القدمين أقل من المسافة بين القدمين في الدورة الأولى والثانية والثالثة، ثم يبدأ مشط قدم الرجل اليمنى بترك الأرض عندما تصل المطرقة الى الزاوية (75 °)، ليكون (الارتكاز الفردي)، ثم تستمر المطرقة في أعلى ارتفاع لها وهي الزاوية (140 °– 150 °)، لتستمر الرجل اليمنى في التحرك حول الرجل اليسرى بقيادة الورك الأيمن وبالقرب من قدم وركبة الرجل اليسرى، حيث يكون مركز ثقل الجسم مرتكزاً على كعب قدم الرجل اليسرى والجسم في حالة تقاطع بين الكتفين والورك، بعدها ينتقل مركز ثقل الجسم ويرتكز على الحافة الوحشية ثم مشط قدم الرجل اليسرى ويستمر دوران رامي المطرقة بطريقة أسرع من المطرقة ليهبط مشط قدم الرجل اليمنى على الأرض ويبدأ (الارتكاز الزوجي)، اذ تكون المطرقة في الزاوية (220°)، وعند الانتهاء من الدورة الرابعة يكون جسم الرامي مواجهاً بظهره لقطاع الرمي ولتبدأ مرحلة الرمي.

5 . التخلص (الرمي): the throwing

أن الهدف من هذه المرحلة هو تحويل السرعة من الرامي الى المطرقة، وعند الانتهاء من الدورة الرابعة يكون مشط قدم الرجل اليمنى قد لامس أرض دائرة الرمي قرب الحافة الداخلية للدائرة من جهة قطاع الرمي

---

[1] كي درويش وعادل عبد الحافظ : مصدر سبق ذكره ، ص351.

[2] فراج عبد الحميد توفيق : النواحي الفنية لمسابقات الدفع والرمي ، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ، الإسكندرية ، 2004 ، ص157.

ومركز ثقل الجسم في أوطأ نقطة له، وهنا تكون المطرقة في الزاوية (220 °)، خلف الجسم، أما قدم الرجل اليسرى (المشط والكعب)، تكون ملامسة الى الأرض بالكامل والمسافة بين القدمان تكونان متباعدتان عن بعضهما، أما بالنسبة لى الذراعان فيسعى الرامي لمدهما خلف الجسم من أجل عدم اجتياز المطرقة لجسمه بصورة مبكرة ليكون محور الكتفين متوازياً مع محور الورك اذ يبدأ الرمي عندما تظهر حركة الرجلين المبكرة ويصل رأس المطرقة لأدنى نقطة في مسارها، عندما تتجه المطرقة لأسفل نتيجة تأثير جذب الرامي لها بقوة، وتمتد الرجلان معاً لأعلى في تلك اللحظة ويكون الدفع بالقدم والرجل اليمنى بفاعلية ودوران الفخذ الأيمن للأمام واليسار، وبفعل رفع الكتفين ومد الذراعين مائلاً عاليا لليسار ودور ان الجسم وخاصة الجذع للخلف في اتجاه قطاع الرمي يترك الرامي المطرقة في نقطة تقع أمام الكتف الأيسر، وقد يميل الرامي بجذعه للخلف لحظة ترك اليدين المطرقة لتنطلق بزاوية اقرب الى (45 °)، في اتجاه قطاع الرمي لأجل بقاء الرامي فترة أطول أمام المطرقة واقتراب محور الورك الأيسر تجاه الرمي، لتتوقف حركة الورك ويتم نقل الطاقة الحركية الى الأطراف السفلى على شكل سلسلة حركية الى الجذع والذراعين فقبل الرمي مباشرةً يهبط كعب قدم الرجل اليسرى استعداداً للرمي ثم تمتد الرجلان كاملةً للوصول الى وضع الوقوف،أما عمل قدم الرجل اليسر ى فتكون في اتصال بالأرض والارتكاز على الأصبع الكبير بقوة، ويلاحظ أن الرجلين تمتدان وتصلان إلى مرحلة التقاطع عند التخلص كما يجب ألا يتركا الأرض حتى يستغلا كمصدر للدفع لأخر مرحلة وحتى تتجنب الدوران الزائد عند الحاجة، كما يجب عدم التعلق بالمطرقة عند أطلاقها لي تتحرك مباشرةً عندما يحس اللاعب أنها أصبحت في المكان والزاوية الصحيحة للتخلص[1]. ان سرعة التخلص من المطرقة تعتمد على سرعة الجزء الأخير من الجسم عند التخلص وأن التتابع والتوقيت الجيدان يتيحان للاعب الحصول على الحد الأقصى لسرعة التخلص من المطرقة، اذ تعتبر سرعة التخلص من المطرقة من العوامل المهمة لتحقيق أبعد مسافة، وبعد وصول القدم اليمنى على مشطها تنخفض المطرقة، وعندما يوازي الجذع القدمين يبدأ الرامي برفع المطرقة ولكن ليس بحركة دوران مثلما سبق ، بل بمد الرجلين المثنيتين وتقوم الرجل اليمنى بالدفع عندما تصل المطرقة الى مستوى الكتفين اذ يبدأ اللاعب التخلص من برمي المطرقة اذ تتركها اليد اليمنى أولاً ثم تستمر اليد اليسرى متصلة لفترة وجيزة قبل أن تتركها هي الأخرى[2].

