



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية كلية التربية البدنية
وعلوم الرياضة

التنبؤ بالانجاز الأمثل على وفق المواعمة البايوميكانيكية في فعالية رمي القرص

بحث وصفي

تقدم به

محمد جاسم محمد

أ.د. هشام هندأوي هويدي

ملخص البحث

يعتبر النمو المعرفي في المجال الرياضي نتيجة حتمية يفرضها التكوين المعقد للجسم البشري، والذي سعى الباحثون الى ايجاد وابتكار الاساليب المتنوعة لدراسته بشكل دقيق ومفصل بغية رفع مستواه في جميع الجوانب النفسية والحركية والطبية والتدريبية وغيرها، مما اوجد مجالات باختصاصات عديدة لدراسة هذه الجوانب، ومنها مجال البايوميكانيك الذي يهتم بالجانب الحركي والذي سعى التطور التكنولوجي الى صقل اساليبه للحصول على نتائج تتسم بمصداقية اعلى، شانه شان باقي المجالات.

ان طبيعة الاداء الفني لرمي القرص يتميز بكونه سلسلة حركية مغلقة ذات طابع سريع نسبيا في الاداء ومن الناحية الميكانيكية فانه يتضمن العديد من المتغيرات البايوميكانيكية التي تتداخل مسارات تأثيرها مع بعضها البعض لتؤثر بالإنجاز ، ولذا فان التحليل الحركي يعد امرا مهما في توفير مرجعية لربط المتغيرات البايوميكانيكية بشكل انموذج يوضح طبيعة العلاقات والذي يمكن من خلال الأساليب الإحصائية المتقدمة اختبار دقته في التفسير السببي للإنجاز الرقمي بفعالية رمي القرص، وهدفت الدراسة الى التنبؤ بقيمة الإنجاز على وفق المتغيرات البايوميكانيكية للاداء الفني من خلال التعرف على طبيعة العلاقات التي تربط مسار المتغيرات المؤثرة بالإنجاز بصورة انموذج الموامة البايوميكانيكية بالاعتماد على النظريات العلمية والربط المنطقي وفق التسلسل الحركي للاداء الفني لفعالية رمي القرص .

لجا الباحثان في تحقيق هذا الهدف الى تصوير الأداء الفني لرامي القرص صاحب الإنجاز الرقمي الأعلى باستخدام (٢) كاميرا بسرع مختلفة وياتجاهات مختلفة، واشتمل مجتمع البحث على (٦٠) محاولة، وتكونت عينة البحث من المحاولات الناجحة التي كان عددها (٤٨) محاولة، وحدد الباحثان (١٩) متغيرا بايوميكانيكيا بالاعتماد على النظريات العلمية والربط المنطقي على وفق التسلسل الزمني للاداء الفني برمي القرص.

بعد التحليل الحركي للمحاولات الناجحة واستخراج المتغيرات استخدم الباحثان أسلوب تحليل المسار السببي لمعرفة موامة المتغيرات البايوميكانيكية المستقلة التي تنتبأ بنسبة أكبر بقيمة الإنجاز، ثم تم تضمين أفضل القيم التي حققها الرامي في جميع محاولاته في معادلة الموامة البايوميكانيكية لغرض استخراج الأداء الأمثل وبالتالي الإنجاز الأفضل الذي من الممكن تحقيقه ضمن إمكانات الرامي إذا ما تمكن الرامي من تحقيق جميع قيم المتغيرات ضمن معادلة التنبؤ في أداء فني واحد.

ولحاظ النتيجة الاجمالية لهذا العمل تم التوصل الى استنتاجات عدة منها:

١. صحة انموذج الموامة البايوميكانيكي في بيان أسبقية متغيرات الاداء ضمن مسار التأثير الخطي بين المتغيرات المستقلة ليفرز ثلاثة أنواع من المتغيرات من حيث كونها مستقلة ووسطية وتابعة.
٢. ان متغير سرعة الاطلاق للقرص يعد اهم المتغيرات كزنه الأكثر تأثيرا في المسافة الرقمية للإنجاز وتليه زاوية الاطلاق للقرص وياتي أخيرا متغير ارتفاع الاطلاق للقرص

١- التعريف بالبحث

١-١ مقدمة واهمية البحث

ان فعالية رمي القرص احدى الفعاليات التي تعتمد على العديد من المتغيرات التي إذا ما درست عن طريق التحليل البايوميكانيكي نصل الى معرفة تأثير هذه المتغيرات وبالتالي التنبؤ بدقة بالقيمة الرقمية للإنجاز، اذ يعتمد الاداء الفني لفعالية رمي القرص على متغيرات بايوميكانيكية بتسلسل معين والتي إذا تمكنا من عزل اكثرها تأثيرا في الإنجاز نتمكن من التوجيه الصحيح للجهود للتنبؤ بأفضل انجاز. تبرز اهمية البحث في توفير انموذج لمواءمة المسارات السببية للمتغيرات المستقلة للأداء الفني لفعالية رمي القرص من خلال النظريات العلمية والمنطق العلمي والاحصائي في ترتيب مسارات تأثيرها بالإنجاز.

٢-١ مشكلة البحث

ان الانجاز العراقي لفعالية رمي القرص مقارنة بالانجازات العالمية يعد قليلا مما دفع الباحثان الى اتعرف من خلال علم البايوميكانيك والتحليل الحركي والاحصائي للمتغيرات الخاصة بالأداء ومدى تأثيرها بإنجاز هذه الفعالية لرامي القرص ذو الإنجاز الأفضل في القطر للعام ٢٠١٦-٢٠١٧.

٣-١ اهداف البحث.

يهدف الباحثان الى التنبؤ بالانجاز من خلال:

١. تحديد الاثار المباشرة وغير المباشرة بين المتغيرات المستقلة مع بعضها من جهة وفق المنطق العلمي وربطها بالإنجاز كمتغير تابع
٢. تصميم معادلات تنبؤية وفق الية تحليل المسار الاحصائي (Path Analysis) للمتغيرات البايوميكانيكية لفعالية رمي القرص المواءمة البايوميكانيكية.

٤-١ فروض البحث

١. تتباين درجة التأثير لمتغيرات الرامي في المسافة الرقمية للإنجاز تبعا لتباين مستويات تأثيرها على بعضها البعض من جهة وعلى متغير الإنجاز من جهة أخرى.
٢. يمكن التنبؤ بدقة أكبر بانجاز اعلى لرامي القرص وفق انموذج المواءمة البايوميكانيكية لقيم لمتغيرات البايوميكانيكية التي يحققها الرامي في محاولاته.

٥-١ مجالات البحث

- ١-٥-١ المجال البشري /لاعب رمي القرص صاحب الإنجاز الرقمي الأفضل في القطر للعام ٢٠١٦م-٢٠١٧م.
- ٢-٥-١ المجال المكاني / ملعب كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة بجامعة القادسية.
- ٣-٥-١ المجال الزمني / من ١/١١/٢٠١٦ م ولغاية ١٦/٩/٢٠١٧م.

٢- الإطار النظري

١-٢ الاداء الفني لفعالية رمي القرص

يعتبر الاداء الفني السليم من اهم الاهداف التي يسعى المدرب او راми القرص لتحقيقها لكي يتمكن من الحصول على أفضل استخدام للمجاميع العضلية وتوجيه القوى الناتجة منها بالاتجاه الصحيح، ورسم المسارات الحركية الانسيابية لتوفير الاقتصادية في الجهد المبذول للوصول الى الانجاز الافضل. اذ يعرف الاداء الفني بانه " الطريق الصحيح لإخراج الطاقة الحركية بطريقة سليمة " (١). يتم الاداء الفني لفعالية رمي القرص من داخل دائرة قطرها ٢.٥ م ويستخدم الرامي قرص قطره ٢٢ سم ووزنه ٢ كغم (١,٥) كغم للشباب و ١ كغم للنساء) ، و تقسم مراحل الاداء الفني لفعالية رمي القرص الى :

١. **الوقفة الابتدائية:** ان الوضع المتعارف عليه بين الرماة هو الذي يقف فيه الرامي عند مؤخرة الدائرة ويكون ظهره مواجهاً لقطاع الرمي وقدماه متباعداً وتشيران قليلاً للخارج لتسهيل بداية الدوران (٢).
٢. **المرحلة التمهيديّة:** يبدأ الرامي بمرحلة تمهيدية للقرص او مرجحتين من الوضع التمهيدي مع حمل القرص فوق الكتف الايسر او امام الصدر بقليل، ولزيادة سعة المرحلة ينقل مركز ثقله على القدمين بالتبادل.
٣. **الانتقال** عند اقتراب القرص من حد مرجحته الخلفية او عند بداية رجوعه الى الامام في نهاية مرحلة المرحلة التمهيديّة يبدأ الرامي بتعديل وضعية القدم اليسار عن طريق لفها باتجاه قطاع الرمي (٣).
٤. **الدوران:** يقوم الرامي بالارتكاز على مؤخرة قاعدة اصابع القدم اليسار حتى يكون اتجاهه في مواجهة مسار الرمية، وعندئذ يرفع ركبة القدم اليمين للاعلى ثم يرفع بقوة للامام عبر دائرة الرمي (٤).
٥. **مرحلة الرمي** تبدأ هذه المرحلة بمجرد ان تلامس قدم الرامي اليمين الأرض، عندها يقوم اللاعب بسحب الذراع الرامية باتجاه قطاع الرمي يصاحبه لف الرجل اليسار من مفصل الركبة وكذلك تدوير الحوض (٥).
٦. **حفظ الاتزان** يقوم الرامي بعد خروج القرص من كف الذراع الرامية باداء عملية التبديل بالقدمين للبقاء داخل دائرة الرمي وتقليل الزخم المتولد من المراحل السابقة والذي يدفع بالجسم الى خارج دائرة الرمي (٦).

