نموذج بيوميكانيكي إحصائي وهرمي لفعاليات الرمي في العاب القوى

*خالد عطيات ، عربي المغربي، أسامة عبد الفتاح **

ملخص

هدفت هذه الدراسة التعرف إلى علاقة قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الإطلاق في فعاليات الرمي قيد الدراسة (دفع الجلة، رمي الرمح، قذف القرص) ومسافة الإنجاز، وتقديم نموذج إحصائي للتنبؤ بهذه المسافة. كذلك التعرف إلى علاقة قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الإطلاق في فعاليات الرمي قيد الدراسة والمتغيرات الأنثروبومترية تمهيداً لتقديم نموذج هرمي لهذه الفعاليات. ولتحقيق ذلك استخدم الباحثون المنهج الوصفي – الارتباطي. على عينة مكونة من (ن=40) لاعب لكل فعالية من فعاليات الرمي قيد الدراسة، وتم اختيارهم بطريقة عمدية. ولمعالجة البيانات إحصائيا قام الباحثون باستخدام برنامج (SPSS) وذلك لحساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري، والالتواء، ومعاملات الارتباط وتحليل الانحدار المتعدد. وتناولت الدراسة المتغيرات الآتية: سرعة وزاوية إطلاق أداة الرمي وارتفاع نقطة إطلاق أداة الرمي عن الأرض لحظة الرمي في هذه الفعاليات، ومسافة الإطلاق في فعالية دفع الجلة وطول خطوة الرمي وزاوية الحدث في فعالية رمي الرمح. وأظهرت نتائج الدراسة: إلى أن زاوية وسرعة إطلاق أداة الرمي من أهم مكونات النموذج الكينماتيكي الهرمي لهذه الفعاليات. وكذلك تم التوصل إلى ثلاث معادلات تتنبأ بمسافة الإنجاز لهذه الفعاليات. ويوصي الباحثون بضرورة التركيز على المتغيرات الكينماتيكية المكونة للنموذج أثناء التدريب على هذه الفعاليات.

الكلمات الدالة: المتغيرات الكينماتيكية، مرحلة الإطلاق، المتغيرات الأنثروبومترية، فعاليات الرمي .

المقدمة

إن التطور السريع الذي شهدته مستويات الإنجاز في معظم فعاليات العاب القوى عامة والرمي خاصة لم يكن وليد الصدفة، وإنما نتيجة للاستخدام المثالي للتكنولوجيا والأجهزة المخبرية في دراسة دقائق وأجزاء الحركة، والذي أدى إلى تطور مستويات الأداء الحركي والفني للرامي من خلال الاستغلال والاستثمار الأمثل للقوى الذاتية للرامي في التغلب على المقاومات الخارجية المؤثرة في الأداء ولصالح الإنجاز، وعليه فإن للأسس الميكانيكية أهمية قصوى في تطوير وتحسين الأداء الرياضي في فعاليات الرمي، فهي تتم تحت إطار قوانين الأجسام المقذوفة، وتأخذ هذه الفعاليات على اختلاف طرق الرمي الإزاحة الأفقية التي تقطعها أداة الرمي هدفاً لها، وتخضع هذه الإزاحة لمجموعة من المتغيرات البيوميكانيكية التي يمكن استثمارها حسب أهميتها للحصول على أفضل انجاز في فعاليات الرمي، ويمكن التعرف إلى قيم هذا المتغيرات من خلال التحليل الحركي، وبالتالي تمكين المدرب والباحث من معرفة الأخطاء الحركية لتجاوزها بهدف تحقيق أكبر إزاحة أفقية ممكنة (الجنابي، 2005).

وتمتاز فعاليات الرمي في العاب القوى بأنها عبارة عن منافسات بين لاعبين يعتمدون على كفاءتهم وقدراتهم البدنية لتحقيق أرقام قياسية جديدة بالاعتماد على التقدم العلمي، والتكنولوجي (الربضي، 2005). كما تمتاز بالتفاعل والتسلسل بين أجزاء الجسم للوصول إلى أقصى سرعة إطلاق لأداة الرمي دون مخالفة اللوائح القانونية (Saratlija, Zagorac, and Babic, 2013). وهذا يتطلب التخطيط السليم المبرمج للارتقاء بمستوى الأداء والإنجاز الرياضي، والذي يعتمد بشكل أساسي على تكامل العلوم الإنسانية والتطبيقية ومنها علم البيوميكانيك، الذي يرتبط بالعديد من العلوم: كالتشريح، والفسيولوجيا، والرياضيات، والفيزياء. وقد زادت الحاجة في السنوات الأخيرة لمثل هذه العلوم الداعمة، فهو أحد العلوم الرياضية التي تعتمد عليها الالعاب الرياضية بشكل عام وفعاليات الرمي بشكل خاص، وذلك بسبب المستويات المتقاربة للأبطال العالميين، وللوقاية من الإصابات الرياضية؛ لأن اللاعبين غالباً ما يتعاملون بالأدوات والأجهزة أثناء التدريب والمنافسات (الفضلي، 2010).

ويشير (Hay, 1993 ؛ Hubbard, Neville, and Scot, 2001؛ Rani and Singh, 2015) إلى أن الهدف الأساسي لفعاليات الرمي في العاب القوى هو تحقيق أبعد إزاحة أفقية لأداة الرمي بالاعتماد على ثلاثة عوامل رئيسة هي:1- ارتفاع نقطة

* وزارة التربية والتعليم. تاريخ استلام البحث 2016/1/14، وتاريخ قبوله 2016/4/5.

© 2018 عمادة البحث العلمي / الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

إطلاق الأداة. وهنا يشير (Lipovsek, Skof, Stuhec, and Coh, 2011) إلى أن ارتفاع نقطة إطلاق المقذوف يتحدد طبقا للقياسات الأنثروبومترية للاعب بالدرجة الأولى. كذلك يشير(Saratlija, et al. 2013) إلى أن الارتفاع الأمثل لإطلاق الرمح يتحدد من خلال حساب 105% من طول اللاعب.

2- زاوية إطلاق أداة الرمي: وهي الزاوية المحصورة بين محصلة مسار مركز ثقل أداة الرمي بعد الإطلاق والخط الأفقي الموازي لسطح الأرض.

3- سرعة إطلاق أداة الرمي: إن سرعة إطلاق أداة الرمي تؤثر في الإزاحة الأفقية لأداة الرمي، ويشير Murakami, (Tanabe, Ishikawa, Isolehto, Paavo, and Akira, 2006) إلى أن سرعة إطلاق الرمح تعد أهم عامل لتحقيق مسافة إنجاز عالية.

إن الإنجاز في فعاليات الرمي لا يعتمد فقط على التكنيك الصحيح، وقيم المتغيرات البيوميكانيكية ، وإنما يتأثر بالخصائص والقياسات الأنثروبومترية: كطول اللاعب وكتلته، حيث تشير الدراسات إلى أن هناك ارتباطاً دال إحصائية بين مسافة الإنجاز في فعالية دفع الجلة، وكتلة الجسم، وطول الذراع التي تقوم برمي الجلة (Tesanovic, Mihajlovic, Bosnjak, and Dragosavljevic, 2010). وفي هذا المجال يشير (الرقاد، 2010)، إلى وجود علاقة ارتباط دالة إحصائيا بين طول اللاعب في فعالية رمي الرمح ومسافة الإنجاز. كذلك يشير (Cho, Stuhec, and Supej 2008) إلى أهمية القياسات الأنثروبومترية ودورها في تحقيق الإنجازات الرياضية، حيث تعد هذه القياسات العلامة الفارقة في حالة تساوي جميع العوامل الأخرى المؤثرة في الإنجاز. وتتحدد نقطة إطلاق أداة الرمي بالدرجة الأولى تبعاً للقياسات الأنثروبومترية كطول اللاعب وطول ذراعه، فمن منظور ميكانيكي يمتلك الرماة الأطول فرصا أفضل من الرماة الأقصر في تحقيق الإنجاز. ويشير (Campos, Games, and Encarnacion,2009) إلى أن ارتفاع نقطة إطلاق أداة الرمي ترتبط بمتغيرات القياسات الأنثروبومترية للرامي، كطول اللاعب وطول ذراعه، وهذه الخصائص غالبا ما تُحدد وراثيا.