6 . التوازن:

لكي يحافظ رامي المطرقة على توازنه داخل حدود دائرة الرمي نتيجة سرعة الدوران والرمي وبعد التخلص يعمل على خفض جسمه بسرعة من خلال ثني الركبتين وتقريب مركز كتلة ثقل الجسم الى الأرض وبذلك يزداد توازنه واستقرار جسمه وعدم الخروج من الدائرة[1].

كما لابد من الاشارة الى انه لا توجد مرحلة خاصة بالتغطية في فعالية رمي المطرقة [2].

---

[1] عبد الرحمن عبد الحميد زاهر : مصدر سبق ذكره ، ص 115 .

[2] الاتحاد الدولي لألعاب القوى : **المدخل للتدريب** ، 2009 ، ص 160 .

[1] قاسم حسن حسين وآخرون : **التدريب بألعاب الساحة والميدان** ، دار الحكمة ، بغداد ، 1990 ، ص379 .

ويرى الباحثان بأنه لابد من وجود مرحلة أخرى تضاف الى مراحل رمي المطرقة وهي مرحلة (وضع الرمي)، والتي تسبق مرحلة الرمي (التخلص)، كما يؤكد الباحث على عدم وجود مرحلة بالتغطية.

3 . منهجية البحث واجراءاته الميدانية:

3 . 1 منهج البحث المستخدم :

استخدم الباحثان المنهج الملائم لحل مشكلة بحثهما ، ومن خلال ذلك فقد استخدما المنهج الوصفي بأسلوب المسح والعلاقات الارتباطية اذ يعتبر ذلك من أنسب المناهج لكي يستطيع الوصول الى هدف البحث.

وقد ترتبط المتغيراتمع بعضها البعض ارتباطاً كبيراً أو ترتبط الى حدٍ ما أًو لا ترتبط كليا فيتوقف مقدار الارتباط بصفة عامة على الدرجةِ التي تصاحب فيها الزيادة أو النقصان في أحد المتغيرين بزيادة أو نقصان المتغير الأخر[3].

3 . 2 مجتمع وعينة البحث :

هي الجزء الذي يمثل مجتمع الأصل أو النموذج الذي يجري الباحث مجمل ومحور عمله عليه[4].

أن عينة البحث تكونت من راميين من مجموع أفضل ثلاثة رماة من أبطال العراق اللذين شاركوا في بطولة العراق للمتقدمين لعام (2012) ، اذ كانت النسبة قياساً للمجتمع (66,66 %) . أن اختيار العينة لا يكون اجراءً مقبلاً في البحوث العلمية مالم تكن العينة ممثلة تمثيلاً صادقاً للمجتمع الأصلي، حتى يتمكن الباحث بعد ذلك من التعويل عليها وتعميم نتائج دراسته على المجتمع الأصلي[5]. اذ كان سبب الاختيار العمدي المقيد لعينة بحثه لأنهما الأفضل في تأدية الأداء الفني في فعالية رمي المطرقة. من خلال ما تقدم أجرى الباحثان تجربتهما على عينة من بطلي العراق في فعالية رمي المطرقة، اذ يبين الجدول (1) مواصفات عينة البحث.

جدول (1)

يبين بعض القياسات الجسمية والعمر ومستوى الإنجاز لعينة البحث لبطلي العراق في فعالية رمي المطرقة

ت	الاسم	الطول/ سم	الوزن/كغم	العمر/ سنة	طول نصف القطر/سم	أفضل إنجاز(م)
1	عامر يحيى حسن	191	94	20	72	49,96
2	رعد حمودي حسين	176	89	28	63	49,89

---

[2] الاتحاد الدولي لألعاب القوى : مصدر سبق ذكره ، ص160.

[3] ديبولد . ب فان دالين : **مناهج البحث في التربية وعلم النفس** ، (ترجمة) محمد نبيل نوفل وآخرون ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، 1984 ، ص348.

[4] وجية محجوب : **أصول البحث العلمي ومناهجه** ، ط1، دار المناهج للنشر والتوزيع ، عمان ، 2001 ، ص163.

[5] عبد الجليل ابراهيم الزوبعي ومحمد أحمد الغنام : **مناهج البحث في التربية** ، ج1 ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ، 1981، ص176.

3 . 3 وسائل جمع المعلومات والأجهزة والأدوات المستخدمة:

3 . 3 . 1 وسائل جمع المعلومات:

. المصادر والمراجع العربية والأجنبية.

. البرامجات والتطبيقات المستخدمة في الحاسوب.

. الخُبراء والمختصون.

. استمارة الاستبيان. ملحق (1).

3 . 3 . 2 الأَدوات المستخدمة:

. حاملان ثلاثي للكاميرتان الأمامية والجانبية ورباعي للكاميرا العمودية.

. علامات فسفورية عاكسة لاصقة لتعيين مفاصل الجسم ذات العلاقة .

. مطرقة عدد اثنان زنة (7.260) كغم ذات مواصفات عالمية.

. مقياس رسم (1) متر.

. أسلاك كهربائية وناقلة للصورة وأسلاك (USB).

. شريط قياس معدني صيني منشأ.

. شريط أبيض عدد اثنان بعرض (5) سم وطول (60)متراً لتحديد قطاع الرمي.