٢-١-٢ العوامل المؤثرة في الاداة

١. **سرعة إطلاق (تحرر) القرص:** ان السرعة من الناحية الميكانيكية معدل المسافة المقطوعة على وحدة الزمن ، وذلك يعني ان الرامي يجب ان يطلق القرص في اقل زمن ممكن (٧) . وان سرعة الاطلاق على الرغم من كونها خطية بمسار مستقيم الا انها

(١) سليمان علي حسن: المدخل إلى علم التدريب الرياضي، الأسس المنهجية في برامج التدريب، الموصل: مطبعة جامعة الموصل، ١٩٨٣، ص ٢٥٩.

(2) Sylvester, J. (1986), **Points for the Discus Thrower and Coach to Ponder**, *Track and Field quarter Review*, Issue (1), p26.

(٣) جيمس هي: **الميكانيكا الحيوية لاساليب الاداء الرياضي**، ترجمة (عبد الرحمن العنقري)، المملكة العربية السعودية: جامعة الملك سعود -النشر العلمي والمطابع، ٢٠٠٧م، ص ٥٢٢.

(٤) نجاح مهدي شلش: التحليل الحركي البايوميكانيكي، ط١، بغداد: الايك للتصميم والطباعة، ٢٠١١م، ص ٣١٠.

(٥) فراج عبد الحميد توفيق: **موسوعة العاب القوى النواحي الفنية لمسابقات الدفع والرمي**، ط١، الاسكندرية: دار الوفاء، ٢٠٠٤م، ص ٥٧-٥٨.

(٦) جيمس هي: **مصدر سبق ذكره**، ص ٥٢٧.

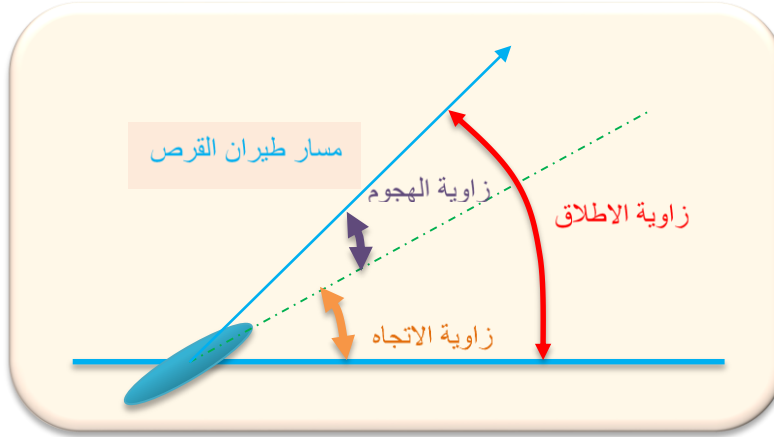
(٧) محمد جاسم محمد: أثر منهج تدريبي مقترح على وفق بعض المتغيرات البايوميكانيكية في انجاز رمي الرمح، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بابل، كلية التربية الرياضية، ٢٠٠١م، ص ١٧.

نتيجة من الحركة الدوارنية للرامي وبالتالي فانها تتأثر بالسرعة المحيطية للذراع الرامية ،اذ تعتمد سرعة الاطلاق بشكل كبير على السرعة المحيطية للذراع الرامية ، حيث كلما زادت السرعة المحيطية زادت سرعة الاطلاق ، والسرعة المحيطية ترتبط طرديا مع المسافة على محيط الدائرة وعكسيا مع الزيادة التي تقابلها بالزمن" ^(١) ، وبناء على ذلك فان طول الذراع يؤثر بشكل طردي على سرعة الاطلاق كونه يتناسب طرديا مع السرعة المحيطية للذراع الرامية .

٢. **زاوية اطلاق (تحرر) القرص.** هي الزاوية المحصورة بين الاتجاه الذي يتحرك به مركز ثقل القرص بعد اطلاقه والمستوى الافقي ^(٢) . وتعتبر أفضل زاوية نظرية للاطلاق في فعاليات الرمي هي (٤٥°) او اقل بهدف الحصول على اقصى مسافة افقية ولكن بشرط ان يتساوى مستوى الاطلاق ومستوى الهبوط ^(٣) . وتتكون زاوية الاطلاق في فعالية رمي القرص من زاوية الاتجاه وزاوية الهجوم كما في الشكل (١)

أ. زاوية الاتجاه : تمثل هذه الزاوية درجة الميلان لمحور القرص عن الخط الوهمي الافقي ^(٤)

ب. زاوية الهجوم : هي الزاوية المحصورة بين مستوى القرص المحوري والاتجاه الذي يتحرك به مركز ثقله ^(٥) . يجب ان تكون زاوية الهجوم اقل من زاوية الاتجاه لحظة الاطلاق للحصول على اكبر مسافة افقية ممكنة ، اذ عندما تكون زاوية الهجوم اصغر " ياخذ القرص وضعافقيا في اعلى التحليق حيث تقل مقاومة الهواء الى ابعد الحدود وعمل الهواء نفسه على حمل القرص الى مسافة ابعد" ^(٦)



شكل (١) يوضح كل من زاوية الاطلاق وزاوية الاتجاه وزاوية الهجوم

٣. **ارتفاع نقطة الاطلاق** توجد علاقة ارتباط طردية بين زيادة سرعة الإطلاق وامتداد الجسم تستلزم التزامن في الأداء الفني والتوافق الحركي بين أجزاء الجسم والدفع في آن واحد.

٤. **سرعة الريح** توجد قوتان في ديناميكية الهواء تؤثران على حركة القرص كما في الشكل (٢) ، الأولى : هي قوة رفع وتعمل بشكل عمودي باتجاه الطيران ، أما الثانية : فهي قوة سحب تعمل على عكس اتجاه الطيران ، ونتيجة لاختلاف سرعة اطلاق القرص

(١) عادل عبد البصير : الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي ، القاهرة : مركز الكتاب للنشر ، ١٩٩٨م ، ص٤٥ .

(٢) جيمس هي : نفس المصدر السابق ، ص٥٢٧

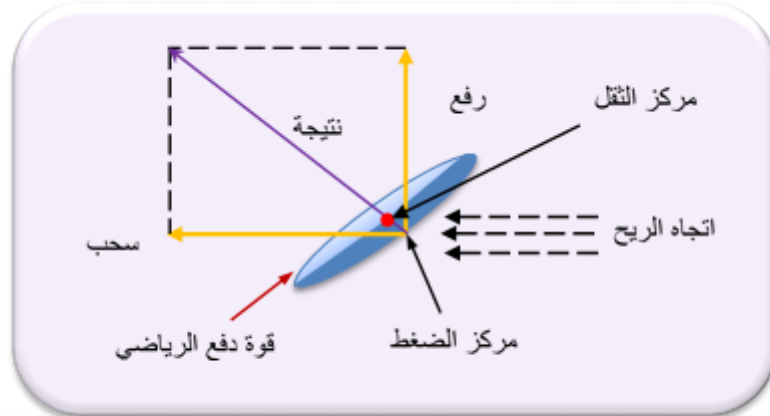
(٣) نجاح مهدي شلش : مصدر سبق ذكره ، ص١٣٣

(٤) قاسم حسن حسين ونزار الطالب : الاسس النظرية والميكانيكية في تدريب الفعاليات العشرية للرجال والسباعية للنساء ، الموصل : دار الكتب ، ١٩٨٧ ، ص٢٥٨ .

(٥) جيمس هي : مصدر سبق ذكره ، ص٥١٤ .

(٦) زكي درويش وعادل عبد الحافظ : العاب القوى وفن الرمي والسباقات المركبة ، ج٣ ، القاهرة : دار المعارف ، ١٩٧٧م ، ص٤٦ .

وسرعة الريح تؤثر هاتان القوتان على مركز ضغط القرص ومركز ثقله والاثنتان لا يتطابقان من حيث الموقع ويحصل عن هذا الاختلاف عزم يعمل على خفض مقدمة القرص الى الاسفل ، وهذا يتناسب طردياً مع المسافة بين مركز الثقل ومركز الضغط للقرص^(١). تؤثر سرعة الريح على مسار القرص اثناء طيرانه فلا يكون على شكل منحنى قطع مكافئ، وعلى الرغم من الرامي لايمكن ان يغير من سرعة الريح واتجاهها والمقاومة التي تولدها لكن يمكنه استغلال تأثير العوامل الجوية والتغيير في زوايا الاطلاق للتغلب على ذلك.



شكل (٢) يوضح العلاقة بين قوة الدفع على الاداة وقوة الرفع والسحب ومقاومة الهواء

٥. **الجاذبية** هي قوة ذات تأثير فعال ودائم على الاجسام وهي باتجاه مركز ثقل الارض، ويكون تأثيرها على الاجسام في نقطة وهمية تعبر عن مركز ثقل الاجسام^(٢).

٢-٢ الانموذج

يوجد العديد من التعريفات للانموذج منها: "صورة مبسطة ومفهومة من العالم"^(٣)، "الشيء الذي يحاكي السمات المرتبطة بالموضوع المراد دراسته"^(٤). ولكن يجب ان يكون التعريف للمفهوم او المصطلح دقيقاً في وصف جميع المفردات التي يتضمنها ذلك المصطلح او المفهوم، وعلى هذا الاساس فان مفهوم الانموذج الحديث يتحدد وفق:

١. **التبسيط:** يجب ان يكون الانموذج صورة مبسطة عن الاصل لكي تتمكن من دراسته بشكل أسهل اذ ان "أفضل انموذج هو الذي يكون بسيطاً ولا يزال معقداً بما فيه الكفاية للمساعدة في فهم النظام وحل المشكلة"^(٥).
٢. **التفسير:** تعني ان لا يقتصر التفسير على التأكد من ان سير الامور في الطبيعة يكون وفق قوانين او نماذج، وانما اكتشاف تلك القوانين او النماذج لغرض التنبؤ بما سيحدث في المستقبل^(٦).
٣. **المرونة:** تعني ان ملائمة الانموذج للاصل ليست صفة ثابتة او مستقرة، فقد يتبين نتيجة التطور ان بعض النماذج غير ملائمة وقد تكون غير صحيحة، وعليه يجب ان تدقق او تصحح او قد تترك.