وهنا يأتي دور تصميم النماذج (Models) في المجال الرياضي الذي يساعد على: تحديد العلاقات بين العوامل البيوميكانيكية المؤثرة في الإنجاز، وتجنب الإصابات الرياضية، وتوفير الأساس النظري الضروري لدراسة الأهمية النسبية للمتغيرات المؤثرة على نتائج المهمة الحركية، والمساعدة في التخطيط، فهذه كلها تمكن المدربين من التركيز على المتغيرات البيوميكانيكية المهمة التي تؤثر بشكل كبير في مسافة الإنجاز، واختيار هذا المتغيرات بطريقة موضوعية بعيداً عن العشوائية، ويقلل من استخدام التجربة والخطأ (Chow and Knudson, 2011). ويرى الباحثون أن هذا المتغيرات تعتمد بشكل أساسي على تكنيك الرامي وقدراته البدنية والحركية والقياسات الأنثروبومترية، فجوهر التكنيك الرياضي مبني على استغلال قدرات اللاعب تحت إشراف وتوجيه المدرب من خلال فهمه للقوانين البيوميكانيكية. ويشير(Ganter, 2013)؛ إلى أن هذه النماذج توفر إمكانية إعطاء تغذية راجعة فورية للاعبين، وتساعد في تقليل الوقت اللازم لمعالجة البيانات في التحليل الكينماتيكي

ويشير (Morris and Bartlet ,1996) إلى أن سرعة إطلاق الرمح تعدُّ أفضل مؤشر للتنبؤ بمسافة الرمي الأفقية. ومن أجل تحسين الاداء والارتقاء بمستوى الانجاز للاعبين للوصول إلى المستويات العليا والدورات الاولمبية كان لزاماً الاستفادة من نتائج البحوث البيوميكانيكية، واستخدام وتوظيف التكنولوجيا(عمر، 2005). ولتحقيق ذلك يجب تحليل تلك الفعاليات والتعرف إلى المتغيرات الكينماتيكية التي تساهم في فعالية التكنيك، حيث يساهم علم البيوميكانيك في ذلك، من خلال دراسة القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على الجسم البشري، والآثار الناتجة عن هذه القوى. فهو يسعى إلى تطوير فهم اكبر للقوانين والمبادئ الكامنة وراء الأداء البشري (Blazevich, 2010). وفي هذا المجال يشير (حسين و شاكر، 1998) إلى أن علم البيوميكانيك هو العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلاً يعتمد على الوصف الفيزيائي (الكينماتيك)، بالإضافة للتعرف إلى مسببات الحركة(الكينتيك) بما يكفل اقتصاداً وفعالية في الجهد، وتبرز اهمية التحليل الحركي في كون ان العين البشرية المجردة لا تستطيع متابعة جميع التحركات لقطاعات الجسم والمفاصل المختلفة في نفس الوقت، وهذا يتطلب استخدام الادوات المختلفة مثل كاميرات الفيديو وبرمجيات التحليل المحوسبة.

مشكلة الدراسة

تعد رياضة العاب القوى بشكل عام، وفعاليات الرمي بشكل خاص من الرياضات القديمة التي يقام لها الكثير من البطولات العالمية والعربية، حيث إن هناك العديد من المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في أداء اللاعبين والتي لا يراعيها الكثير من القائمين على

عملية التدريب في فعاليات الرمي، وبالتالي تنعكس سلباً على الإنجاز الرياضي. على اعتبار أن هذا المتغيرات من أهم العوامل التي يبنى عليها تطور مستوى الإنجاز. وبالإضافة إلى أن الاعتماد على قدرة المدرب وإمكانياته الفنية فقط بحيث يكون المصدر الأساسي الأول في عملية التدريب غير كافٍ لمواكبة التطورات العلمية الهائلة، وبالتالي لن يكون بمقدور المدربين واللاعبين مواكبة ركب دول العالم في هذه الرياضة. فمن خلال خبرة الباحثين وعملهم في مجال التدريب في العاب القوى وجدوا أن اختيار اللاعبين غالباً ما يتم من خلال الملاحظة الخارجية لكتلة اللاعب وطوله من قبل المدرب دون التطرق إلى العوامل المؤثرة في الإنجاز الرياضي. ومن خلال المناقشات وتبادل الآراء مع مدربي العاب القوى في الأردن تم التوصل إلى أن المدرب الوطني غالباً ما يعتمد على الملاحظة الذاتية البسيطة في عملية تقويم الأداء الفني للاعبين، وهذا التقويم غالباً ما يشوبه بعضاً من القصور بسبب سرعة الحركة وتعدد متغيراتها. ومن خلال المناقشات التي تمت مع لاعبي فعاليات الرمي وجد الباحثون بأنهم يشعرون بعدم القدرة على التطور بشكل يتناسب مع المجهود الذي يبذل في التدريب. الا أن موضوع التنبؤ بمسافة الانجاز لفعاليات الرمي في العاب القوى، وتقديم نموذج هرمي واحصائي لم يحظ بالبحث والدراسة بدرجة كافية بالرغم من علاقته الايجابية مع الاداء.

وفي ظل نقص الدراسات السابقة حول التنبؤ بسافة الانجاز لفعاليات الرمي في العاب القوى يأمل الباحثون أن تزودنا هذه الدراسة بمعلومات علمية دقيقة تهتم بتقديم معادلات للتنبؤ بمسافة الإنجاز لفعاليات الرمي في العاب القوى، من خلال التركيز على المتغيرات الكينماتيكية المهمة التي تؤثر بشكل كبير في مسافة الإنجاز، واختيار هذه المتغيرات بطريقة موضوعية بعيداً عن العشوائية، والتقليل من استخدام التجربة والخطأ.

أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من الجوانب الآتية:

1- قلة الدراسات في المكتبات العربية التي حاولت بناء نماذج كينماتيكية بالاعتماد على المتغيرات الكينماتيكية، والقياسات الأنثروبومترية للاعبين.

2- تعد هذه الدراسة محاولة من الباحثين لاستكشاف أفضل النماذج الكينماتيكية التي تساهم في زيادة الازاحة الافقية لأدوات الرمي، بالاعتماد على قيم المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الإطلاق في هذه الفعاليات، بالإضافة إلى ما يمتلكه الرامي من قياسات أنثروبومترية.

3- تهتم هذه الدراسة بالقياسات الأنثروبومترية للاعبين، حيث تدخل هذه القياسات في العديد من المبادئ الميكانيكية بدءاً من كونها تُعبر عن مقدار قصور الجسم الذاتي إلى كمية الحركة، وقوة الدفع، والقوى الخارجية، فهي محاولة من الباحثين لتوظيف هذا المتغيرات بهدف تطوير مهارات الرامي بناءً على قياساته الأنثروبومترية.

4- تقديم البيانات بأشكال رقمية مما يرفع من موضوعية هذه البيانات، بمعنى تعزيز الجانب الموضوعي للتحليل الكينماتيكي.

5- تعد هذه الدراسة محاولة من الباحثين لإيجاد معادلات تتنبأ بمسافة الإنجاز في فعاليات الرمي معتمدةً على قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية.

أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة التعرف إلى:

1- علاقة قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة إطلاق أداة الرمي في فعاليات الرمي قيد الدراسة (دفع الجلة، رمي الرمح، قذف القرص) بمسافة الإنجاز، تمهيداً لتقديم نموذج إحصائي مقترح للتنبؤ بهذه المسافة.

2- علاقة قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة إطلاق أداة الرمي في فعاليات الرمي قيد الدراسة (دفع الجلة، رمي الرمح، قذف القرص) والمتغيرات الأنثروبومترية تمهيداً لتقديم نموذج هرمي مقترح لهذه الفعاليات.

تساؤلات الدراسة

هدفت الدراسة إلى الإجابة عن التساؤلات الآتية :

1- ما العلاقة بين قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة إطلاق أداة الرمي في فعاليات الرمي قيد الدراسة (دفع الجلة، رمي الرمح، قذف القرص) ومسافة الإنجاز، لتقديم نموذج إحصائي للتنبؤ بهذه المسافة؟

2- ما العلاقة بين قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة إطلاق أداة الرمي في فعاليات الرمي قيد الدراسة (دفع الجلة، رمي الرمح، قذف القرص) والمتغيرات الأنثروبومترية ،لتقديم نموذج هرمي لهذه الفعاليات؟

مصطلحات الدراسة

* النموذج البيوميكانيكي الهرمي والإحصائي (Statistical and hierarchical Biomechanical Model): هو عبارة عن هيكل (بناء) يشمل المتغيرات الكينماتيكية الأكثر مساهمة في أمكانية التنبؤ بمسافة الإنجاز في فعاليات الرمي قيد الدراسة، بالإضافة إلى المتغيرات الأنثروبومترية التي ترتبط بها بعلاقة ذات دلالة إحصائية. بالإضافة إلى المعادلات التي تتنبأ بمسافة الإنجاز لهذه الفعاليات (تعريف إجرائي).

* القياسات الأنثروبومترية (Measurements Anthropometry)": تعتبر من القياسات المباشرة وهي العلم الذي يدرس قياسات الجسم البشري وأجزائه وإظهار الاختلافات التركيبية فيه " (علاوي ورضوان،2001).

* الكينماتيك (Kinematic): هو العلم الذي يهتم بدراسة الوصف الخارجي للحركة دون التطرق إلى القوى المسببة لهذه الحركة، وهو مصطلح يوناني ويعني الحركة (حسين و شاكر، 1998).

محددات الدراسة

1- المحدد البشري: تم إجراء هذه الدراسة على عينة من أبطال العالم في فعاليات دفع الجلة ورمي الرمح، وقذف القرص.

2- المحدد المكاني: تم إجراء هذه الدراسة في عمان – الأردن.

3- المحدد الزماني: تم إجراء هذه الدراسة في الفترة الزمنية ما بين 2014/5/1-3/1م.