. علمان لتحديد نهاية خطي قطاع الرمي.

. سجل عدد واحد لتسجيل الملاحظات مع قلم سوفت .

3 . 3 . 3 الأجهزة المستخدمة :

. ثلاثة كاميرات (CASIO) ، (Dejetal) ، (HIGH SPEED) ، (6 MEGA PIXLS) ذات تردد (300) صورة في الثانية يابانية المنشأ.

. جهاز (LAPTOP) نوع (Dell) صيني المنشأ.

. جهاز (LAPTOP) نوع (هيتاشي)، ياباني منشأ.

3 . 4 التجربة الرئيسة:

تم تصوير عينة البحث يوم الأحد الموافق 11 / 7 / 2012 م، الساعة العاشرة صباحاً على الملعب الخارجي لألعاب القوى كلية التربية الرياضية . جامعة بابل. وتم وضع علامات فسفورية عاكسة على مفاصل الجسم ولكلا الجهتين [رسغ اليد ، المرفق ، الكتف ، مركز ثقل كتلة الجسم (بشكل تقريب)اذ استعيض عنه بنقطة دالة وهي مفصل الورك ، الركبة، رسغ القدم]. لقد ساعد فريق العمل(*)، على إنجاح التجربة الرئيسة من خلال توفير كافة المتطلبات الضرورية.

(*) تكون فريق العمل من:

3 . 5 التصوير الفيديوي:

من اجل معرفة نقاط الضعف في تطبيق الشروط الكينماتيكية وبصورة عملية ودقيقة وبعيدا عن العين المجردة ، ولكي يتم حساب المتغيرات الكينماتيكية بشكل دقيق، فقد لجأ الباحثان إلى استخدام التصوير الفديوي لتحديد الصور التي من خلالها يتم ضبط الحركة وسرعتها. لقد صورت عينة البحث(*)، بثلاث كاميرات نوع (CASIO) ، (Dejetal) ، (HIGH SPEED) ، (6 MEGA PIXLS) يابانية المنشأ ذات تردد (300) صورة في الثانية ، اذ ثبتت على ثلاثة أبعاد لكي يتم تحقيق الغرض اللازم من ذلك ، فقد ثبتت الكاميرا الأولى (الأمامية) على حامل ثلاثي ارتفاعه (1.40)متراً وقيست المسافة من العدسة إلى سطح الأرض، وكان البعد من نقطة العمود النازل من بؤرة العدسة حتى منتصف مجال الحركة في دائرة رمي المطرقة (7.85)متراً أما موقعها فقد وضعت أمام وقوف رامي المطرقة خارج قفص المطرقة. أما الكاميرا الثانية (الجانبية) وضعت كذلك بنفس الطريقة والأبعاد للكاميرا الأولى (الأمامية) ولكن على الجانب الأيمن لوقوف رامي المطرقة خارج قفص المطرقة.

كما ثبتت الكاميرا الثالثة (العمودية) على حامل رباعي ارتفاعه سبعة أمتار بصورة عمودية على محور حركة رامي المطرقة ، مقاسه من بؤرة العدسة حتى منتصف مجال حركة رامي المطرقة، وتم إيصالها بـ (LAPTOP) وضع على الطاولة بواسطة سلك لنقل الصورة من الكاميرا العمودية وبشكل واضح، وذلك لكي يتم السيطرة على مشاهدة الصورة بالشكل الصحيح والواضح في حالة حدوث أي حركه من الأعلى لهذه الكاميرا.أن موقع الكاميرات الثلاثة كانت تظهر حركة دوران النظام كاملةً حتى التخلص.كما تم طَلي رأس المطرقة باللون الأَحمر لكي يبدو واضحاً أَثناء الحركة والتحليل. وقبل بدء الحركة استخدم مقياس الرسم (1) متر، اذ صور كعلامة إرشادية ضابطة. بعدها أعطي لكل رامي من عينة البحث ستة محاولات من داخل دائرة رمي المطرقة، وذلك بعد الانتهاء من الأحماء، وهذا ما يؤكده القانون الدولي لألعاب القوى[1]، اذ تم قياسها من قبل الحكمين(**). وتم بعد ذلك تحليل كافة المحاولات.

3 . 6 المتغيرات الكينماتيكية:

قام الباحثان بعرض استمارة الاستبيان على مجموعة من الخبراء والمختصين(*)، في مجال العاب القوى والبايوميكانيك لتحديد أهم المتغيرات الكينماتيكية التي لها علاقة في فعالية رمي المطرقة ، لأن أداء أي

- أ.م.د أسامة عبد المنعم جواد (علم البايوميكانيك) كلية التربية الرياضية – جامعة بابل .
. عماد أحمد عباس (بكالوريوس ـ تربية رياضية) بغـــــداد .
- علاء فالح عبيد (موظف صيانـة) كلية التربية الرياضية – جامعة بابل .
. عباس لفتة (نادي الجيـش) بغـــــــداد .
(*) أ. م . د علي جواد عبد (قام بتصوير التجربة) كلية التربية الرياضية – جامعة بابل.

[1] القانون الدولي لألعاب القوى : ترجمة المركز الإقليمي ، القاهرة ، 2009 ، ص168 .