(١) قاسم حسن حسين وايمان شاكر : طرق البحث في التحليل الحركي ، ط١ ، عمان : دار الفكر للطباعة والنشر ، ١٩٩٨م ، ص ٣١١ .

(٢) بيتر تومسن: المدخل الى نظريات التدريب، القاهرة: مدينة نصر، ١٩٩٤م، ص ٨٣

(3) Chorley, R., & Haggett, P. (1967), **Models in geography**, London, Edward Arnold, p22.

(4) Bender, E. A. (1978), **an Introduction to Mathematical Modeling**, New York, A Wiley-Int-erscience publication, p1. p1.

(5) Valten, K. (2009), **Mathematical Modeling and Simulation**, Germany, Strauss GmbH, p4.

(٦) محمود فهمي زيدان: الاستقراء والمنهج العلمي، ط٤، الاسكندرية: مؤسسة شباب الجامعة، ١٩٨٠م، ص ١١٤.

وفقا لما تقدم يتفق الباحثان مع التعريف التالي: " نظام مجسم او متخيل فكريا يعكس الموضوع المدروس - المادي او الفكري - عكسا مناسباً، او يعيد توليد بعض الصفات والعلاقات النوعية للموضوع المدروس بطريقة تماثلية بحيث تؤدي دراسة الانموذج الى اكتساب معارف جديدة عن الاصل " (١).

١-٢-٢ انواع النماذج

يذكر (Stockburger) ان الانموذج هو تمثيل يحتوي على البنية الاساسية لبعض الاشياء او الاحداث في العالم الحقيقي ، لذا فالنماذج تصنف وفقا لعملية التمثيل الى شكلين رئيسيين هما المادي و الرمزي . (٢)

١. **الانموذج المادي** : " مقياس مصغر من الاشياء الحقيقية تمكننا من الاستدلال حولها بوقت وتكلفة اقل من الوضع الطبيعي " (٣). اوهي تراكيب او بناءات مادية تستخدم في التجارب بدلا عن الاشياء او الحالات او الاجسام التي يكون من الصعب دراستها في الواقع الحقيقي او قد يكون من المستحيل دراستها . (٤)

٢. **الانموذج الرمزي** "هو تحليل سلوكي للحالة الطبيعية بشكل تصور او توصيف مكتوب" (٥). وتكون النماذج الرمزية ذات بنية صورية استدلالية لمجموعة من الصفات او العلاقات المأخوذة من انظمة او كيانات حقيقية مالوفة تتم صياغتها بشكل اخر يكتفه بعض الغموض (٦) . و تقسم النماذج الرمزية الى نوعين هما :

أ. **تناظرية**. (٧) وهي عبارة عن عملية تحويل خصائص اي ظاهرة طبيعية بغرض دراستها الى خصائص مناظرة لها باستخدام الرموز الرموز لتوصيف النظام الحقيقي كالحروف والكلمات والرسوم والاشكال والالوان ، ويمتاز هذا النوع من النماذج بالسهولة والعمومية

ب. **رياضية** . وتعرف بانها "بنية مبسطة ومختصرة لجزء من الواقع الحقيقي بهيئة معادلات رياضية يتم انشاءها لاهداف محددة" (٨). والنمذجة في الرياضيات تعني تطبيق الاسس الرياضية في وصف مشاكل العالم الحقيقي والتحقيق في المسائل الهامة التي تجري فيه او تنشأ منه ، وباستخدام الادوات الرياضية يتم ترجمة المشكلة في الواقع الحقيقي الى مشكلة رياضية لغرض الحصول على حل لها ومن ثم استحصال التنبؤات منها وترجمة هذه التنبؤات للواقع الحقيقي . (٩)

٣-٢ التنبؤ العلمي.

يذكر كل من (Abraham) و (Ledolter) نقلا عن قاموس (Webster) ان التنبؤ يعرف بانه " نشاط او فعالية لحساب او توقع بعض الاحداث او الحالات في المستقبل، كنتيجة لدراسة منطقية او تحليل للبيانات ذات الصلة" (١٠). وعليه فان اي عملية للتنبؤ بحدث

(١) محمد عبد اللطيف مطلب: **الفلسفة والفيزياء**، ج١، بغداد: دار الشؤون الثقافية والشر، ١٩٨٥م، ص١٥٤.

(2) Stockburger, D. W. (1996), **Introductory Statistics: Concepts, Models, and Applications**, Missouri, Southwest Missouri State University, p15.

(٣) ثائر مطلق محمد : **النماذج والطرق الكمية وتطبيقاتها في الحاسوب** ، ط١ ، عمان : دار الحامد للنشر والتوزيع ، ٢٠١١م، ص٥٠.

(٤) محمد عبد اللطيف مطلب : **مصدر سبق ذكره** ، ص١٥٤ .

(٥) ثائر مطلق محمد : **مصدر سبق ذكره** ، ص٥٠ .

(٦) Hanson, N. R, **Op .Cite**, P240.

(٧) ثائر مطلق محمد : **مصدر سبق ذكره** ، ص٥١ .

(8) Bender, E. A, **Op .Cite**, p2.

(9) Sandip Banerjee. (2014), **Mathematical Modeling, Models, Analysis and Application**, New York, CRC press, p1.

p1.

(10) Abraham, B. & Ledolter, J. (2009), **Statistical Methods for Forecasting**, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc,p1.

مستقبلي يجب ان تبدأ بتجميع معلومات سابقة عن الظاهرة او الحدث موضوع الدراسة بشكل منهجي وبطريقة محددة للحصول على تخمين للمستقبل.

٢-٣-١ اساليب التنبؤ

ان طبيعة المعلومات التي يتم الاعتماد عليها في توفير التنبؤات المستقبلية عن الظاهرة او الحالة موضوع الدراسة اوجدت اسلوبين لعملية التنبؤ هما الاسلوب النوعي او غير نظامي والاسلوب الكمي او النظامي (١).

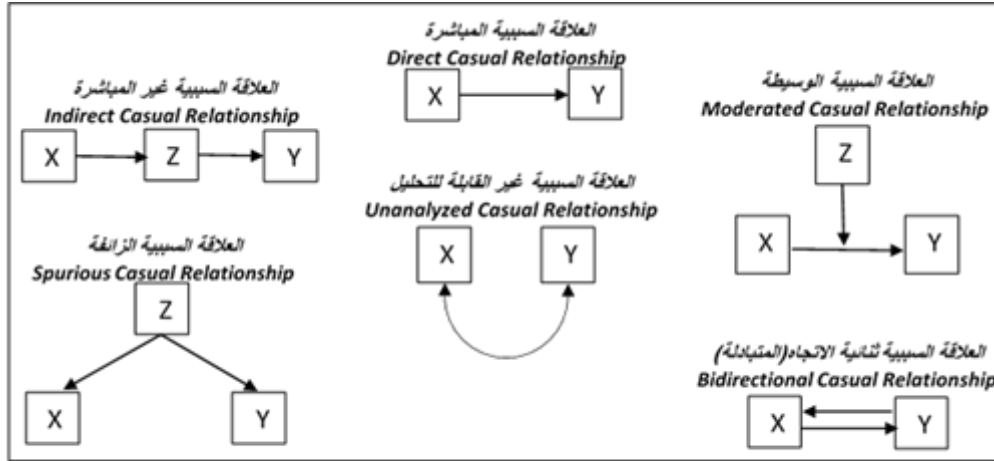
١. **الاساليب غير النظامية (النوعية)** : تعتمد على التقدير الذاتي ولا تحتاج الى قاعدة او تحديد المتغيرات التي تفسر سلوك المتغير موضوع الاهتمام.

٢. **الاساليب النظامية (الكمية)**: تعتمد على طرق علمية لتفسير اي ظاهرة وتستند الى معالجة جميع المتغيرات المؤثرة من خلال نماذج رياضية قابلة للتقدير، تنقسم الاساليب النظامية الى مجموعتين:

أ. **الاساليب غير السببية**: تعتمد هذه النماذج على القيم التاريخية للمتغير المراد التكهّن بقيمته المستقبلية ولا تحتاج إلى تحديد المتغيرات التي تفسر سلوكه (٢).

ب. **الاساليب السببية**: يعتمد المتغير موضوع البحث على متغيرات تفسيرية توضح سلوكه، وبالاعتماد على نظرية معينة في تفسير الظاهرة يتم صياغة العلاقة على شكل نموذج رياضي قابل للتقدير (٣).

وللنماذج السببية ستة انواع من العلاقات السببية الرئيسية التي تفسر سلوك المتغير التابع كما في الشكل (١):



شكل (٣) يوضح أنواع العلاقات السببية

٤-٢ نموذج تحليل المسار (Path Analysis Model)

يعد انموذج تحليل المسار أحد انواع المعادلات البنائية الا انه في الحقيقة يعتبر من أقدمها، ويستخدم تحليل المسار لاختبار العلاقات المفترضة للظاهرة المدروسة بشكل نماذج سببية وهذا لا يعني انه يكتشف العلاقات السببية بين المتغيرات بطريقة البية. اذ ان

(١) جمال حامد: (اساليب التنبؤ)، مجلة جسر التنمية، الكويت، العدد الرابع عشر، شباط، السنة الثانية، ٢٠٠٣، ص ٤.