الدراسات السابقة

هدفت دراسة (حسن، وناصر، ومحمد، 2001)، إلى تحديد بعض متغيرات الأداء الحركي للاعبي قذف القرص في العراق وتشخيصها ومقارنتها بما هو متوافر عالمياً، والتعرف إلى العلاقات الارتباطية بين هذه المتغيرات والإنجاز الرقمي لمسافة الرمي. وتكونت عينة الدراسة من (6) لاعبين ممن شاركوا في بطولة العراق. وتم تصويرهم باستخدام كاميرا واحدة بلغت سرعتها (50) صورة/ث. وتم تناول المتغيرات الآتية: زمن التحضير للدوران، زمن ترك الأرض عند الدورات الأولى، زمن التحضير للرمي، وزمن التخلص (زمن الإطلاق)، زاوية الإطلاق، ارتفاع نقطة الإطلاق، وسرعة الإطلاق. وتم حساب المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، ومعامل الارتباط لهذه المتغيرات. وأظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة ارتباط بين متغيرات الدراسة ومسافة الإنجاز، لكنها علاقة غير دالة إحصائيا باستثناء متغير زاوية إطلاق القرص الذي كان له دلالة إحصائية.

أجرى (طاهر، ومجهول، وعبد الحمزة، 2007) دراسة هدفت للتعرف إلى طبيعة العلاقة بين أهم المتغيرات الكينماتيكية ومسافة الإنجاز ، كذلك إلى نسبة مساهمة هذه المتغيرات في الإنجاز عند لاعبي دفع الجلة. وتكونت العينة من (5) لاعبين من أبطال الفرات الأوسط في العراق، وتم تحليل أفضل محاولتين لكل لاعب. وتم التصوير باستخدام كامرتين سرعة كل منهما (25) صورة /ث. واستخدم الباحثون لمعالجة البيانات التي تم الحصول عليها من التحليل الحركي: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والدرجة المعيارية المعدلة(ت)، ومعامل الارتباط، وتناول الباحثون المتغيرات الآتية في دراستهم: سرعة إطلاق الجلة، وزاوية إطلاق الجلة، وارتفاع نقطة الإطلاق. وأظهرت نتائج الدراسة أن مسافة الإنجاز في فعالية دفع الجلة لها علاقة دالة إحصائيا مع سرعة إطلاق الجلة بقيمة ارتباط (0.67)، وكذلك مع زاوية الإطلاق بقيمة ارتباط (0.63).

قام (Byun, Fujii, Murakami, Endo, Takesako, Gomi, and Tauchi, 2008) بدراسة هدفت إلى تقديم نظرة ميكانيكية عامة لأداء المرشحين النهائيين في فعالية دفع الجلة للرجال في بطولة العالم لألعاب القوى (2007)م، وكذلك التعرف إلى الاختلافات البيوميكانيكية بين طريقتي الزحلقة والدوران. وتكونت عينة الدراسة من عشرة لاعبين ممن تأهلوا إلى الدور النهائي في البطولة، وتم تحليل أفضل محاولة لهؤلاء اللاعبين، أما تصوير اللاعبين فتم باستخدام كامرتي تصوير بلغت سرعة كل منهما (60) صورة /ث. وتناولت الدراسة ثلاثة متغيرات رئيسة هي: زاوية إطلاق الجلة، وارتفاع مركز ثقل الجلة عن الأرض لحظة دفعها، وسرعة إطلاقها. وأظهرت نتائج الدراسة أن هناك علاقة ارتباط دالة إحصائيا بين مسافة الإنجاز وسرعة إطلاق الجلة، كذلك تعتبر سرعة إطلاق الجلة وحدها ليست كافية لشرح عملية اكتساب التسارع، وكمية الحركة لكامل الجسم.

وفي دراسة أخرى حاول (Tesanovic, et al., 2010) التعرف إلى العلاقة بين مؤشر كتلة الجسم والقياسات الأنثروبومترية بمسافة الإنجاز المتحققة في فعالية دفع الجلة. وتكونت العينة من (112) لاعبا أعمارهم تراوحت ما بين (14.6-15.6) عام.

وشملت الدراسة المتغيرات الآتية: طول اللاعب، مؤشر كتلة الجسم، طول الذراع التي تقوم بالرمي، طول كف اليد، وطول الرجل. وأظهرت نتائج الدراسة أن هناك علاقة ارتباط دالة إحصائيا بين كتلة الجسم وطول الذراع التي تقوم بالرمي، ومسافة الإنجاز المتحققة، بينما لم تظهر نتائج الدراسة علاقة دالة إحصائيا بين مسافة الإنجاز وبقية متغيرات الدراسة.

كما قام (Badura, 2010)؛ بدراسة هدفت إلى التحليل البيوميكانيكي لفعالية قذف القرص في نهائيات بطولة برلين (2009) م. وتكونت العينة من (8) لاعبين ممن تأهلوا إلى الدور النهائي في البطولة. وتم التصوير باستخدام كامرتين بلغت سرعة كل منهما (50) صورة/ث. وتناول الباحث المتغيرات الآتية: سرعة إطلاق القرص، زاوية إطلاق القرص، متوسط سرعة مركز الثقل، ومسافة الإنجاز. وأظهرت نتائج الدراسة أن مسافة الإنجاز لدى عينة الدراسة تراوحت ما بين (63.17 –69.43) م، وأن سرعة قذف القرص تراوحت ما بين (23.9– 24.9)م/ث. في حين تراوحت زاوية إطلاق القرص ما بين (32.4 –38.9°)، أما متوسط سرعة مركز ثقل الجسم فبلغ (1.88)م/ث، كما أشارت نتائج الدراسة إلى عدم وجود ارتباط أو علاقة دالة إحصائيا بين سرعة إطلاق الأداة ومسافة الإنجاز.

وقام (محمد،2012)، بدراسة هدفت للتعرف إلى قيم المتغيرات البيوميكانيكية ذات العلاقة بالإنجاز في فعالية قذف القرص، وايجاد معادلة تنبؤيه لأهم المتغيرات البيوميكانيكية في فعالية قذف القرص، وتصميم نموذج نظري بايوميكانيكي للتنبؤ بالإنجاز الأفضل في فعالية قذف القرص. وتم تحليل (51) محاولة ناجحة في بطولة أندية العراق (2011–2012)م. وتم التصوير باستخدام (4) كاميرات بلغت سرعة كل منها (50) صورة/ث. وتناول الباحث (23) متغيرا بايوميكانيكيا بعد اطلاعه على المصادر العلمية. واستخدم العلاقات الارتباطية لمعرفة أي المتغيرات أكثر إسهاماً في الإنجاز وتم فرز خمسة متغيرات بايوميكانيكية تُعد أكثر المتغيرات المؤثرة بالقيمة الرقمية للإنجاز، وعلى هذا الأساس تم تصميم معادلة تنبؤيه باللجوء إلى معادلات تحليل الانحدار. وأظهرت نتائج الدراسة أن النموذج النظري البيوميكانيكي يتنبأ بقيمة الإنجاز في ظروف مثالية، وبناءً على هذا فإن القيمة الحقيقية للإنجاز ستكون غير مطابقة لقيمة الإنجاز التنبؤية، ولكنها قريبة جدا منها.

وهدفت دراسة(Hussain and Bari, 2012) إلى تحليل فعالية رمي الرمح معتمدين على العلاقة الارتباطية للعوامل والمتغيرات البيوميكانيكية التي تحقق أقصى إزاحة أفقية في فعالية رمي الرمح. وتكونت عينة الدراسة من (6) لاعبين من جامعة اليغار(Aligarh) الاسلامية في الهند. وتم التصوير باستخدام كاميرتين، بلغت سرعتهما (30) و(60) صورة/ث. وتناولت الدراسة المتغيرات الآتية: سرعة إطلاق الرمح، زاوية الإطلاق، ارتفاع نقطة إطلاق الرمح عن الأرض، زاوية الحدث، ومسافة الإنجاز. وأظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة ارتباط دالة إحصائيا بين مسافة الإنجاز وسرعة إطلاق الرمح، وعدم وجود علاقة ارتباط دالة إحصائيا بين مسافة الإنجاز وزاوية إطلاق الرمح، وزاوية الحدث، وارتفاع نقطة إطلاق الرمح عن الأرض لحظة إطلاق الرمح.

في حين قام (Abraham, 2013)؛ بدراسة هدفت إلى التنبؤ بأداء رماة دفع الجلة من خلال بعض القياسات الأنثروبومترية المختارة. وتكونت عينة الدراسة من (20) لاعبا في فعالية دفع الجلة والمسجلين في المنظمة الرياضة(SAL) في الهند. وتم اختيار بعض القياسات الأنثروبومترية مثل الطول الكلي للاعب، كتلة اللاعب، طول كلا من: الساق، الفخذ، الذراع، العضد، والساعد، محيط كلا من: الساق، الفخذ، الصدر، العضد، والساعد. واستخدم الباحث معامل الارتباط، وتحليل الانحدار في معالجة البيانات التي تم الحصول عليها من القياسات الأنثروبومترية. وأظهرت نتائج الدراسة أن هناك ثلاثة قياسات أنثروبومترية لها ارتباط بمسافة الإنجاز في دفع الجلة وهذه القياسات هي: الكتلة، محيط العضد، ومحيط الساعد، ولم يتم العثور على علاقات ارتباطية مع بقية المتغيرات .