(**) الحكمان : السيد أنمار محمود ، السيد بكر حسين.

(*) الخبراء والمختصون:

ـ أ . د . صريح عبد الكريم (علم البايوميكانيك) كلية التربية الرياضية ـ جامعة بغداد .

مهارة رياضية ماهي الا مجموعة متغيرات ميكانيكية، وبعد تفريغ البيانات حصل الباحث على نسبة (80%) فأكثر وبذلك بلغت عدد المتغيرات الكينماتيكية (8) متغيرات، في ضوء نتائج تقويم الخبراء والمختصون، كما مبين في الملحق (2).

1 . سرعة انطلاق المطرقة:

تم قياسها من خلال قياس السرعة اللحظية لحظة ترك يد الرامي للمطرقة واللحظة التي تليها، وحساب المسافة بين الصورتين مقسومة على زمن الصورة حيث أن:

$$\text{زمن الصورة الواحدة} = \frac{1}{\text{سرعة الكاميرا}} \quad \frac{1}{300} \quad ,0 \text{ ثا.}$$

اذ وحدة قياسها (م / ثا).

وهي المسافة التي يقطعها مركز كتلة رأس المطرقة إلى ما بعد انطلاقها لثلاثة صور متتالية، وعن طريق قسمة مسافة الانطلاق على زمن الانطلاق، والذي ينتج عنه السرعة، (م / ثا) .

2 . زاوية انطلاق المطرقة:

وهي الزاوية المحصورة بين المسار الذي يرسمه رأس المطرقة في الهواء وبين الخط الأفقي الموازي للأرض والمار بمركز ثقل رأس المطرقة لحظة انطلاقها[2]. وتقاس من الأمام بـ (الدرجة).

3 . ارتفاع نقطة انطلاق المطرقة:

هي المسافة العمودية المحصورة بين نقطة مركز كتلة رأس المطرقة قبل انطلاقها وسطح الأرض وتكون بصورة عمودية، اذ تم قياسها من خلال الحاسوب وبعد تحويل القياس الصوري إلى قياس حقيقي باستخدام مقياس الرسم، وتقاس بالمتر.

4 . زمن المطرقة خلال الدوران الأخير:

تم حسابه من خلال الزمن المستغرق لحظة بداية الدورة الأخيرة وذلك عن طريق رفع مشط قدم الرجل اليمنى وعودتها ثانيةً الى نفس النقطة ويقاس بـ (ثانية)،

5 . زمن التخلص:

- أ . د . بسمان عبد الوهاب (علم البايوميكانيك) كلية التربية الرياضية - جامعة بغداد .
- أ . د . يعرب عبد الباقي (علم البايوميكانيك) كلية التربية الرياضية - جامعة البصرة .
- أ . م . د . حيدر مهدي (علم البايوميكانيك) كلية التربية الرياضية - جامعة البصرة .
- أ .م . د . ياسر نجاح (علم البايوميكانيك) كلية التربية الرياضية - جامعة بغداد .
- أ . م . د . فلاح مهدي (فسلجه) كلية التربية الرياضية - جامعة البصرة .
- أ . م . د . شذى مهاوش (علم البايوميكانيك) كلية التربية الرياضية - جامعة البصرة .

[2] صائب عطية وآخرون : مصدر سبق ذكره ، ص65 .

وتم حسابه من لحظة ملامسة مشط قدم الرجل اليمنى الأرض بعد نهاية الدورة الأخيرة وحتى لحظة ترك المطرقة يد الرامي. ووحداته (الثانية).

6 . ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الفردي خلال الدوران الأخير:

تم حسابه من خلال قياس الارتفاع بين مركز ثقل كتلة الجسم والمستوى الأفقي لسطح الأرض ، وذلك عند رفع مشط قدم الرجل اليمنى وعودته الى الأرض مرة ثانية. ووحداته (متر).

7 . ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الزوجي خلال الدوران الأخير:

تم حسابه من خلال قياس الارتفاع بين مركز كتلة الجسم والمستوى الأفقي لسطح الأرض ، وذلك عندما تكون القدمان ملامسة الأرض. ووحداته (متر)،

8 . الزاوية المحصورة بين مفصل الكتف والذراع وسلك المطرقة مع الجذع لحظة التخلص:

اذ تم حسابها من خلال الزاوية المحصورة بين مفصل الكتف والذراعين وسلك المطرقة مع الجذع لحظة التخلص، ووحدتها (الدرجة).

3 . 9 الوسائل الإحصائية:

استخدم الباحثان الحقيبة الإحصائية (SPSS) الإصدار (10)، في معالجة استخراج البيانات الخاصة بالبحث إذ استخدم :

1 . الوسط الحسابي:

2 . الانحراف المعياري:

3 . معامل الارتباط البسيط (بيرسون)، للتعرف على مدى العلاقة الموجودة بين قيم متغيرين ومدى ضعف أو قوة هذه العلاقة.

4 . الأهمية النسبية (النسبة المئوية)[1]:

الجزء / الكل × 100

4 . عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها:

4 . 1 عرض وتحليل ومناقشة نتائج بعض المتغيرات الكينماتيكية خلال الدوران الأخير لبطلي العراق في فعالية رمي المطرقة.