(٢) محمد عبد الحميد مقلد: بناء نموذج رياضي لبعض مكونات الاداء الفني لدى سباحي المسافات القصيرة، رسالة ماجستير، كلية التربية الرياضية للبنين،

جامعة بنها، مصر: ٢٠٠٧م، ص ٢٢

(٣) جمال حامد: مصدر سبق ذكره، ص ٤.

" تحليل المسار ليس في الواقع وسيلة لاكتشاف الأسباب، بدلا من ذلك فإنه يختبر العلاقات النظرية" (١). ويعد تحليل المسار من اقوى الاساليب في بناء انموذج قادر على التنبؤ بالمتغير التابع من خلال تفسير التعقيد الذي ينطوي عليه النظام او الحالة المدروسة وفق منهج علمي ان اهم ما يتميز به تحليل المسار ما يلي: (٢)

١. تحديد المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة في الانموذج الذي يتم اقتراحه.
٢. يحدد الاثار المباشرة للمتغير المستقل في المتغير التابع، مما يوضح الاهمية المباشرة للمتغيرات المستقلة في المتغيرات التابعة.
٣. يحدد الاثار غير المباشرة والاثار السببية للمتغيرات المستقلة في المتغير التابع، مما يساعدنا في معرفة دقائق الامور بالنسبة للمتغير المستقل في تأثيره على المتغير التابع.

٢-٤-١ الفروق بين تحليل المسار وتحليل الانحدار المتعدد

ان فلسفة تحليل المسار لا تختلف بالمفهوم العام عن الفلسفة الرئيسية لتحليل الانحدار المتعدد في كونها قائمة على تصميم معادلة تتنبأ بسلوك او نتيجة المتغير التابع بالاعتماد على بيانات مجموعة من المتغيرات المستقلة ، فهو امتداد لانموذج الانحدار المتعدد الا انه يعتبر اكثر تطورا منه على الرغم من انه يتكون من مجموعة معادلات انحدارية اذ ان " انموذج المسار هو طريقة رسومية لتمثيل معادلة انحدار أو عدة معادلات انحدار مترابطة ، والتي غالبا ما تستخدم لتكوين الاستدلالات السببية" (٣)، اضافة الى ان تحليل المسار يتبع منهجية على وفق النظريات العلمية و الافتراضات المنطقية في موازنة المتغيرات المستقلة وتوضيح تأثيرها المباشر وغير المباشر بالمتغير التابع . فهو " يسمح للباحث بتقدير قوة التأثير البنائي المباشر من متغير الى اخر ، والتاثير غير المباشر خلال متغيرات متداخلة او وسطية في انموذج المسار المحدد مسبقا" (٤).

نستنتج من ذلك ان تحليل المسار يتشارك مع تحليل الانحدار في امور معينة ولكنه يختلف عنه في امور اخرى ، يمكن حصرها بالنقاط التالية :

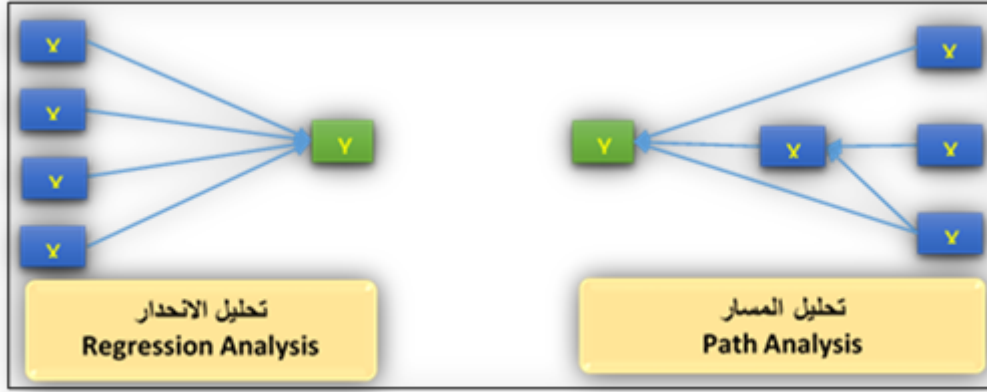
١. تحليل المسار يسمح للباحث بدعم الانموذج المفترض بالنظريات العلمية ، باستخدام مخطط المسار (Path Diagram)، بينما تحليل الانحدار يوفر مخططا رسوميا وفق العلاقات المبنية على المنطق الاحصائي فقط ولا دخل للباحث في تصميمه .
٢. تحليل المسار يمكن الباحث من التعامل بمرونة مع المتغيرات من خلال تحويل العلاقات المفترضة في الانموذج الرسومي الى معادلات يتم تقديرها واختبارها ، بينما تحليل الانحدار يضع قيود معينة على نوع العلاقات في بناء الانموذج .
٣. تحليل المسار يعتبر اكثر شمولية ودقة لامكانيته في تحديد قوة التأثير ونوعه بين المتغيرات ، ونتيجة لذلك فان المتغيرات في انموذج المسار قد تكون مستقلة وتابعة في نفس الوقت على العكس من تحليل الانحدار الذي تكون فيه المتغيرات اما مستقلة او تابعة اضافة الى ان نوع التأثير بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع يكون مباشر
٤. تحليل المسار يمكن الباحث من ادراك اخطاء القياس او التباينات غير المفسره وتحديدها في الانموذج بشكل دقيق على العكس من تحليل الانحدار الذي يفترض عدم وجود اخطاء قياس او تباينات غير مفسرة في انموذجه .

(1)Schumacker, R.E. & Lomax, R.G. (2004), A beginner's guide to structural equation modeling, (2ed), New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, p151.

(٢) ناجي محمد درويش : تحليل المسار في العلوم السلوكية ، ط١، القاهرة : دار النشر ، ٢٠٠٧م، ص٤٧

(3) Freedman, D. A., Op .Cite, p81.

(4) Mueller, R. O., Op .Cite, p2.



شكل (٤) يوضح مخطط لامتودج تحليل الانحدار وامتودج تحليل المسار

لجا الباحثان الى استخدام تحليل المسار كونه يعد اكثر ملائمة ودقة في دراسة النظام المعقد من العلاقات التي تحكم الاداء الفني لرمي القرص ، اذ ان من البديهي في تتبع التسلسل الحركي للاداء الفني لفعالية رمي القرص ملاحظة عدم تاثير جميع المتغيرات البايوميكانيكية المستقلة بصورة مباشرة في المتغير التابع (الانجاز) ، لان التأثير ينتقل بين المتغيرات بشكل متسلسل تبعا لطبيعة الاداء والمراحل الفنية له بدءا من المرحلة التمهيدية حتى لحظة كسر الاتصال مع الاداة (القرص) ، اضافة الى انه في كل مرحلة من مراحل الاداء تولد مجاميع عضلية مختلفة القوى المحركة لاجزاء الجسم وبالتالي لايمكن الجزم بان جميع المتغيرات البايوميكانيكية المستقلة تؤثر بشكل مباشر في الانجاز .

٢-٤-٢ عناصر ومصطلحات امتودج المسار

يمتلك امتودج تحليل المسار مجموعة من العناصر والمصطلحات التي يجب على القائم بعملية النمذجة التعرف عليها قبل البدء بعملية بناء الامتودج وهي كالاتي:

١. مخطط المسار (Path Diagram)

يعتبر مخطط المسار تمثيل للامتودج المفترض بشكل صوري او رسومي باستخدام مجموعة من الرموز المتفق عليها في جميع نماذج المعادلات البنائية ، ولكن لا تقتصر اهمية مخطط المسار على ذلك فقط اذ " ان مخططات المسار مفيدة بما فيه الكفاية كأدوات وصفية بسيطة، ولكنها يمكن أن تكون أكثر بكثير من ذلك ، فبدءا من البيانات التجريبية يمكن للمرء ان يجد القيمة الرقمية من كل سهم منحنى ومستقيم في الرسم البياني لتحديد القوة النسبية للارتباط أو السببية في التأثير".^(١) فهو يعد وسيلة توضيحية للعلاقات بين المتغيرات وانواع المتغيرات داخل الامتودج المفترض ، اذ " يمثل مخطط المسار مجموعة من المعادلات الهيكلية، أي مجموعة من معادلات الانحدار مع بنية محددة بين المتغيرات في الامتودج"^(٢) ، اضافة الى ذلك فان مخطط المسار يعد مهما في العديد من حزم البرامج المتخصصة في تنفيذ تحليل المسار من خلال اعتماده كاداة او وسيلة لتبويب البيانات وفقا لبنية مخطط المسار " اذ انه يوفر وسيلة ربط في بعض حزم (SEM) التجارية ، مثل (AMOS)، (EQS)، و (LISREL)، التي تسمح للمستخدمين لرسم المخططات المسار واستخدامها كمدخلات لتحليلات البيانات"^(٣) يتضمن مخطط المسار مجموعة من الرموز التي تستخدم في توصيف انواع المتغيرات ونوع العلاقات بين المتغيرات كما في الشكل (٥).^(٤)

(1) Loehlin, J.C. & Beaujean, A.A. (2017), **Latent Variable Models An Introduction to Factor, Path, and Structural Equation Analysis**, (5ed), New York, Routledge Taylor & Francis Group, p7.

(2) Mueller, R. O, **Op .Cite**, p24.

(3) Hoyle, R.H. (2012), **Op .Cite**, p43.

(4)Raykov, T. & Marcoulides, G. A. (2000), **Op .Cite**, p9.