وقام (Sugumar , 2014)؛ بدراسة هدفت إلى تقديم رؤية بايوميكانيكية لأداء الرجال في فعالية دفع الجلة، كذلك التعرف إلى العلاقات بين المتغيرات الكينماتيكية ومسافة الإنجاز، وتكونت عينة الدراسة من (6) رماة في فريق جامعة (Annamali). وتم التصوير باستخدام كامرتين، سرعة كل منهما(25) صورة/ث. تم وضعهما على جانبي دائرة الرمي وعلى بعد (12) م. وتناولت الدراسة المتغيرات الآتية: سرعة إطلاق الجلة، زاوية إطلاق الجلة، مسافة الإنجاز، وزاوية الذراع لحظة إطلاق الجلة. وأظهرت نتائج الدراسة إلى أن زاوية إطلاق الجلة ترتبط بعلاقة دالة إحصائيا مع سرعة إطلاق الجلة، وبلغ معامل الارتباط بينهما (0.87)، وأنها ترتبط أيضاً بعلاقة دالة إحصائيا مع مسافة الإنجاز، وبلغ معامل الارتباط بينهما (0.84)، وأن سرعة إطلاق الجلة ترتبط بعلاقة دالة إحصائيا مع مسافة الإنجاز، وبلغ معامل الارتباط بينهما (0.92).

الاستفادة من الدراسات السابقة

1– ساعدت الباحثون على تحديد ماهية وأهمية المشكلة قيد البحث.

2- ساعدت الباحثون في طريقة اختيار العينة.
3- ساعدت الباحثون في تحديد المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في مسافة الإنجاز .
4- وجهت الباحثون إلى القياسات الأنثروبومترية المؤثرة في مسافة الإنجاز.
5- ساعدت الباحثون على تحديد منهجية الدراسة المستخدمة.
6- أرشدت الباحثون إلى أنسب الأساليب الإحصائية العلمية المستخدمة في معالجة البيانات .
7- أرشدت نتائج تلك الدراسات الباحثون في مناقشة نتائج الدراسة الحالية وتفسيرها.

وتميزت هذه الدراسة عن الدراسات السابقة بعدة جوانب أهمها:

1- شمولية الطرح، فمعظم الدراسات السابقة تناولت فعالية واحدة من فعاليات ألعاب القوى، وبعض المتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في الأداء، في حين تناولت هذه الدراسة ثلاث فعاليات من فعاليات الرمي في ألعاب القوى .

2- ارتباط هذه الدراسة بعملية التدريب الرياضي من خلال ما ستقدمه من معلومات علمية دقيقة يستطيع المدرب من خلالها تقويم الأداء الفني للرامي، وبناء عملية التدريب على أساس هذه المتغيرات الكينماتيكية.

3- تعد هذه الدراسة من الدراسات العلمية القليلة التي حاولت أيجاد قيم رقمية للمتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الأداء في فعاليات الرمي، دون الاعتماد على الجانب النظري (القوانين الفيزيائية) فقط.

4- يأمل الباحثون أن تكون هذه الدراسة محاولة جادة لإيجاد علاقة بين القيم الرقمية للمتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في الأداء لفعاليات الرمي قيد الدراسة ، وما يمتلكه الرامي من قياسات أنثروبومترية.

5- تعد هذه الدراسة من الدراسات القليلة التي حاولت الربط بين القيم الرقمية للمتغيرات الكينماتيكية، والقياسات الأنثروبومترية وربطهما بمسافة الإنجاز في فعاليات الرمي في العاب القوى.

إجراءات الدراسة

منهج الدراسة

قام الباحثون باستخدام المنهج الوصفي – الارتباطي وذلك لملاءمته وطبيعة الدراسة واهدافها.

مجتمع الدراسة

تكون مجتمع الدراسة من الأبطال الدوليين لفعاليات الرمي في ألعاب القوى؛ (دفع الجلة، رمي الرمح، قذف القرص) والمشاركين في البطولات العالمية والالعاب الأولمبية في الفترة ما بين بداية العام 1992إلى 2014/3/1م.حيث تم اعتماد تكنيك الدوران لفعالية دفع الجلة.

عينة الدراسة

تكونت عينة الدراسة من مجموعة من الرماة الدوليين المشاركين في البطولات العالمية والالعاب الأولمبية في الفترة ما بين ما بين بداية العام 1992إلى 2014/3/1م. وكانت على النحو الآتي: (40) لاعبا في فعالية دفع الجلة ممن حققوا إزاحة أفقية للجلة أكثر من (20) م، و(40) لاعبا في فعالية رمي الرمح ممن حققوا إزاحة أفقية للرمح أكثر من (81) م، و(40) لاعبا في فعالية قذف القرص ممن حققوا إزاحة أفقية للقرص أكثر من (61)م. والجدول (1) يتضمن توصيف لعينة الدراسة في فعاليات الرمي من اللاعبين الدوليين، والملحق (1) يتضمن القيم الرقمية للمتغيرات الكينماتيكية، والقياسات الأنثروبومترية للاعبين العالميين في فعالية دفع الجلة. والملحق (2) يتضمن القيم الرقمية للمتغيرات الكينماتيكية، والقياسات الأنثروبومترية للاعبين العالميين في فعالية رمي الرمح. والملحق (3) يتضمن القيم الرقمية للمتغيرات الكينماتيكية والقياسات الأنثروبومترية للاعبين الدوليين في فعالية قذف القرص.

جدول 1. توصيف عينة الدراسة

فعالية الرمي	عدد اللاعبين	متوسط الطول/م	متوسط الكتلة/كغم	متوسط مؤشر كتلة الجسم كغم/ م2	الإزاحة الأفقية لأداة الرمي/م
دفع الجلة	40	1.93	131	35.27	أكثر من 20
قذف القرص	40	1.93	119.50	33.45	أكثر من 81
رمي الرمح	40	1.86	92	26.69	أكثر من 61

اجراءات الدراسة

للحصول على القيم الرقمية للمتغيرات الكينماتيكية والقياسات الأنثروبومترية لعينة الدراسة من الأبطال الدوليين قام الباحث بالاطلاع على بعض الكتب، والأبحاث، والدراسات العلمية التي تناولت هذه المتغيرات، والجدول (2) توصيف لأهم هذه الدراسات.

جدول 2. يوضح الدراسات التي تناولت البيانات الرقمية للمتغيرات الكينماتيكية والأنثروبومترية لعينة الدراسة

فعالية دفع الجلة		فعالية رمي الرمح		فعالية قذف القرص	
اسم الباحث/المؤلف	العام	اسم الباحث/المؤلف	العام	اسم الباحث/المؤلف	العام
Liu and Wang	2000	Bartonietz, at al	1996	Knicker, Axel	1994
Linthorne, N	2001	Campos, et al	2004	Ariel, et al	1997
Cho,M and Stuhec, S	2005	Murakami, et al	2006	Yua, et al	2002
Byun, et al	2008	Lehmann, Frank	2009	Ariel, et al	2005
Cho, et al	2008	Chiu, Ching	2009	Panoutsakopoulos,V	2008
Davila, et al	2009	محمود، ايمان	2009	Leigh, et al	2010
Schaa, Wilko	2010	الخالدى، محمد	2009	Badura, Marko	2010
Lipovsek, et al	2011	Yoon, et al	2011	Panoutsakopoulos, V and Kollias	2012
Veljkovic, et al	2011	Chae, et al	2011	http://www.iaaf.org/home	
http://www.iaaf.org/home		Saratlija, et al	2013		
*		http://www.iaaf.org/home			

المعاملات العلمية

قام الباحثون بالتحقق من تجانس القيم الرقمية للبيانات المتعلقة بعينة الدراسة من خلال حساب المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، ومعامل الالتواء لهذه القيم، وأظهرت النتائج إلى أن قيم معامل الالتواء في فعالية دفع الجلة تراوحت ما بين (− 1.13) لمتغير مسافة الإطلاق (SD)، و(0.60) لمتغير كتلة الجسم (SM). أما في فعالية رمي الرمح فتراوحت قيم معامل الالتواء ما بين (− 0.38) لمتغير طول اللاعب (JT) و(1.34) لمتغير مسافة الإنجاز. أما في فعالية قذف القرص فتراوحت قيم معامل الالتواء ما بين (− 1.92) لمتغير زاوية الإطلاق (DA)، و(1.37) لمتغير سرعة إطلاق القرص(DV)، وتعدُّ هذه القيم قريبة من الحدود المقبولة للتوزيع الطبيعي، وهي عادة ما تقبل ما بين (±1.96) وفقا لمعيار (fisher) ولذلك تعتبر هذه القيم كلها قريبة جدا من قيم التوزيع الطبيعي.

متغيرات الدراسة

لأجل الوقوف على أهم المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الأداء، قام الباحثون بإجراء مسح لبعض الكتب والدراسات العلمية التي تناولت هذه المتغيرات ومن هذه الأدبيات النظرية: (Hay, 1993؛ Morris and Bartlet,1996؛ Hubbard, et al.,

2001؛ الجنابي،2005؛Murakami, et al,.2006؛ Campos, et al., 2009؛ Saratlija, et al., 2013)

أولا: المتغيرات المستقلة (Independent variables)

1- سرعة إطلاق أداة الرمي: هي سرعة أداة الرمي لحظة اطلاقها من يد الرامي ويرمز لها بالرمز (SV) لفعالية دفع الجلة، و(DV) لفعالية قذف القرص، و(JV) لفعالية رمي الرمح، وتقاس بوحدة المتر/ثانية (م/ث) (*).

2- زاوية إطلاق أداة الرمي: هي الزاوية المحصورة بين محصلة سرعة إطلاق أداة الرمي والخط الأفقي الموازي للأرض، ويرمز لها بالرمز (SA) لفعالية دفع الجلة، و(DA) لفعالية قذف القرص، و(JA) لفعالية رمي الرمح ، وتقاس بوحدة الدرجة (°) (*).