من خلال الجدول (2) الذي يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لبعض المتغيرات الكينماتيكية لبطلي العراق برمي المطرقة.

جدول رقم (2)

يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لبعض المتغيرات الكينماتيكية لبطلي العراق في فعالية رمي المطرقة

[1] محمد عبد العال ألنعيمي وحسين مردان ألبياتي: **الإحصاء المتقدم في العلوم التربوية والتربية البدنية مع تطبيقات spss** ، ط1، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع ، ألأردن ، 2006 ، ص101 .

ت	المتغيرات الكينماتيكية	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
1	سرعة انطلاق المطرقة (م/ثا)	23.1250	1.47902
2	زاوية انطلاق المطرقة (°)	42.7666	0.71774
3	ارتفاع انطلاق المطرقة (م)	1.6167	0.08721
4	زمن المطرقة خلال الدوران الأخير (ثا)	0.0 5567	0.02425
5	زمن التخلص (ثا)	0.3133	0.01303
6	ارتفاع مركز كتلة الجسم في الأركاز الفردي خلال الدوران الأخير (م)	0.7733	0.02348
7	ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الزوجي خلال الدوران الأخير (م)	0.8908	0.07786
8	لزاوية المحصورة بين مفصل الكتف والذراع وسلك المطرقة مع الجذع لحظة التخلص (°)	90.5000	4.31699

ظهر أن الوسط الحسابي لعينة البحث لمتغير (**سرعة انطلاق المطرقة**)، (23.1250)، وبانحراف معياري قدره (1.47902)، في حين بلغ الوسط الحسابي للمتميز بطل العالم يوري الصديق (30.3831)، وبانحراف معياري (0.26211)، وبالمقارنة مع نتائج أفضل رمات المطرقة من المتقدمين لبطولة العالم في برلين عام (2009)، وعددهم ثمانية فقد كان الوسط الحسابي لهم (24.6142)، وبانحراف معياري (0.27945).

ومن هنا يتضح أن سرعة الإطلاق لعينة البحث قد اقتربت من الأبطال المتقدمين في العالم وابتعدت عن المستوى المتميز بفارق (7.2581).

أما في المتغير (**زاوية انطلاق المطرقة**)، اذ كان الوسط الحسابي لعينة البحث (42.7666)، وبانحراف معياري (0.71774)، مقارنةً بأبطال بطولة العالم في برلين من المتقدمين اذ كان وسطهم الحسابي (41.4857)، وبانحراف معياري (1.59523). في حين كانت للبطل يوري الصديق (9 .39) ، وبالمقارنة مع أبطال العالم في بطولة برلين يكون الفارق (1.2809) ، اذ اقتربت عينة البحث من المتقدمين وابتعدت عن المتميز يوري بفارق (8666. 2) .

وفي متغير (**ارتفاع انطلاق المطرقة**)، كان الوسط الحسابي لعينة البحث (**1.6167**)، وبانحراف معياري قدره (0.08721)، في حين كان الوسط الحسابي للبطل المتميز يوري الصديق (1.6555)، وانحراف معياري قدره (0.01048). اذ أن عينة البحث ابتعدت عن المستوى المتميز بفارق (0.04).

وفي متغير (**زمن المطرقة خلال الدوران الأخير**)، كان الوسط الحسابي لعينة البحث (0.5567)، وبانحراف معياري (0.02425)، كما كان الوسط الحسابي للأبطال المتقدمين (0.5066)، وانحراف معياري (0.01632). وللمتميز (0.4300)، اذ ابتعدت عينة البحث عن المستوى المتقدم بفارق (0.0501)، وعن المستوى المتميز (1267. 0) .

وفي متغير (**زمن التخلص**)، كان الوسط الحسابي لعينة البحث (0.3133)، وبانحراف معياري قدره (0.01303)، وللبطل المتميز كان الوسط الحسابي (0.272)، وبانحراف المعياري (0.00836). اذ ابتعدت عينة البحث عن المتميز بفارق (0.04).

أما في متغير (**ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الفردي خلال الدوران الأخير**)، كان الوسط الحسابي لعينة البحث (0.7733 ،)وانحر اف معياري (0.02348)، في حين كان الوسط الحسابي للمتميز يوري الصديق (0.815)، وبانحراف معياري قدره (0.03535). اذ كان الفارق (0.04)، ولصالح عينة البحث.

وفي متغير (**ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الزوجي خلال الدوران الأخير**)، كان الوسط الحسابي لعينة البحث (0.8908)، وانحراف معياري (0.07786)، وللبطل المتميز كان الوسط الحسابي (0.695)، وبانحراف معياري بلغ (0.00707). كان الفارق (0.02) ولصالح المتميز يوري الصديق.

أما الوسط الحسابي لمتغير (**الزاوية المحصورة بين مفصل الكتف والذراعين وسلك المطرقة مع الجذع لحظة التخلص**)، فكان لعينة البحث (90.5000)، وانحراف معياري (4.31699)، في حين كان الوسط الحسابي للمتقدمين (91.0000)، وبانحراف معياري مقداره (0.81649). اذ اقتربت عينة البحث من المستوى المتقدم بفارق (0.5)ويعني تطابقها الى حدٍ ما.