الوصف	الرمز
المتغيرات الكامنة أو المستترة	○ أو ○
المتغيرات المشاهدة أو المقاسة	□ أو □
العلاقة السببية بين المتغيرات	→ أو →
الاضطراب أو الخطأ في المتغير الكامن	○ ↗ أو ○ ↗
خطأ القياس في المتغيرات المشاهدة	□ ← أو □ ←
الارتباط بين المتغيرات	↔ أو ↷

شكل (٥) يوضح وصف الرموز المستخدمة في تحليل المسار

٢. المتغيرات

توجد عدة أنواع من المتغيرات في انموذج المسار : الاولى هي المتغيرات التي لا تستقبل اي اثر سببي من المتغيرات الاخرى داخل مخطط المسار ، اما الفئة الثانية فهي التي تستقبل اثر سببي واحد او اكثر من المتغيرات في مخطط المسار ، ويشار الى المتغيرات في الفئة الاولى باسم المتغيرات الخارجية (Exogenous) او المستقلة (Independent) او المصدر (Source) ، وتسمى المتغيرات في الفئة الثانية بالمتغيرات الداخلية (Endogenous) او التابعة (Dependent) او المصب (Downstream). يذكر (Loehlin)^(١) ان المصادر السببية للمتغيرات الخارجية (Exogenous) تقع خارج مخطط المسار، فهي مستقلة سببياً فيما يتعلق بالمتغيرات الأخرى (الاسهم في مخطط المسار تتجه بعيداً عنها وليس نحوها) وتمثل هذه المتغيرات المصادر السببية في الرسم البياني .

اما المتغيرات الداخلية (Endogenous) فان مصادرها السببية او على الاقل احدها يقع ضمن مخطط المسار ، وبالتالي فانها تعتمد سببياً على متغيرات اخرى (واحد او اكثر من اسهم المسار الصادرة من المتغيرات الخارجية تؤدي اليها) ، لذا فهي تقع في نهاية المصب لمتغيرات المصدر .

يحتوي انموذج المسار على متغيرات من نوع اخر تسمى المتغيرات الوسيطة (Mediators) ، اذ ان المتغير الوسيط " هو المتغير الذي يتاثر بمتغير مستقل ويؤثر في المتغير التابع ، فالمتغير المستقل يمارس تأثيره على المتغير التابع عبر المتغير الوسيط دون ان يكون هناك مسار مباشر بين المتغير المستقل والمتغير التابع"^(٢)

٣. البواقي Residuals

تمثل البواقي مجموعة من الاسباب التي تؤثر في قيم المتغيرات ، قد تكون اخطاء القياس لمتغيرات الظاهرة المدروسة او قد تكون اسباباً لمتغيرات واقعة خارج نطاق النظرية المفسرة للظاهرة المدروسة ، اذ " ان هناك استثناء في قاعدة التفسير السببي التي تتضمن شمول المتغيرات المؤثرة اذ لا يمكن احيانا شمول جميع المتغيرات المؤثرة ويدرج ذلك ضمن ما يسمى المتغيرات المتبقية التي تمثل عادة اسباباً متعددة تكون خارجة عن مخطط المسار"^(٣).

(1) Loehlin, J.C. & Beaujean, A.A, Op .Cite, p4.

(2) Maruyama, G.M, Op .Cite, p40.

(3) Loehlin, J.C. & Beaujean, A.A, Op .Cite, p6.

٣- منهج البحث وإجراءاته الميدانية

٣-١ منهج البحث

لجا الباحثان في دراستهما الى استخدام المنهج الوصفي بأسلوب العلاقات المتبادلة لبناء نموذج المواعمة البايوميكانيكية، مستعينين بالدراسات السببية كأحد انماط اسلوب العلاقات المتبادلة " للكشف عن الاسباب المحتملة من وراء سلوك معين بواسطة دراسة العلاقة السببية المحتملة بين متغير ومتغير اخر " (١)

٣-٢ مجتمع وعينة البحث

تكون مجتمع البحث من المشاهدات التي اخذت من رمي القرص ذو الإنجاز الأعلى في القطر للعام ٢٠١٦-٢٠١٧ بواقع (٦٠) محاولة، وتكونت العينة من المحاولات الناجحة وكانت (٤٨) محاولة.

٣-٣ الوسائل والاجهزة المستخدمة

٣-٣-١ وسائل جمع البيانات

١. الملاحظة
٢. المصادر والمراجع العلمية العربية والاجنبية.
٣. شبكة المعلومات (الانترنت)
٤. فريق عمل مساعد*
٥. برنامج التحليل الحركي (Kinovea).
٦. برنامج 3D Studio Max، بإصدار (2012)، النسخة (14.0 commercial)
٧. برنامج (F.A.B Recorder)
٨. برنامج (AutoCAD)

٣-٣-٢ الاجهزة المستخدمة

١. الات تصوير فديوي ذات سرع عالية (٣٠٠ صورة/ثانية) عدد (٢)
٢. جهاز التقييم الوظيفي للنظام البايوميكانيكي (F.A.B) Functional Assessment of Biomechanics System
٣. أقراص رمي بوزن (٢) كغم.
٤. دائرة رمي وقطاع رمي نظامي.
٥. اشرطة قياس.
٦. ميزان طبي.

٣-٤ الاختبارات المستخدمة

٣-٤-١ اختبار الأداء الفني لرمي القرص

- يتمثل الاختبار بتنفيذ الأداء الفني لفعالية رمي القرص من قبل الرامي وحسب الشروط القانونية للفعالية، اذ يقوم الرامي بأداء جميع المحاولات على وفق البناء الظاهري للأداء الفني لفعالية رمي القرص بكافة مراحلها.
- الهدف من الاختبار: قياس المسافة الرقمية للإنجاز والمتغيرات البايوميكانيكية.
 - أدوات الاختبار: (دائرة رمي وقطاع رمي قانوني، أقراص رمي، شريط قياس، استمارة تسجيل)

(١) صالح بن حمد العساف: المدخل الى البحث في العلوم السلوكية، الرياض: دار الزهراء للنشر، ٢٠١٠م، ص ٢٣٢.

* انظر ملحق (١)

- **وصف الأداء:** يقوم الرامي بالوقوف في نهاية دائرة الرمي وظهره مواجه لقطاع الرمي، ثم أداء دورة ونصف حول المحور الطولي للجسم مع الانتقال الافقي باتجاه قطاع الرمي ضمن دائرة الرمي وبعدها إطلاق القرص.
- **طريقة الاحساب:** يتم قياس المسافة الواقعة بين الحافة الحديدية لدائرة الرمي وبين اول نقطة تماس بين القرص والأرض باستخدام شريط قياس بوحدات المتر واجزاءه.

٣-٥ متغيرات الدراسة

ان المنهجية المتبعة في تصميم الانموذج تحتم اتباع نظرية معينة في تشخيص المتغيرات ثم إيجاد التقديرات الكمية لمتغيرات المخطط وبعدها يتم اختباره احصائيا للحكم على منطقية التفسير للأداء الفني. تبنى الباحثان النظرية العلمية التي مفادها ان المسافة التي يقطعها المقذوف تتأثر بثلاث متغيرات رئيسية هي سرعة الاطلاق وزاوية الاطلاق وارتفاع نقطة الاطلاق، واعتمد الباحثان هذه المتغيرات كأساس في التتبع السببي لبقية المتغيرات البايوميكانيكية وبعد جمع المعلومات توصل الى المتغيرات التالية:

جدول (١)

يبين المتغيرات البايوميكانيكية المؤثرة في انجاز فعالية رمي القرص

وحدة القياس	المتغيرات	ت	وحدة القياس	المتغيرات	ت
درجة	زاوية الاطلاق	.١	متر	الإنجاز	.١
درجة	زاوية الركبة اليمين بداية مرحلة الرمي	.٢	م/ثا	سرعة الاطلاق	.٢
ثانية	زمن مرحلة الرمي	.٣	متر	طول القوس للذراع اليمين في مرحلة الرمي	.٣
م/ثا	السرعة الخطية للجسم	.٤	م/ثا	السرعة المحيطة للذراع اليمين في مرحلة الرمي	.٤
م/ثا	السرعة المحيطة للرجل اليمين في مرحلة الدوران	.٥	جول	عزم الجذع في مرحلة الرمي	.٥
م/ثا	السرعة المحيطة للذراع اليمين في مرحلة الدوران	.٦	جول	عزم الكتف في مرحلة الرمي	.٦
باسكال	الضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران	.٧	متر	ارتفاع القرص بداية مرحلة الرمي	.٧
درجة	زاوية الركبة اليسار بداية الدوران	.٨	باسكال	الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي	.٨
درجة/ثا	السرعة الزاوية للركبة اليسار بداية الدوران	.٩	درجة	زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال	.٩
ثانية	زمن الدوران	.١٠	متر	ارتفاع الاطلاق	.١٠

إضافة الى ذلك فقد عمد الباحثان الى استخراج بعض القياسات المطلوبة لتغذية جهاز (F.A.B) كما في الجدول (٢)

جدول (٢)

يبين بعض القياسات الخاصة بالرامي

ت	اسم المتغير	وحدة القياس	قيمة المتغير
.١	الطول الكلي	سنتيمتر	186.9
.٢	وزن الجسم	كيلوغرام	114
.٣	طول الساعد	سنتيمتر	39.1
.٤	طول العضد	سنتيمتر	41.9
.٥	طول الفخذ	سنتيمتر	52.1
.٦	طول الساق	سنتيمتر	55.9

- ٦-٣ **التجربة الاستطلاعية الأولى:** تم اجراء التجربة يوم الخميس المصادف ٢٣/٢/٢٠١٧م في مختبر البايوميكانيك في الوحدة البحثية -كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة / جامعة القادسية لغرض التعرف على كيفية التعامل مع منظومة (F.A.B).