3- ارتفاع نقطة إطلاق أداة الرمي: هي البعد العمودي لمركز ثقل الأداة عن الأرض لحظة إطلاق أداة الرمي، ويرمز له بالرمز (SH) لفعالية دفع الجلة و(DH) لفعالية قذف القرص، و(JH) لفعالية رمي الرمح، وتقاس بوحدة المتر (م) (*).

4- مسافة الإطلاق: هي المسافة الأفقية المحصورة ما بين الخط الوهمي العمودي الممتد من مركز الجلة وإلى الأرض لحظة الإطلاق والحافة الداخلية للوحة الإيقاف، ويرمز لها بالرمز (SD)، وتقاس بوحدة المتر (م) (*).

5- طول الخطوة الأخيرة: هي المسافة الأفقية المحصورة بين نقطة اتصال القدم الخلفية بالأرض (أمشاط القدم) إلى نقطة اتصال القدم الأمامية بالأرض(كعب القدم)، وتقاس بوحدة المتر(م)، ويرمز لها بالرمز (JL) (*).

6- زاوية الحدث: هي الزاوية المحصورة ما بين محصلة سرعة إطلاق الرمح والخط الطولي لمسار الرمح، وتقاس بوحدة الدرجة (°) ويرمز لها بالرمز (JK) (*).

ثانيا: المتغير التابع (dependent variables)

الازاحة الافقية لأداة الرمي

* تعريف اجرائي

المعالجة الإحصائية

بهدف تحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها، قام الباحثون بجمع البيانات وتبويبها وتنظيمها، وإدخالها إلى برنامج (SPSS) وإجراء المعالجة الإحصائية المناسبة لها، والتي شملت ما يلي:

المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والالتواء لجميع متغيرات الدراسة الكينماتيكية والأنثروبومترية. ومعاملات الارتباط (Correlation Coefficients)، والمصفوفة الارتباطية، اختبار (Independent sample T-test) وتحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression).

عرض ومناقشة النتائج

للإجابة عن التساؤل الأول والذي ينص على: ما العلاقة بين قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة إطلاق أداة الرمي في فعاليات الرمي قيد الدراسة (دفع الجلة، رمي الرمح، قذف القرص) ومسافة الإنجاز، لتقديم نموذج إحصائي مقترح للتنبؤ بهذه المسافة؟

قام الباحثون بتطبيق تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression) لبحث أثر المتغيرات الكينماتيكية في الإنجاز وذلك على النحو الآتي:

أولا: فعالية دفع الجلة

لمعرفة مدى تأثير كل متغير كينماتيكي في قيمة متغير مسافة الإنجاز قام الباحثون بتطبيق تحليل الانحدار الخطي المتعدد بالأسلوب المتدرج (Multiple Regression) وذلك لبحث أثر المتغيرات الكينماتيكية المستقلة في مسافة الإنجاز والجدول (3) يوضح ذلك.

جدول 3. يوضح نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد لبحث اثر المتغيرات الكينماتيكية في الانجاز لفعالية دفع الجلة لدى اللاعبين الدوليين

المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة	r	المساهمة الجزئية	المساهمة الكلية	f	Sig f	β	T	Sig t
سرعة إطلاق الجلة (SV)	0.624	0.264	0.389	8.91	0.001	0.483	2.48	*0.019
مسافة الإطلاق (SD)		0.125				1.539	2.39	*0.024

(*) تشير الى وجود علاقة ذات دلالة احصائية , الحد الثابت = 14.290

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد بإسلوب التدرج إلى قبول متغيرين كينماتيكيين في نموذج التنبؤ، وهي تتوافق مع نتائج السؤال الثالث، الذي أظهر ارتباط مسافة الإنجاز بهذين المتغيرين. وقد بلغت قيمة علاقة متغيرات النموذج (سرعة إطلاق الجلة مسافة الإطلاق الجلة) (0.624) وتعتبر هذه القيمة دالة إحصائيا وذلك لان قيمة (f) المحسوبة والبالغة (8.91) كانت دالة إحصائيا بمستوى دلالة (0.001) وهو اقل من 0.05 وتشير هذه النتيجة إلى تأثير هذين المتغيرين في الانجاز. وهذا يتفق مع دراسة طاهر واخرون، 2007 ؛ ودراسة Byun, 2008 ؛ ودراسة Sugumar, 2014. كما تبين قيم المعامل (β) مدى تأثير كل متغير في قيمة المتغير التابع (الانجاز) في نموذج الانحدار الذي تم التوصل اليه. حيث بلغت قيمة تأثير سرعة إطلاق الجلة (0.483) بينما بلغت قيمة تأثير مسافة الإطلاق (1.539). كما تبين قيمة (t) الأهمية الخطية لمعاملات النموذج (β) التي تم التوصل إليه لكل متغير. كما بلغت قيم مستوى دلالة الاختبار (0.019) لسرعة الإطلاق و(0.024) لمسافة الإطلاق. وحيث ان قيم مستوى الدلالة المحسوبة كانت اقل من 0.05 فان قيم المعاملات التي تم التوصل اليها تعتبر ذات اهمية في نموذج الانحدار وتجدر الاشارة هنا إلى استبعاد متغيري ارتفاع الجلة لحظة إطلاق الجلة، ومتغير زاوية إطلاق الجلة; لان قيم مستوى دلالة اختبار (t) لم تكن ذات دلالة احصائية. في اشارة إلى عدم تأثيرهما واهميتهما في مسافة الانجاز. كما تشير قيم نسب المساهمة الجزئية إلى نسبة تباين المتغير التابع الذي يمكن تفسيره من خلال كل متغير مستقل وقد بلغت هذه النسبة (26.4 %) لمتغير سرعة إطلاق الجلة بينما بلغت (12.5 %) لمتغير مسافة الإطلاق. حيث بلغت النسبة الكلية لتباين المتغير التابع المفسر من خلال هذين المتغيرين فقط (38.9 %) وهذه النسبة تبين مدى قدرة هذين المتغيرين على التنبؤ بالمتغير التابع (الانجاز)

وعليه يمكن بناء نموذج الانحدار على النحو:

مسافة الإنجاز = 0.483× SV +1.539 × SD + 14.290

SV : سرعة إطلاق الجلة

SD: مسافة الإطلاق

0.483: قيمة تأثير سرعة إطلاق الجلة إحصائياً

1.539: قيمة تأثير مسافة الإطلاق إحصائياً

14.290: الحد الثابت

ثانياً: فعالية رمي الرمح

لمعرفة مدى تأثير كل متغير كينماتيكي في قيمة متغير مسافة الإنجاز قام الباحثون بتطبيق تحليل الانحدار الخطي المتعدد بالإسلوب المتدرج (Multiple Regression) وذلك لبحث أثر المتغيرات الكينماتيكية المستقلة في مسافة الإنجاز والجدول (4) يوضح ذلك.

جدول 4. يوضح نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد لبحث اثر المتغيرات الكينماتيكية في الانجاز لفعالية رمي الرمح لدى اللاعبين الدوليين

المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة	r	المساهمة الجزئية	المساهمة الكلية	f	Sig f	β	t	Sig t
سرعة انطلاق الرمح(JV)	0.769	0.417	0.590	17.32	*0.000	2.041	5.12	*0.000
زاوية انطلاق الرمح(JA)		0.104				0.525	3.53	*0.001
زاوية الحدث(JK)		0.069				0.467	2.46	*0.019

(*) تشير الى وجود علاقة ذات دلالة احصائية , الحد الثابت = 6.912

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد بإسلوب التدرج إلى تأثير المتغيرات الكينماتيكية في الانجاز. وقد بلغت قيمة علاقة متغيرات النموذج (0.769) وتعتبر هذه القيمة دالة إحصائيا وذلك لان قيمة (f) المحسوبة والبالغة (10.38) كانت دالة إحصائيا بمستوى دلالة (0.000) وهو اقل من 0.05 وتشير هذه النتيجة إلى تأثير المتغيرات الكينماتيكية مجتمعة في الانجاز. كما تبين قيم المعامل (β) مدى تأثير كل متغير في قيمة المتغير التابع (الانجاز) في نموذج الانحدار الذي تم التوصل اليه. حيث بلغت قيمة تأثير سرعة إطلاق الرمح (2.041) بينما بلغت قيمة تأثير زاوية إطلاق الرمح (0.525) وبلغ تأثير زاوية الحدث (0.467). كما تبين قيمة (t) الأهمية الخطية لمعاملات النموذج (β) التي تم التوصل إليه لكل متغير وحيث ان قيم مستوى دلالة الاختبار لسرعة الإطلاق (0.000). كما بلغت لزاوية إطلاق الرمح (0.001) في حين بلغت لزاوية الحدث (0.019).وهي تتفق ودراسة Hussain and Bari, (2012). وحيث ان قيم مستوى الدلالة المحسوبة كانت اقل من 0.05 فان قيم المعاملات التي تم التوصل اليها تعتبر ذات أهمية في نموذج الانحدار. وتجدر الاشارة هنا إلى استبعاد متغيري طول الخطوة الاخيرة ومتغير ارتفاع نقطة إطلاق الرمح; لان قيم مستوى دلالة اختبار (t) لم تكن ذات دلالة احصائية في اشارة إلى عدم تأثيرهما واهميتهما في مسافة الانجاز، وهي لا تتفق ودراسة Hussain and) (Bari, 2012. كما تشير قيم نسب المساهمة الجزئية إلى نسبة تباين المتغير التابع الذي يمكن تفسيره من خلال كل متغير مستقل قد بلغت (41.7 %) لسرعة انطلاق الرمح وبلغت (10.4 %) لمتغير زاوية انطلاقها الرمح بينما بلغت (6.9 %) لمتغير لزاوية الحدث. كما بلغت النسبة الكلية لتباين المتغير التابع المفسر من خلال جميع المتغيرات (59 %) وهذه النسبة تبين مدى قدرة المتغيرات الكينماتيكية في التنبؤ بالمتغير التابع (الانجاز) وعليه يمكن بناء نموذج الانحدار على النحو:

مسافة الإنجاز = 2.041 ×JV + 0.525×JA +0.467 × JK+ 6.912

JV : سرعة إطلاق الرمح

JA: زاوية إطلاق الرمح

JK: زاوية الحدث

2.041: قيمة تأثير سرعة إطلاق الرمح إحصائياً

0.525: قيمة تأثير زاوية إطلاق الرمح إحصائياً

0.467: قيمة تأثير زاوية الحدث إحصائياً

6.912: الحد الثابت

من خلال العرض السابق نرى أن مسافة الإنجاز في فعالية الرمح تتناسب طرديا مع مربع سرعة إطلاق الرمح، وحقق هذا المتغير أعلى مساهمة في القدرة على التنبؤ بمسافة الإنجاز، ويتفق ذلك مع نتائج التساؤل الثاني والذي أظهر أن هذا المتغير له ارتباط دال إحصائيا مع مسافة الإنجاز، وهذا يتفق مع ما اشارت إليه العديد من الدراسات والتي بينت أن هذا المتغير هو أفضل مؤشر للتنبؤ بمسافة الإنجاز، كدراسة (Hussain and Bari, 2012) ويشير (Hay, 1993) إلى أن سرعة إطلاق الرمح تُعد المتغير الميكانيكي الأهم، فزيادة هذا المتغير بنسبة (5%) يؤثر ايجابيا على مسافة الإنجاز في حالة ثبات المتغيرات الأخرى. فمسافة الإنجاز في فعالية الرمح تتناسب طرديا مع مربع سرعة إطلاق الرمح، أما متغير (JA) فهو يرتبط بمسافة الإنجاز وهذا ما أشار إليه (طاهر وآخرون، 2007)، وهو يرتبط بعلاقة عكسية مع (JV)، وهذا يتطلب العمل على زيادة المتغير (JV) مع الاحتفاظ بزاوية ملائمة لإطلاق للرمح، وفي هذا المجال يشير خريبط وشلش (2002) إلى أن الزاوية المثالية لإطلاق الأداة تتوقف على: سرعة إطلاق الأداة، والفرق بين مستوى الإطلاق والهبوط، في حين يرتبط المتغير (JK) بعلاقة عكسية مع المتغير (JV) وهذا ما أشارت إليه نتائج التساؤل الثالث، فزيادة المتغير (JK) يزيد من الفاقد في محصلة السرعة باتجاه المحور الطولي للرمح، ويزيد من المركبة العامودية لزاوية الإطلاق مما يقلل من سرعة إطلاق الرمح، وهذا يؤثر سلباً على مسافة الإنجاز، وكذلك يرتبط بعلاقة عكسية مع المتغير (JA).

ثالثا: فعالية قذف القرص

لمعرفة مدى تأثير كل متغير كينماتيكي في قيمة متغير مسافة الإنجاز قام الباحثون بتطبيق تحليل الانحدار الخطي المتعدد بالأسلوب المتدرج (Multiple Regression) وذلك لبحث أثر المتغيرات الكينماتيكية المستقلة في مسافة الإنجاز والجدول (5) يوضح ذلك.

جدول 5. يوضح نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد لبحث اثر المتغيرات الكينماتيكية في الانجاز لفعالية رمي الرمح لدى اللاعبين الدوليين

المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة	r	المساهمة الجزئية	المساهمة الكلية	f	Sig f	β	t	Sig t
سرعة إطلاق القرص(DV)	0.551	0.303	0.303	16.10	0.000	1.012	4.01	0.000

(*) تشير إلى وجود علاقة دالة إحصائيا, الحد الثابت = 41.126

تشير نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد باسلوب التدرج إلى قبول متغير كينماتيكي واحد في نموذج التنبؤ. وقد بلغت قيمة علاقة متغير سرعة إطلاق القرص (0.551) وتعتبر هذه القيمة دالة إحصائيا وذلك لان قيمة (f) المحسوبة والبالغة (16.10) كانت دالة إحصائيا بمستوى دلالة (0.000) وهو اقل من 0.05 وتشير هذه النتيجة إلى تأثير متغير كينماتيكي واحد في مسافة الإنجاز. كما تبين قيم المعامل (β) مدى تأثير سرعة إطلاق القرص في قيمة المتغير التابع (الانجاز) في نموذج الانحدار الذي تم التوصل اليه حيث بلغت (1.012). كما تبين قيمة (t) الأهمية الخطية لمعاملات النموذج (β) التي تم التوصل إليه. وقد بلغت قيمة مستوى دلالة سرعة إطلاق القرص (0.001) وحيث ان قيمة مستوى الدلالة المحسوبة كانت اقل من 0.05 وهي تتفق ودراسة (Badura, , 2009).وبلغت قيمة هذا المعامل (1.012) التي تم التوصل اليها تعتبر ذات اهمية في نموذج الانحدار وتجدر الاشارة هنا إلى استبعاد متغيري ارتفاع نقطة انطلاق القرص ومتغير زاوية انطلاق القرص لان قيم مستوى دلالة اختبار (t) لم تكن ذات دلالة احصائية في اشارة إلى عدم تأثيرهما واهميتهما في مسافة الانجاز، وهي لا تتفق ودراسة (حسن واخرون، 2001). كما تشير قيم نسب المساهمة الجزئية إلى نسبة تباين المتغير التابع الذي يمكن تفسيره من خلال المتغير المستقل وقد بلغت هذه النسبة (30.3 %) لمتغير سرعة إطلاق القرص وهذه النسبة تبين مدى قدرة هذا المتغير في التنبؤ بالمتغير التابع (مسافة الإنجاز)

وعليه يمكن بناء نموذج الانحدار على النحو:

مسافة الإنجاز = 1.012× DV+ 41.126

DV : سرعة إطلاق القرص

1.012: قيمة تأثير سرعة إطلاق القرص إحصائياً

41.126: الحد الثابت

وللإجابة عن التساؤل الثاني والذي ينص على: ما العلاقة بين قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة إطلاق أداة الرمي في فعاليات الرمي قيد الدراسة (دفع الجلة، رمي الرمح، قذف القرص) والمتغيرات الأنثروبومترية، لتقديم نموذج هرمي مقترح لهذه الفعاليات؟

قام الباحثون بتطبيق اختبار (Correlation) للتعرف إلى قيم معاملات الارتباط بين المتغيرات الأنثروبومترية و الكينماتيكية، ويوضح الجدول (6) ذلك.

جدول 6. يوضح العلاقة الارتباطية بين المتغيرات الأنثروبومترية و الكينماتيكية لفعالية دفع الجلة

المتغيرات الكينماتيكية / المتغيرات الأنثروبومترية	المؤشر الاحصائي	SD	SH	SA	SV
ST (طول اللاعب)	الارتباط	0.08−	0.00	0.27	0.40
	مستوى الدلالة	0.688	0.984	0.145	*0.025
SM (كتلة اللاعب)	الارتباط	0.01−	0.01−	0.09−	0.17−
	مستوى الدلالة	0.966	0.937	0.624	0.348
SBMI (مؤشر الكتلة)	الارتباط	0.06	0.01−	0.28	0.45
	مستوى الدلالة	0.767	0.966	0.133	*0.012

(*) تشير إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية($\alpha \geq 0.05$)