4 . 2 عرض وتحليل ومناقشة مصفوفة معاملات الارتباط بين بعض المتغيرات الكينماتيكية خلال الدوران الأخير لبطلي العراق في فعالية رمي المطرقة:

من خلال الجدول رقم (3) الذي يبين مصفوفة معاملات الارتباط بين بعض المتغيرات الكينماتيكية لبطلا العراق بفعالية رمي المطرقة ظهر:

وجود علاقة ارتباط معنوية عكسية بين المتغير (A4)، (**زمن المطرقة خلال الدوران الأخير**)، والمتغير (A1)، (**سرعة انطلاق المطرقة**)، بلغت قيمتها (0.862)، وهي أكبر من القيمة الجدولية والبالغة (0.57) عند درجة حرية (10) واحتمال خطأ عند مستوى دلالة (0.05).

ويرى البلحثان كلما كان زمن الدورة الأخيرة قليل فأن ذلك يعبر تعبيراً واضحاً عن زيادة سرعة الجسم والذراعين في هذه اللحظة والتي حتماً ستنقل سرعة انطلاق عالية للمطرقة.

في حين ظهرت علاقة ارتباط معنوية عكسية بين المتغير (A5)، (**زمن التخلص**)، وقيمتها (0.779 –)، مع متغير (A1)، (**سرعة انطلاق المطرقة**)، وهي أكبر من القيمة الجدولية والبالغة (0.57) عند درجة حرية (10) واحتمال خطأ عند مستوى دلالة (0.05).

ويرى الباحثان أَن هذه العلاقة تشير إلى أَنَ ما تم خلال مرحلة التخلص من أداء صحيح وبزمن قصير وفقاً للهدف من هذه المرحلة إنما كان ذلك دلاله في زيادة سرعة المطرقة خلال لحظة الانطلاق وهذا من المنطقي أن تكون العلاقة دالة عكسية وهو ما تميز به أفراد العينة من تنفيذ مرحلة التخلص بالشكل المطلوب.

ويؤكد الخبراء إن النقصان بالزمن يدل على إن هنالك دفع فعال في عضلات مفاصل الجسم مما أعطى إمكانية لبذل سرعة انطلاق في أقل زمن ممكن[1].

وفي المتغير (A5)، (**زمن التخلص**)، ظهرت علاقة ارتباط معنوية طردية قيمتها (0.787)، مع المتغير (A4)،(**زمن المطرقة خلال الدوران الأخير**)، وهي أكبر من القيمة الجدولية والبالغة (0.57) عند درجة حرية (10) واحتمال خطأ عند مستوى دلالة (0.05).

أَن العلاقة الطردية التي ظهرت بين زمني التخلص وزمن المطرقة خلال الدوران الأخير تشير الى تكامل الربط الفني الصحيح بين زمني هاتين المرحلتين وهي تصب حتماَ في تكامل الأداء الفني لتحقيق النقل الحركي ونقل السرعة في هاتين المرحلتين بالشكل الأَمثل لتحقيق سرعة انطلاق والتي ارتبطت من خلال نقصان الزمنيين في هاتين المرحلتين.

أما معامل ارتباط المتغير (A6)، (**ارتفاع مركز كتلة الجسم خلال الارتكاز الفردي في الدوران الأخير**)، مع المتغير (A3)، (**ارتفاع انطلاق المطرقة**)، كانت علاقة معنوية طردية وقيمتها (0.641)، وهي أكبر من القيمة الجدولية والبالغة (0.57) عند درجة حرية (10) واحتمال خطأ عند مستوى دلالة (0.05).

ويرى الباحثان أن ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الزوجي يشير إلى تحقيق الزوايا الصحيحة المناسبة لاستمرار تحقيق السرعة للجسم بتقليل عزوم قصور الجسم وهذا الوضع كان مناسباً على حدود عينة البحث بما يؤمن لهم تحقيق المد الفعال في هذه المفاصل وتطبيق الدفع اللحظي للوصول إلى أعلى ارتفاع لمركز ثقل الجسم خلال لحظة الانطلاق.

ويؤكد الخبراء على أنه كلما ارتفعت نقطة الانطلاق كلما بعدت نقطة الهبوط مع ما يتحقق من سرعة وزاوية انطلاق لذلك يفضل الرماة طوال القامة، اذ تتناسب تناسباً طردياً مع سرعة الانطلاق وعكسياً مع زاوية الانطلاق[1].

---

[1] ليف ليفنيسون : أسس الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة ، ط4 ، دار المعارف ، القاهرة ، 1986 ، ص87.

[1] زكي درويش وعادل عبد الحافظ : مصدر سبق ذكره ، ص78.

أما معامل ارتباط المتغير (A7)، (**ارتفاع مركز كتلة الجسم خلال الارتكاز الزوجي في الدوران الأخير**)، مع المتغير (A3)، (**ارتفاع انطلاق المطرقة**)، كانت علاقة معنوية طردية وقيمتها (0.876)، وهي أكبر من القيمة الجدولية والبالغة (0.57)عند در جة حرية (10) واحتمال خطأ عند مستوى دلالة (0.05).

ويرى الباحثان أن ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الزوجي يشير إلى تحقيق الزوايا الصحيحة المناسبة لاستمرار تحقيق السرعة للجسم بتقليل عزوم قصور الجسم وهذا الوضع كان مناسباً على حدود عينة البحث بما يؤمن لهم تحقيق المد الفعال في هذه المفاصل وتطبيق الدفع اللحظي للوصول إلى أعلى ارتفاع لمركز ثقل الجسم خلال لحظة الانطلاق.