٣-٧ **التجربة الاستطلاعية الثانية:** تم اجراء التجربة الاستطلاعية الثانية يوم الأربعاء المصادف ٢٠١٧/٣/١ على ملعب العاب كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة لغرض التعرف على مواقع الكاميرات والارتفاعات المطلوبة.

٣-٨ **التجربة الرئيسية:** تم اجراء التجربة الرئيسية يوم الخميس المصادف ٢٠١٧/٣/٢ م على ملعب العاب كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة في جامعة القادسية، وتكونت إجراءات التجربة مما يلي:

١. ربط كل المتحسسات على الجزء المخصص لها من الجسم كما في الشكل (٦)، ثم ادخال مجموعة من البيانات الخاصة بالرماية ثم اجراء المعايرة لهذه البيانات لكي يتم التعرف عليها من قبل الجهاز.



شكل (٦) يوضح كيفية ربط منظومة (F.A.B)

٢. التصوير الفيديوي للأداء الفني لغرض رصد نسبية الحركة لجسم الرامي مع دائرة الرمي، فضلا عن بعض المتغيرات وبالأخص متغيرات الأداة (القرص) والتي لا تتمكن منظومة (F.A.B) من استخراجها، اذ تم تصوير اللاعب باستخدام كاميرتين أ. الكاميرا (١): تم تنصيبها بجانب دائرة الرمي على ارتفاع (١) م، وبمسافة (٥) متر عن يسار الرامي عند وقوفه في مؤخرة دائرة الرمي.

ب. الكاميرا (٢): تم نصبها باستخدام حامل حديدي بارتفاع (٧.٥) م، وبذراع طولها (٤) بحيث تكون الكاميرا عمودية على مركز الدائرة

٣-٩ **الوسائل الإحصائية**

لجا الباحثان الى استخدام الحقيبة الإحصائية (SPSS) بغرض استخراج المعاملات الإحصائية التالية

١. الوسط الحسابي
٢. الانحراف المعياري
٣. الالتواء
٤. التفرطح
٥. معامل الاختلاف

إضافة الى استخدام برنامج (AMOS graphic) لاستخراج انموذج الموامة البايوميكانيكي.

٤. عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

٤-١ عرض نتائج القيم الوصفية للمتغيرات البايوميكانيكية لفعالية رمي القرص وتحليلها ومناقشتها

جدول (٣)

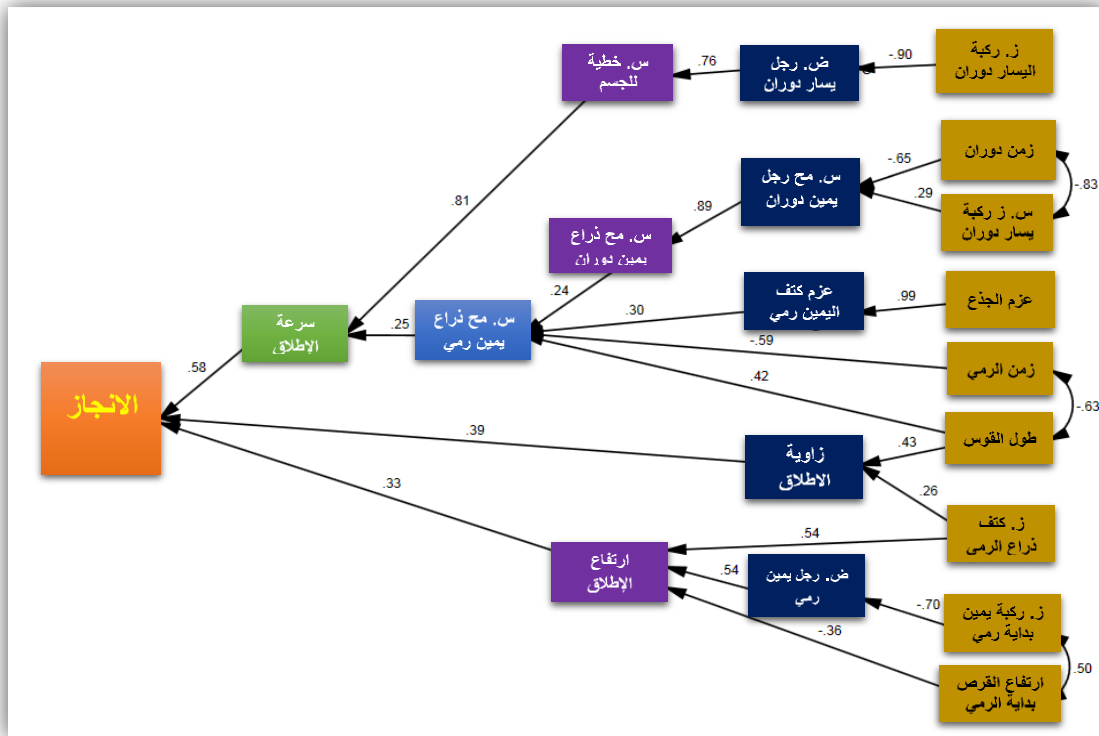
يبين النتائج الوصفية لقيم المتغيرات البايوميكانيكية لفعالية رمي القرص

ت	المتغيرات	وحدة القياس	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الالتواء	التفرطح	الاختلاف
١.	الإنجاز	متر	47.11	2.84	0.200	0.285-	6%
٢.	سرعة الاطلاق	م/ثا	23.98	1.97	0.387	0.922	8%
٣.	طول القوس للذراع اليمين في مرحلة الرمي	متر	4.03	0.20	0.408	1.147-	5%
٤.	السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الرمي	م/ثا	23.54	2.99	0.532	0.255-	12%
٥.	عزم الجذع في مرحلة الرمي	جول	420.77	31.76	0.244	0.088	7%
٦.	عزم الكتف في مرحلة الرمي	جول	311.20	25.91	0.416	0.22	8%
٧.	ارتفاع القرص بداية مرحلة الرمي	متر	67.72	5.29	0.504	0.773-	7%
٨.	الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي	باسكال	809.70	55.65	0.082	1.185-	6%
٩.	زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال	درجة	86.58	8.57	0.215-	1.369-	9%
١٠.	ارتفاع الاطلاق	متر	1.98	0.12	0.103	1.669-	6%
١١.	زاوية الاطلاق	درجة	41.39	2.84	0.961-	0.231-	6%
١٢.	زاوية الركبة اليمين بداية مرحلة الرمي	درجة	101.22	9.24	0.688-	1.873	9%
١٣.	زمن مرحلة الرمي	ثانية	0.17	0.01	0.157	0.529-	8%
١٤.	السرعة الخطية للجسم	م/ثا	1.27	0.10	0.323	0.458-	8%
١٥.	السرعة المحيطية للرجل اليمين في مرحلة الدوران	م/ثا	14.62	0.64	0.124	1.082-	4%
١٦.	السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الدوران	م/ثا	12.30	2.21	0.718	0.815-	18%
١٧.	الضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران	باسكال	899.12	46.58	0.302-	0.958-	5%
١٨.	زاوية الركبة اليسار بداية الدوران	درجة	104.58	10.89	0.635	0.644-	10%
١٩.	السرعة الزاوية للركبة اليسار بداية الدوران	درجة/ثا	244.33	11.81	0.019-	0.664-	4%
٢٠.	زمن الدوران	ثانية	1.25	0.07	0.154-	1.152-	6%

يبين الجدول (٣) قيم مقاييس التشتت للمتغيرات والتي يمكن من خلالها وصف التوزيعات للمتغيرات البايوميكانيكية المدروسة لفعالية رمي القرص، إذا يبين الجدول ان قيم الانحراف المعياري صغيرة مقارنة بالوسط الحسابي وعليه فان الوسط معبر بشكل جيد عن القيم الحقيقية. ويبين من الجدول ان معامل الالتواء لجميع المتغيرات انحصر بين $(1 \pm)$ وبالتالي فان جميع القيم كانت موزعة باعتدال لكل متغير. اما بالنسبة للتفرطح فيبين من الجدول ان متغير (طول القوس للذراع اليمين في مرحلة الرمي، الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي، زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال، ارتفاع الاطلاق، السرعة المحيطية للرجل اليمين في مرحلة الدوران، زمن الدوران) كان معامل التفرطح لها اكبر من (-1) وهذا يعني ان توزيع قيم هذه المتغيرات كانت بعيدة عن قيمة الوسط الحسابي، كما يبين الجدول ان قيم التفرطح لمتغير (زاوية الركبة اليمين بداية مرحلة الرمي) قد كانت اكبر من (1) وهذا يعني ان توزيع هذ المتغير قد تجمع قريبا من الوسط، كما لجا الباحثان الى استخدام معامل الاختلاف لمقارنة تشتت المتغيرات مع بعضها البعض، وعلى الرغم من قيم الاختلاف قد تباينت الا انها لم تكن كبيرة كونها كانت اقل من (30%) الامر الذي يدل على ان المتغيرات البايوميكانيكية للرامي كانت متقاربة .

٤-٢ انموذج المواعمة البيوميكانيكية لفعالية رمي القرص

ان التأثيرات للمتغيرات البيوميكانيكية المستقلة تتضح من خلال الشكل (٧) بثلاث أنواع: الخارجية (Exogenous) والداخلية (Endogenous) والوسيط (Mediators)، اذ ان المتغيرات الخارجية " هي التي تكون مستقلة سببياً فيما يتعلق بالمتغيرات الأخرى اما المتغيرات الداخلية فإنها تعتمد على متغيرات أخرى^(١)، اما المتغير الوسيط فهو الذي له دور في التأثير على المتغير التابع، والذي لولاه لما استطاع المتغير المستقل التغيير في المتغير التابع^(٢).