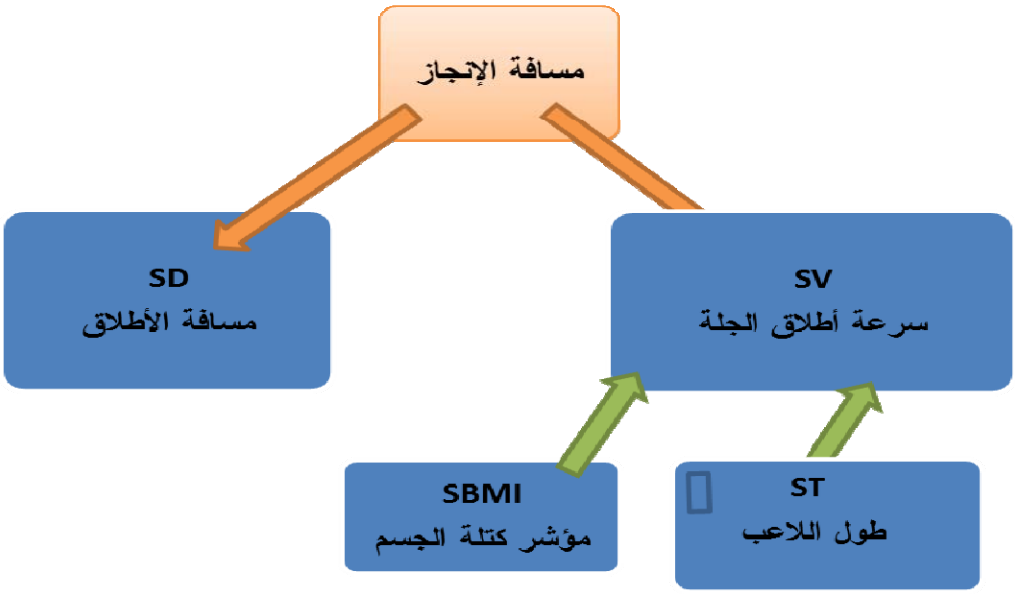
تشير بيانات الجدول (6) إلى وجود ارتباط دال إحصائيا عند مستوى دلالة ($\alpha \geq 0.05$) بين (SV) و(ST) إذ بلغت قيمة هذه العلاقة (0.40) بمستوى دلالة (0.025) وتعبر هذه النتيجة عن علاقة ايجابية طردية بحيث إذا زاد المتغير (ST) فإن المتغير (SV) سيزيد، ويعزو الباحثون ذلك إلى أن زيادة المتغير (ST) مرتبط بالكتلة وطول روافع الجسم التي تساعد في التغلب على المقاومات الكبيرة والحصول على سرعة كبيرة ومدى حركي واسع، فزيادة الطول يصاحبه زيادة في الكتلة، والتي تعدّ عنصرا مهما في زيادة سرعة إطلاق الجلة، وهذا ما يوضحه العديد من القوانين الفيزيائية، كقانون كمية الحركة التي ترتبط بدفع القوة. ويشير (علي، 1998)، إلى أن الرامي يحتاج إلى كتلة كبيرة، لأن التفاعل سيتم بين هذه الكتلة وكتلة الأداة، بهدف رمي الأداة بأكبر سرعة ممكنة، انطلاقا من أن:

كتلة الرامي× سرعته= كتلة الأداة× سرعتها.....(1)

بمعنى أن:

سرعة إطلاق الأداة = كتلة الرامي ×سرعته/كتلة الأداة.....(2)

كما كانت هنالك علاقة ذات دلالة إحصائية بين SV و SBMI إذ بلغت (0.45) بمستوى دلالة (0.0112) وتعبر هذه القيمة عن علاقة ايجابية طردية بحيث إذا ازداد (SBMI) فإن المتغير SV سيزيد، وهذا ينسجم مع ما تم ذكره سابقاً، فهذا المتغير مزيج من المتغيرين ST, SM مع بعضهما، وفي هذا المجال يشير Tesanovic, et al. (2010) إلى ارتباط المتغير SBMI بمسافة الإنجاز والتي ترتبط بعلاقة طردية مع مربع سرعة الإطلاق. ويشير Cho and Stuhec (2005) إلى أن قيمة المتغير SBMI تراوحت ما بين (31.6 -44.5) كغم/م2. أما بالنسبة لباقي العلاقات المبينة في الجدول فقد كانت غير دالة من الناحية الإحصائية لأن قيم مستوى الدلالة المحسوبة كانت أكبر من 0.05. ومن خلال الطرح السابق فإن الشكل(1) يوضح النموذج البيوميكانيكي الهرمي المقترح لفعالية دفع الجلة.



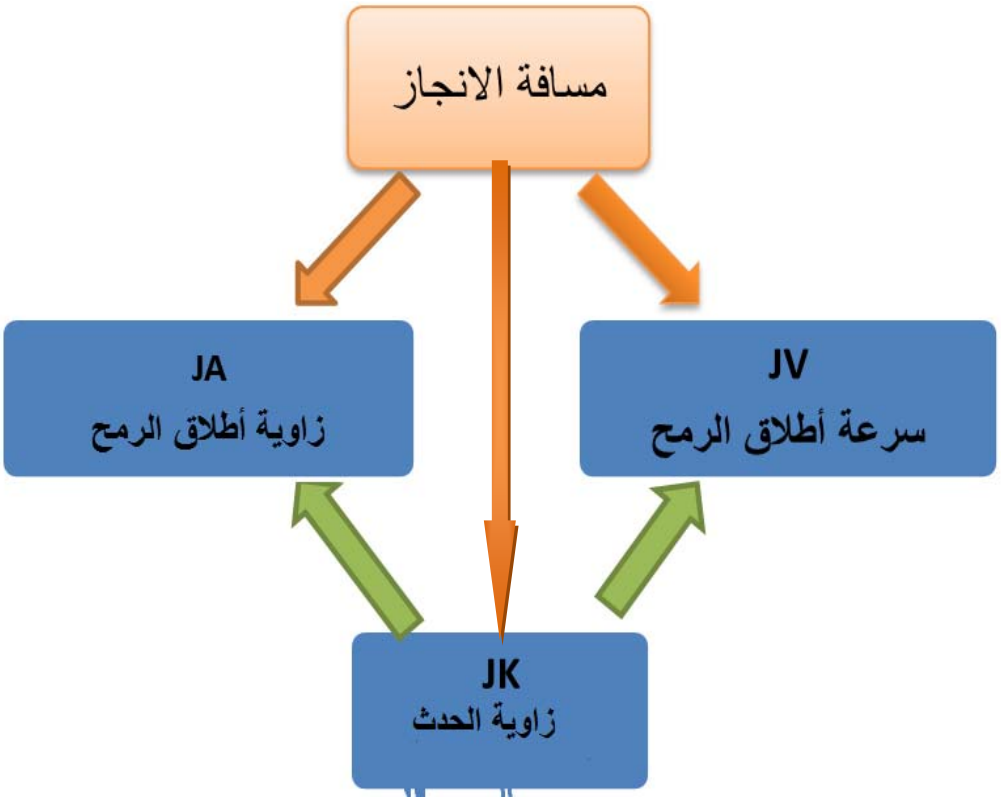
شكل 1. توصيف للنموذج البيوميكانيكي الهرمي المقترح لفعالية دفع الجلة

وبهدف تشكيل نموذج بيوميكانيكي هرمي قام الباحثون بتطبيق اختبار (Correlation) للتعرف إلى قيم معاملات الارتباط بين المتغيرات الأنثروبومترية و الكينماتيكية، ويوضح الجدول (7) ذلك.

جدول 7. يوضح العلاقة الارتباطية بين المتغيرات الأنثروبومترية والكينماتيكية لفعالية رمي الرمح

المتغيرات الأنثروبومترية / المتغيرات الكينماتيكية	المؤشر الاحصائي	JT (طول اللاعب)	JM(كتلة اللاعب)	JBMI مؤشر الكتلة
JK	الارتباط	0.14	0.25	0.19
	مستوى الدلالة	0.381	0.114	0.244
JL	الارتباط	0.04-	0.12-	0.10-
	مستوى الدلالة	0.803	0.444	0.540
JH	الارتباط	0.03-	0.28-	0.30-
	مستوى الدلالة	0.866	0.081	0.064
JA	الارتباط	0.08-	0.19-	0.15-
	مستوى الدلالة	0.609	0.233	0.361
JV	الارتباط	0.01-	0.16	0.17
	مستوى الدلالة	0.975	0.315	0.288

تشير بيانات الجدول (7) إلى عدم وجود ارتباط ذي دلالة إحصائية بين المتغيرات الكينماتيكية والقياسات الأنثروبومترية لأن جميع قيم مستوى الدلالة المحسوبة لهذه العلاقات كانت أكبر من 0.05، وعليه فإن الشكل (2) يوضح النموذج البيوميكانيكي الهرمي المقترح لفعالية رمي الرمح.



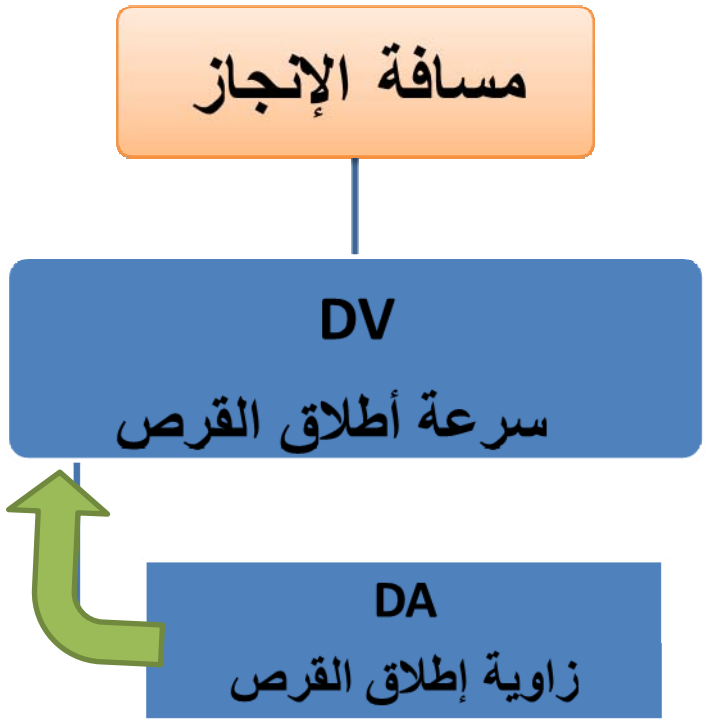
شكل 2. توصيف للنموذج البيوميكانيكي الهرمي المقترح لفعالية رمي الرمح

وبهدف تشكيل نموذج بيوميكانيكي هرمي لفعالية قذف القرص قام الباحثون بتطبيق اختبار (Correlation) للتعرف إلى قيم معاملات الارتباط بين المتغيرات الأنثروبومترية و الكينماتيكية، ويوضح الجدول (8) ذلك.