ويؤكد الخبراء على أنه كلما ارتفعت نقطة الانطلاق كلما بعدت نقطة الهبوط مع ما يتحقق من سرعة وزاوية انطلاق لذلك يفضل الرماة طوال القامة، انتتناسب تناسباً طردياً مع سرعة الانطلاق وعكسياً مع زاوية الانطلاق[2].

وفي نفس المتغير (A7)، (**ارتفاع مركز كتلة الجسم خلال الارتكاز الزوجي في الدوران الأخير**)، كانت هنالك علاقة ارتباط معنوية مع المتغير (A6)، (**ارتفاع مركز كتلة الجسم خلال الارتكاز الفردي في الدوران الأخير**)، والبالغة قيمتها (0.878)، وهي أكبر من القيمة الجدولية والبالغة (0.57) عند درجة حرية (10) واحتمال خطأ عند مستوى دلالة (0.05).

أن العلاقات الطردية بين ارتفاعات مركز كتلة الجسم سواً لحظة الارتكاز الفردي أو الارتكاز الزوجي أو لحظة الانطلاق إنما تشير إلى تكامل الأداء العضلي الديناميكي خلال هذه المراحل الثلاثة وتحقيق مسار مناسب لمركز كتلة الجسم بدأً من الارتكاز الفردي الى الارتكاز الزوجي ولحظة الانطلاق اذ أن التغير في ارتفاعات مركز كتلة الجسم في هذه اللحظات تشير الى إنتاج القوى العضلية المناسبة مع إحداث التغير الصحيح في حركة المفاصل وفقاً للهدف من الحركة المطلوبة وهذا يعني تكامل هذه المتغيرات عند عينة البحث.

أما في المتغير (A8)، (**الزاوية المحصورة بين مفصل الكتف والذراعين وسلك المطرقة والجذع لحظة التخلص**)، فكانت هنالك علاقة ارتباط معنوية مع المتغير (A2)، (**زاوية انطلاق المطرقة**)، وقيمتها (0.748)، وهي أكبر من القيمة الجدولية والبالغة (0.57) عند درجة حرية (10) واحتمال خطأ عند مستوى دلالة (0.05).

ويرى الباحثان أن كبر زاوية الكتف لحظة التخلص تشير الى تحقيق الزاوية التي تدل على الوضع الصحيح للذراعين الذي يفترض أن يَخدُم تحقيق زاوية الانطلاق العالية والمناسبة.

---

[2] زكي درويش وعادل عبد الحافظ : مصدر سبق ذكره ، ص78.

وتشير المصادر على إن أفضل زاوية في هذا الوضع هو الزاوية (90 °)، عندما تكون المطرقة أمام جسم الرامي، وعندما يتخلف الرامي عن هذه الزاوية فسوف يكون خروج المطرقة بالزاوية التي تؤثر على انطلاقها[1].

جدول (3)

يبين مصفوفة معاملات الارتباط بين بعض المتغيرات الكينماتيكية لبطلا العراق بفعالية رمي المطرقة

المتغيرات الكينماتيكية	A1(م/ثا)	A2(°)	A3(م)	A4(ثا)	A5(ثا)	A6(م)	A7(م)	A8(°)
A1(م/ثا)	–	–	–	–	–	–	–	–
A2(°)	0.492	–	–	–	–	–	–	–
A3(م)	0.483	0.228	–	–	–	–	–	–
A4(ثا)	862 *	−0.357	0.461 –	–	–	–	–	–
A5(ثا)	−0.779 *	−0.113	0.277 –	0.787*	–	–	–	–
A6(م)	−0.065	0.234	0.641 *	0.085	0.228	–	–	–
A7(م)	0.338	0.347	0.87 6*	−0.205	−0.102	0.878*	–	–
A8(°)	0.295	0.748*	0.089	−0.400	−0.065	0.126	0.096	–

القيمة الجدولية (0.57)، عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية (6 + 6 – 2 = 10)

5 . الاستنتاجات والتوصيات:

5 . 1الاستنتاجات:

1. اتضح أن عينة البحث حققتتقارباً في بعض المتغيرات مقارنةً بالأبطال المتقدمين وابتعدت كل البعد عن البطل المتميز.
2. ظهرت هنالك علاقات ارتباط معنوية طردية وعكسية لبعض المتغيرات الكينماتيكية.

5 . 2التوصيات:

انطلاقاً من مناقشة النتائج وما أمكن استنتاجه من التحليل الإحصائي للبيانات يضع الباحث التوصيات التالية:

[1], Berlin , 2009. Biomechanical Analysis Of the Hammer Throw IAAF

1. التأكيد على سرعة حركة الجسم أثناء الدوران وكذلك سرعة الانطلاق.

2. التأكيد على عمل زوايا الجسم مع زوايا المطرقة خل الدوران.

3. التأكيد على ارتفاع وانخفاض مفاصل الجسم وحسب الحاجة اليها.

المصادر :

المصادر العربية

. الاتحاد الدولي لألعاب القوى: **المدخل للتدريب** ، 2009 .