شكل (٧) يوضح انموذج المواعمة البيوميكانيكية

ويمكن تلخيص العلاقات الظاهرة في الشكل أعلاه كالآتي:

١. **المتغيرات الخارجية:** (زاوية الركبة اليسار بداية الدوران، زمن الدوران، السرعة الزاوية للركبة اليسار بداية الدوران، عزم الجذع في مرحلة الرمي، زمن مرحلة الرمي، طول القوس، ارتفاع القرص بداية الرمي، زاوية الركبة اليمين بداية مرحلة الرمي)
٢. **المتغيرات الوسيطة:** ظهرت هذه المتغيرات على عدة مستويات كالآتي:
 - أ. **المستوى الأول:** تمثل بالمتغيرات (الضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران، السرعة المحيطية للرجل اليمين في مرحلة الدوران، عزم الكتف في مرحلة الرمي، زاوية الإطلاق، الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي، زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال)

(1)Loehlin, J.C. & Beaujean, A.A. (2017), **Latent Variable Models an Introduction to Factor, Path, and Structural Equation Analysis**, (5ed), New York, Routledge Taylor & Francis Group, p4.

(٢) مشتاق عبد الرضا ماضي (منهج تدريبي على وفق المواعمة البيوميكانيكية وأثره في أداء الضربة الأمامية والخلفية بالتنس)، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة القادسية، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة، القادسية، ٢٠١٤، ص ٦٥.

ب. المستوى الثاني: تمثل بالمتغيرات (السرعة الخطية للجسم، السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الدوران، ارتفاع الاطلاق)

ج. المستوى الثالث: وتمثل بمتغير السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الرمي

د. المستوى الرابع: وتمثل بمتغير سرعة الاطلاق.

٣. المتغيرات الداخلية: ومثلها متغير الإنجاز.

٤-٢-١ عرض نتائج قيم أوزان الانحدار المعيارية للمتغيرات البيوميكانيكية المستقلة وتحليلها ومناقشتها:

جدول (٤)

يبين قيم اوزان الانحدار بالقياس الحقيقي والمعيارى والخطأ المعياري ومستويات الدلالة

ت	المتغيرات المستقلة	اتجاه التأثير	المتغيرات التابعة	وزن الانحدار	الخطأ المعياري	القيمة الحرجة	وزن الانحدار المعياري	مستوى الدلالة
١.	س. ز. ركبة يسار. دوران	<--	س. مح. رجل يمين. دوران	0.016	0.006	2.67	0.29	0.011
٢.	زمن الدوران	<--	س. مح. رجل يمين. دوران	-3.26	0.911	-5.77	-0.65	***
٣.	س. مح. رجل يمين. دوران	<--	س. مح. ذراع يمين. دوران	2.02	0.227	13.55	0.89	***
٤.	ز. ركبة يسار. دوران	<--	ض. رجل يسار. دوران	-1.80	0.27	-14.27	-0.90	***
٥.	ع. جذع. رمي	<--	ع. كتف. يمين. رمي	0.81	0.019	42.37	0.99	***
٦.	ض. رجل يسار. دوران	<--	السرعة الخطية للجسم	0.002	0.0003	6.67	0.76	***
٧.	ع. كتف. يمين. رمي	<--	س. مح. ذراع يمين. رمي	0.04	0.007	3.43	0.30	***
٨.	زمن مرحلة الرمي	<--	س. مح. ذراع يمين. رمي	-82.14	10.106	-8.13	-0.59	***
٩.	س. مح. ذراع يمين. دوران	<--	س. مح. ذراع يمين. رمي	0.22	0.042	5.29	0.24	***
١٠.	ز. ركبة يمين. رمي	<--	ض. رجل يمين. رمي	-4.24	0.623	-6.80	-0.70	***
١١.	طول القوس. ذراع يمين. رمي	<--	س. مح. ذراع يمين. رمي	4.02	0.436	9.69	0.43	***
١٢.	س. مح. ذراع يمين. رمي	<--	سرعة الاطلاق	0.19	0.082	2.32	0.25	0.021
١٣.	السرعة الخطية للجسم	<--	سرعة الاطلاق	12.12	2.351	5.15	0.81	***
١٤.	ز. كتف. يمين. رمي	<--	زاوية الاطلاق	0.09	0.043	1.98	0.26	0.048
١٥.	طول القوس. ذراع يمين. رمي	<--	زاوية الاطلاق	5.65	1.753	3.22	0.43	0.001
١٦.	ز. كتف. يمين. رمي	<--	ارتفاع الاطلاق	0.006	0.001	6.00	0.54	***
١٧.	ارتفاع القرص بداية الرمي	<--	ارتفاع الاطلاق	-0.007	0.001	-7.00	-0.36	***
١٨.	ض. رجل يمين. رمي	<--	ارتفاع الاطلاق	0.001	0.0002	5.00	0.54	***
١٩.	سرعة الاطلاق	<--	الإنجاز	0.73	0.122	5.97	0.58	***
٢٠.	ارتفاع الاطلاق	<--	الإنجاز	9.20	1.552	4.19	0.33	***
٢١.	زاوية الاطلاق	<--	الإنجاز	0.32	0.074	3.77	0.39	***

الرمز (***) يعني ان مستوى الدلالة كان اقل من (0.001)

يتبين من الجدول (٤) وجود (٢٢) علاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة (ثلاث مع متغير الانجاز) و(١٩) مع المتغيرات الوسيطة ، وتجدر الإشارة الى ان الباحثان استبعدا العلاقات خارج نطاق التفسير لأنموذج المواعمة والتي تسمى بالتأثيرات غير المفسرة او الزائفة (Spurious effect) ، ولغرض الاستدلال على معنوية الاوزان الانحدارية لجا الباحثان الى استخراج القيمة الحرجة الناتجة من قسمة وزن الانحدار على الخطأ المعياري اذ يتبين من الجدول ان جميع اوزان الانحدار قد كانت معنوية كون مستوى الدلالة لها كان اقل من (0.05)

أ. العلاقات ذات الإشارة السلبية: بلغ عددها (خمس علاقات) وكانت اقوى علاقة بين زاوية الركبة اليسار بداية الدوران والضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران، اما بالنسبة للعلاقة بين ارتفاع القرص بداية مرحلة الرمي وارتفاع الاطلاق فقد جاءت أخيرا.

العلاقات ذات الإشارة الموجبة: بلغ عددها (١٧) علاقة بين متغير عزم الجذع في مرحلة الرمي وعزم الكتف في مرحلة الرمي وهي منطقية نظرا لكون كلا العزمين يعملان باتجاه واحد، وجاءت أخيرا العلاقة بين السرعة المحيطة للذراع اليمين في الرمي وسرعة الاطلاق، ويرجع الباحثان السبب الى غياب متغيرات أخرى لم يتم التمكن من استحصال قيمها تتعلق بالقوة التي تسلطها المجاميع العضلية للكف.

٤-٢-٢ عرض نتائج حسن المطابقة لأنموذج المواعمة البايوميكانيكية وتحليلها ومناقشتها.

جدول (٥)

يبين نتائج اختبار حسن مطابقة انموذج المواعمة المقترح للمتغيرات البايوميكانيكية

الاختبارات	Chi ²	D.O.F	P. level	GFI	AGFI	Chi ² / D.O.F
بيانات الانموذج المقترح	703.866	166	0.000	0.780	0.632	3.208

يمكن من خلال الجدول التعرف على مدى صحة وسلامة التقديرات للتأثيرات المباشرة وغير المباشرة والكلية في الأنموذج وهو اختبار لمدى حسن مطابقة الأنموذج لقيم المتغيرات التي اعتمدها الباحثان في بناءه، اذ تم استخدام عدة اختبارات والاستدلال على جودة الانموذج على وفق المؤشرات المستخرجة كالآتي:

١. اختبار (Chi Square): بلغت قيمته (703.866) وبدرجة حرية (166) وكانت النتيجة معنوية وفقا لمستوى الدلالة البالغ (0.000) وللحصول على درجة القبول يتم تقسيم عند تقسيم نتيجة الاختبار على درجة الحرية، اذ بلغت النتيجة (4.24) وهي اقل من (5) وذلك يدل على مقبولية الانموذج. فإذا كانت نتيجة أقل من (5) تدل على قبول النموذج ولكن إذا كانت أقل من (2) تدل على أن النموذج مطابق تماما للبيانات^(١).

٢. مؤشر اختبار حسن المطابقة (Goodness of Fit Index): بلغت قيمته (0.780) وهذا يشير الى درجة قبول جيدة لمدى صحة انموذج المواعمة. اذ ان قيمة مؤشر (GFI) تتراوح بين (0-1) وتشير القيمة المرتفعة الى تطابق جيد للانموذج مع البيانات، كونه يحدد مقدار التباينات الناتجة عن الانموذج، وهو مشابه لـ(R²) في تحليل الانحدار^(٢).

(١) عبد الحميد العباسي : التحليل العاملي التوكيدي ، جامعة القاهرة : معهد الدراسات والبحوث الأحصائية ، ٢٠٠٩م ، ص٧.

(٢) غادة خالد واخران " الخصائص السيكومترية والتحليل العاملي التوكيدي لمقياس أعراض الوسواس القهري لدى عينة من طلاب جامعة الكويت " ، مجلة العلوم التربوية والنفسية ، الكويت : (المجلد ١٠، العدد ٣ ، ٢٠٠٩م)، ص ١٤٠ .