جدول 8. يوضح العلاقة الارتباطية بين المتغيرات الأنثروبومترية و الكينماتيكية لفعالية قذف القرص

المتغيرات الكينماتيكية / المتغيرات الأنثروبومترية	المؤشر الاحصائي	DH	DA	DV	مسافة الإنجاز متر
DT(طول اللاعب)	الارتباط	0.12-	0.09-	0.22	0.18
	مستوى الدلالة	0.463	0.590	0.179	0.277
DM(كتلة اللاعب)	الارتباط	0.09-	0.16-	0.08	0.02-
	مستوى الدلالة	0.596	0.321	0.619	0.911
DBMI(مؤشر الكتلة)	الارتباط	0.01	0.10-	0.07-	0.15-
	مستوى الدلالة	0.944	0.550	0.666	0.356

تشير بيانات الجدول(8) إلى عدم وجود ارتباط ذي دلالة إحصائية للقياسات الأنثروبومترية والمتغيرات الكينماتيكية، وذلك لأن قيم مستوى الدلالة كانت أكبر من 0.05، ويعزو الباحثون ذلك إلى طبيعة تكنيك فعالية قذف القرص والتي تمتاز بالصعوبة والتعقيد، ومن جهة أخرى قد يكون هناك علاقة ذات دلالة مع متغيرات انثروبومترية أخرى كطول الذراع. ومن خلال الطرح السابق فإن الشكل (3) يوضح النموذج البيوميكانيكي الهرمي المقترح لفعالية قذف القرص.



شكل 3. توصيف للنموذج الهرمي المقترح لفعالية قذف القرص

الاستنتاجات

في ضوء نتائج الدراسة خلص الباحثون إلى الاستنتاجات الآتية:

1- يعدُّ متغير سرعة إطلاق أداة الرمي وزاوية إطلاقها من أهم مكونات النموذج البيوميكانيكي الهرمي لفعاليات الرمي قيد الدراسة .

2- يعتبر متغير سرعة إطلاق الجلة ومسافة الإطلاق من أهم مكونات معادلة التنبؤ بمسافة الإنجاز في فعالية دفع الجلة.

3- يعتبر متغير سرعة وزاوية إطلاق الرمح وزاوية الحدث من أهم مكونات معادلة التنبؤ بمسافة الإنجاز في فعالية رمي الرمح.

4- يعتبر متغير سرعة إطلاق القرص من أهم مكونات معادلة التنبؤ بمسافة الإنجاز في فعالية قذف القرص.

التوصيات

في ضوء استنتاجات الدراسة يوصي الباحثون بـ:

1- ضرورة نشر الوعي البيوميكانيكي بين المدربين واللاعبين.

2- ضرورة التركيز في عملية التدريب على المتغيرات الكينماتيكية والأنثروبومترية المكونة للنموذج المقترح، مع عدم إغفال باقي المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في مسافة الإنجاز.

3- عدم أغفال القياسات الأنثروبومترية في عملية اختيار النشء.

4- ضرورة تطبيق المعادلات التي تتنبأ بمسافة الإنجاز في فعاليات الرمي قيد الدراسة.يدية.

المراجع

الجنابي، ع. (2005) تحليل العلاقة بين بعض المتغيرات الكينماتيكية ومسافة الإنجاز في فعالية رمي الرمح ، مجلة علوم التربية الرياضية، ص1-11.

الربضي، ك. (2005) الجديد في ألعاب القوى،ط3 عمان: الجامعة الاردنية.

الفضلي، ص. (2010) تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي، ط1 عمان: دار دجلة للنشر.

حسن، ق. وناصر، ا. ومحمد، س. (2001) التحليل الحركي لقذف القرص لإبطال العراق، مجلة التربية الرياضية، ص 83-98.

حسين، ق وشاكر، ا. (1998) مبادئ الاسس الميكانيكية للحركات الرياضية، ط1 عمان: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.

طاهر، ح. ومجهول، ز. وعبد الحمزة، ع.(2007) أهم المتغيرات الكينماتيكية وعلاقتها بإنجاز لاعبي دفع الثقل في الفرات الأوسط. مجلة علوم التربية الرياضية، جامعة بابل، ص 1-11.

علاوي، م. ورضوان، م. (2001) اختبارات الأداء الحركي، القاهرة: دار الفكر العربي.

عمر، م. (2005) دور الانتقاء الرياضي في صناعة البطل العالمي، الأردن :جامعة اليرموك.

محمد، ج. (2012) تصميم نموذج نظري بيوميكانيكي للتنبؤ بالإنجاز الأفضل في فعالية قذف القرص، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القادسية، الديوانية، العراق.

Abraham, B. (2013) Prediction of Performance Ability of Throwers in Relation to Selected Anthropometric Measurements. International Journal of Physical Education Health and Social Science, pp 1-6.

Anu, M. (1997) Introduction to Modeling and Simulation. Winter Simulation Conference.

Badura, M.(2010) Biomechanical Analysis of the Discus Throw at the 2009 IAAF World Championship in Athletics. New Studies in Athletics, pp 23-35.

Blazevich, A.(2010) Sports Biomechanics: The Basics: Optimising Human Performance. London.

Byun, K., Fujii, H., Murakami, M., Endo, T., Takesako, H., Gomi, K., and Tauchi, K. (2008) A biomechanical Analysis of the Men's Shot put at the 2007 World Championships in Athletics. New Studies in Athletics By IAFF, pp 53-62.

Campos, J., Games, J., and Encarnacion, A., (2009) Biomechanical Analysis of the Shot Put at the 12 IAAF World Indoor Championships. New Studies in Athletics, pp 45-61.

Cho, M., Stuhec, S., and Supej, M. (2008) Comparative Biomechanical Analysis of the Rotational Shot Put Technique. Collegium Antropologicum, pp249-256.

Chow , J., and Knudson , D. (2011) Use of Deterministic Models in Sports and Exercise Biomechanics Research. Sports Biomechanics, pp 219-233.

Ganter, N. (2013) Selected Application Of Biomechanical Evaluation of Sports Performance And Sports Engineering. The Five Scientific Conference of Creative Sports Colleges of Physical Education in Jordanian Universities , Amman, Jordan."Replenishment in the World of Sports Creativity "

Hay, J. (1993) The biomechanics of sports techniques4th edition. Prentice-Hall (Englewood Cliffs, N.J)

Hubbard, M., Neville, J., and Scot, J. (2001) Dependence of release variables in the shot put . Journal of Biomechanics, pp 449-456.

Hussain, I., and Bari, M. (2012) Javelin Throwing Technique: A Biomechanical Study. ISSN, pp 20-25.

Lipovsek, S., Skof, B., Stuhec, S., and Coh, M. (2011) Biomechanical Factors of Competitive Success of Competitive Success With the Rotational Shot Put Technique, New Studies in Athletics, pp101-109.

Morris, C., and Bartlet, R. (1996) Biomechanical Factor Critical for Performance in the men's Javelin Throw. Sport Medicine, pp438-446.

Murakami, M., Tanabe, S., Ishikawa, M., Isolehto, J., Paavo, V., and Akira, K. (2006) Biomechanical analysis of the javelin at the 2005 IAAF World Championships in Athletics. New Studies in Athletics by IAAF, pp 67-80.

Rani, S., and Singh, N.(2015) Biomechanical Analysis of Javelin Throw. International of Physical Education, pp 19-20 .

Saratlija, P., Zagorac, N., and Babic, V. (2013) Influence of Kinematic Variables on Result Efficiency in Javelin Throw. Collegium Antropologicum , pp31–36.

Sugumar, C. (2014). A Biomechanical Analysis of the Shot Put Performance. Global Journal for Research Analysis, pp118-119.

Tesanovic, G., Mihajlovic, I., Bosnjak, G., and Dragosavljevic, P. (2010) Relations Between the Body Mass Index and the Anthropometric Dimensions and the Results Achieved in Shot Put. Acta Kinesiologica, pp 78-82.

A Hierarchical and Statistical Biomechanical Model for Throwing Events in Athletics

*Khaled Atiat, Arabi Al-Moghrabi, Osama Abd Al-Fattah**

ABSTRACT

The study aimed at identifying the relationship between kinematic variables for release phase in throwing events and a distance of achievement. Prelude to suggestion statistical biomechanical model to predict of this distance. And also to identify the relationship between these variables and anthropometric variables to suggestion a hierarchical biomechanical model for these events. The researchers used the descriptive approach - the Correlative. Sample of the study consisted of (40) players for each event of the throwing events. The study sample was selected in a manner intentionally. The researchers using software (SPSS) in order to calculate the arithmetic mean, standard deviation, sprains, correlation coefficients and Multiple regression analysis. The study included the following variables: the velocity of release, the angle of release, height of release in these events, and the release distance for shot put throw event, the final step length and angle of attack for javelin throw event. The study results showed the angle and velocity of release phase of the most important components of the suggestion a hierarchical kinematic model for these events. And there is also reach to three statistical predict equations to achievement of these throwing events. The researcher recommends the necessity focus on the variables kinematic components of the kinematic model proposed in the training process.

Keywords: kinematic variables, release phase, anthropometric variables, Throw Events.

* Ministry of Education. Received on 14/1/2016 and Accepted for Publication on 5/4/2016.