ـ حسين مردان عمر وأياد عبد الرحمن: **البايوميكانيك في الحركات الرياضية**، ط، مطبعة النجف الأشرف، 2011.

. ديبولد . ب فان دالين: **مناهج البحث في التربية وعلم النفس** ، (ترجمة) محمد نبيل نوفل وآخرون ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة .

. ريسان خريبط ونجاح مهدي شلش: **التحليل الحركي** ، جامعة البصرة ، 1992 .

. زكي درويش وعادل عبد الحافظ: **فن الرمي والمسابقات المركبة** ، دار المعارف ، مصر ، 1977 .

. صائب عطية وآخرون: **الميكانيكا الحيوية التطبيقية** ، دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل 1991 .

. طلحة حسين حسام الدين وآخرون: **مذكرة في مبادئ الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة التطبيقي** ط1 ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، 1997 .

. عبد الجليل ابراهيم الزوبعي ومحمد أحمد الغنام: **مناهج البحث في التربية** ، ج1 ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ،1981 .

. عبد الرحمن عبد الحميد زاهر: **موسوعة فسيولوجيا مسابقات الرمي**، مطابع آمون، مصر، 2001.

ـ فراج عبد الحميد توفيق: **النواحي الفنية لمسابقات الدفع والرمي** ، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ، الإسكندرية ، 2004 .

. فؤاد توفيق : **البايوميكانيك** ، دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، 1988 .

. قاسم حسن حسين وآخرون: **التدريب بألعاب الساحة والميدان** ، دار الحكمة ، بغداد ، 1990 .

. قاسم حسن حسين وآخرون: **تحليل الميكانيكية الحيوية في فعاليات الساحة والميدان** ، مطبعة دار الحكمة ، البصرة ، 1991.

. قاسم حسن حسين وفتحي المهشهش يوسف: **الأسس الوظيفية والميكانيكية لفن الأداء الحركي في فعاليات الرمي والدفع** ، دار النهضة العربية ، بنغازي ، 2003.

. كمال جميل الربضي: **الجديد في العاب القوى** ، الجامعة الأردنية ، الأردن ، 1999.

. ليف ليفنيسون: **أسس الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة** ، ط4 ، دار المعارف، القاهرة ، 1986.

. محمد عبد العال ألنعيمي وحسين مردان ألبياتي : **ألإحصاء المتقدم في العلوم التربوية والتربية البدنية مع تطبيقات spss** ، ط1، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع ، ألأردن ، 2006 ، ص101 .
. محمد عثمان: **موسوعة ألعاب القوى** ، دار القلم ، الكويت ، 1990 .
. نجاح مهدي شلش: **بايوميكانيكية الأداء الرياضي** ، دار الضياء ، النجف الأشرف ، 2010 .
. وجية محجوب: **أصول البحث العلمي ومناهجة** ، ط1، دار المناهج للنشر والتوزيع ، عمان .

المصادر الأجنبية:

. IAAF: Biomechanical Analysis Of the Hammer Thro , Berlin , 2009.
.Howard Payne : ATHLETES IN ACTION . 1985.
- Sandha Varghese: Teaching & coaching Athletics CHAWLA. , INDIA, 2009

ملحق (1)

ت	المتغيرات الكينماتيكية	نعم	كلا
1	سرعة انطلاق المطرقة.		
2	زاوية انطلاق المطرقة.		
3	ارتفاع انطلاق المطرقة.		
4	سرعة المطرقة خلال الدوران الأخير.		
5	زمن المطرقة خلال الدوران الأخير.		
6	زمن الارتكاز الفردي خلال الدوران الأخير.		
7	زمن الارتكاز الزوجي خلال الدوران الأخير.		
8	زمن التخلص.		
9	ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الفردي خلال الدوران الأخير.		

10	ارتفاع مركز كتلة الجسم في الارتكاز الزوجي خلال الدوران الأخير.		
11	الزاوية المحصورة بين مفصل الكتف والذراع وسلك المطرقة مع الجذع لحظة التخلص.		
12	ارتفاع ركبة الرجل اليسرى في الارتكاز الفردي خلال الدوران الأخير.		

ملحق (2)

يبين بعض المتغيرات الكينماتيكية والنسب المئوية التي تم الاتفاق عليها حسب أراء الخبراء والمختصين

ت	المتغيرات الكينماتيكية	الأهمية النسبية %
1	سرعة انطلاق المطرقة	100
2	زاوية انطلاق المطرقة	100

3	ارتفاع انطلاق المطرقة	100
4	سرعة المطرقة خلال الدوران الأخير	55
5	زمن المطرقة خلال الدوران الأخير	80
6	زمن الأرتكاز الفردي خلال الدوران الأخير	60
7	زمن الأرتكاز الزوجي خلال الدوران الأخير	60
8	زمن التخلص	100
9	ارتفاع مركز كتلة الجسم في الأرتكاز الفردي خلال الدوران الأخير	100
10	ارتفاع مركز كتلة الجسم في الأرتكاز الزوجي خلال الدوران الأخير	100
11	الزاوية المحصورة بين مفصل الكتف والذراع وسلك المطرقة مع الجذع لحظة التخلص	85
12	ارتفاع ركبة الرجل اليسرى في الارتكاز الفردي خلال الدوران الأخير	55