٣. **مؤشر اختبار حسن المطابقة المعدل (Adjusted Goodness Of Fit Index):** بلغت قيمته (0.632) والتي تعتبر جيدة أيضاً، إذ إن اختبار حسن المطابقة المعدل يعمل على تصحيح مؤشر حسن المطابقة من تعقيدات الانموذج وتقبله، وتكون نتيجته محصورة بين (0-1) إذ كلما ارتفعت القيمة دل مطابقة اعلى للانموذج مع البيانات^(١). ووفقاً لما تقدم فإن الانموذج يعتبر أفضل انموذج مواعمة حيث انه حقق اعلى مؤشرات مقارنة مع بقية النماذج*

٤-٢-٣ عرض نتائج المعادلات التنبؤية لانموذج المواعمة البايوميكانيكي لفعالية رمي القرص وتحليلها ومناقشتها:

جدول (٦)

يبين المعادلات الانحدارية المكونة لانموذج المواعمة البايوميكانيكي لفعالية رمي القرص

ت	المتغيرات	المعادلات
١.	الإنجاز	$0.73+3.2 =$ (سرعة الاطلاق) $+0.32$ (زاوية الاطلاق) $+9.2$ (ارتفاع الاطلاق)
٢.	سرعة الاطلاق	$0.19+0.65=$ (السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الرمي) $+12.12$ (السرعة الخطية للجسم)
٣.	زاوية الاطلاق	$5.65+5.81 =$ (طول القوس للذراع اليمين في مرحلة الرمي) $+0.09$ (زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال)
٤.	ارتفاع الاطلاق	$0.006+ 0.2=$ (زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال) $- 0.007$ (ارتفاع القرص بداية مرحلة الرمي) $+0.001$ (الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي)
٥.	السرعة الخطية للجسم	$0.002+0.005=$ (الضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران)
٦.	السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الرمي	$82.14 - 0.005=$ (زمن مرحلة الرمي) $+ 4.02$ (طول القوس للذراع اليمين في مرحلة الرمي) $+ 0.04$ (عزم الكتف اليمين في مرحلة الرمي) $+ 0.22$ (السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الدوران)
٧.	الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي	$4.24 - 1529.6 =$ (زاوية الركبة اليمين في مرحلة الرمي)
٨.	السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الدوران	$2.02 + 0.9=$ (السرعة المحيطية للرجل اليمين في مرحلة الدوران)
٩.	السرعة المحيطية للرجل اليمين في مرحلة الدوران	$3.26 - 9.4=$ (زمن مرحلة الدوران) $+ 0.016$ (السرعة الزاوية للركبة اليسار بداية مرحلة الدوران)
١٠.	الضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران	$1.8 - 1103=$ (زاوية الركبة اليسار في مرحلة الدوران)
١١.	عزم الكتف اليمين في مرحلة الرمي	$0.81 + 17.36 =$ (عزم الجذع في مرحلة الرمي)

يوفر انموذج المواعمة المنطق الذي سيتم من خلاله اجراء عملية التحكم بالسلوك الحركي لرامي القرص، إذ يتم تصميم معادلات انحدار لاستحصا ن نتائج التنبؤ بقيم المتغيرات البايوميكانيكية المستقلة ثم اعتمادها في تصميم وبرمجة السلوك الحركي في الانموذج متعدد الابعاد، إذ يبين الجدول (٦) وجود (١١) معادلة انحدار تشكل مجملها انموذج المواعمة البايوميكانيكي وهي التعبير الرياضي لمخطط المسار المصمم والتي سيتم اعتمادها في برمجة الانموذج المتعدد الابعاد ، وذلك من خلال التحكم في قيم المتغيرات المستقلة للمعادلات والتعويض بقيم المتغيرات التابعة لكل معادلة للوصول الى المعادلة الرئيسية للتنبؤ بالانجاز ، وبناءاً على ذلك فقد افرز انموذج المواعمة (٩) متغيرات مستقلة يتم التحكم بقيمها بشكل مباشر .

بغية التأكد من دقة الانموذج في التنبؤ عمد الباحثان الى ادخال قيم متغيرات التحكم التي حققها الرامي لكل محاوله واستخراج قيمة الإنجاز التنبؤية ثم إجراء مقارنة بين قيم الإنجاز الحقيقي والإنجاز المتوقع من انموذج المواعمة البايوميكانيكي ، إذ يتبين من

(١) فهد عبد الله المالكي (نمذجة العلاقات بين مداخل تعلم الأحصاء ومهارات التفكير الناقد والتحصيل الأكاديمي لدى طلاب جامعة أم القرى بمكة المكرمة)

رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية - قسم علم النفس ، السعودية ، ٢٠١٢م ، ص ٥٠

* انظر ملحق (٢)

الجدول (٦) ان معدل التباينات لقيم الإنجاز الخاصة بأنموذج المواعمة اكبر من القيم الحقيقية للإنجاز بمعدل فروق (4%) اكثر من الإنجاز الحقيقي، بمعنى ان الانموذج يتنبأ بقيمة اعلى للإنجاز من القيمة الحقيقية ، ويرجع الباحثان سبب هذا الفرق الى ان معادلات المواعمة لم تأخذ بنظر الاعتبار جميع الظروف التي يمكن ان تؤثر على قيمة الإنجاز الحقيقية فالأنموذج بمفهومه العام هو اختزال لمتغيرات الظاهرة المدروسة بعدد اقل ، إضافة الى ان الانموذج يعامل المتغيرات ضمن بيئة مثالية بمعزل عن التأثيرات الخارجة عن نطاق السيطرة مثل اخطاء القياس او متغيرات البيئة الخارجية التي تؤثر على القرص كالجذب الأرضي والاحتكاك بالريح والتي تعتبر خارج النطاق الميكانيكي لأداء الرامي.

جدول (٧)
يبين نسب الفروق بين الإنجاز الحقيقي والإنجاز المتوقع لأنموذج المواعمة

ت	الإنجاز الحقيقي	الإنجاز المتوقع	نسبة الفرق	ت	الإنجاز الحقيقي	الإنجاز المتوقع	نسبة الفرق	ت	الإنجاز الحقيقي	الإنجاز المتوقع	نسبة الفرق
١.	46.49	48.43	4%	١٧.	48.8	50.76	4%	٣٣.	49.8	51.14	3%
٢.	46.45	48.01	3%	١٨.	49.92	52.11	4%	٣٤.	50	52.06	4%
٣.	45.25	47.71	5%	١٩.	51.21	53.46	4%	٣٥.	48.6	50.16	3%
٤.	49.1	51.32	5%	٢٠.	45.66	47.42	4%	٣٦.	50.2	51.92	3%
٥.	48.15	50.02	4%	٢١.	49.1	51.22	4%	٣٧.	49.6	50.84	3%
٦.	47.31	49.62	5%	٢٢.	45.8	47.2	3%	٣٨.	47.6	49.02	3%
٧.	48.37	49.07	1%	٢٣.	47.6	49.12	3%	٣٩.	48.4	50.06	3%
٨.	48.25	50.4	4%	٢٤.	50.7	51.93	2%	٤٠.	46.77	48.17	3%
٩.	48.1	50.61	5%	٢٥.	46.3	48.1	4%	٤١.	47.86	49.91	4%
١٠.	48.6	50.17	3%	٢٦.	49.8	51.26	3%	٤٢.	49.5	51.24	4%
١١.	50.4	52.48	4%	٢٧.	47.62	49.38	4%	٤٣.	46.8	48.4	3%
١٢.	48.2	50.56	5%	٢٨.	46.7	48.86	5%	٤٤.	47.8	49.29	3%
١٣.	51.6	53.6	4%	٢٩.	51.62	53.06	3%	٤٥.	49.18	50.89	3%
١٤.	48.25	50.15	4%	٣٠.	49.34	50.92	3%	٤٦.	49.96	52.16	4%
١٥.	48.72	50.28	3%	٣١.	45.68	47.16	3%	٤٧.	46.48	47.97	3%
١٦.	45.6	48.92	7%	٣٢.	50.7	52.03	3%	٤٨.	46.6	48.11	3%

معدل الفروق = 4%

بعد التأكد من ان انموذج المواعمة قادر على التنبؤ بقيمة الإنجاز بشكل مقارب للحقيقة بمعدل فرق (4%) ، عمد الباحثان الى استخراج الاداء الفني المثالي للرامي من خلال تطبيق أفضل قيم لمتغيرات التحكم المستقلة واستخراج قيمة الإنجاز المثالي والذي من الممكن ان يحققه الرامي ضمن نطاق قيم متغيراته

يبين الجدول (٧) الفرق بين قيم المتغيرات البايوميكانيكية لأفضل انجاز حققه الرامي وأفضل قيم للمتغيرات البايوميكانيكية التي حققها الرامي من جميع المحاولات ، حيث بلغ إنجازه المثالي (55.8) متر وهو اعلى من أفضل انجاز حققه الرامي والبالغ (51.62) متر، و عليه فان الرامي يمكن ان يحقق انجاز اعلى اذا ما تمكن من ان يجمع في ادائه افضل قيم لـ (٩) متغيرات مستقلة ، ووفقا لما تقدم يمكن القول بان الرامي يمكن ان يطور إنجازه من (51.62) الى (55.8) باجراء التعديل على الأداء الفني من الناحية الميكانيكية فقط من خلال تحقيق القيم المثالية ضمن المستوى البدني الذي هو عليه ، دون تطوير المستوى البدني .

٥. الاستنتاجات والتوصيات

١-٥ الاستنتاجات

١. صحة انموذج المواءمة البايوميكانيكي ببيان أسبقية متغيرات الاداء من حيث كونها مستقلة ووسطية وتابعة.
٢. تأثرت متغيرات لحظة كسر الاتصال بشكل مباشر كالاتي: متغير سرعة الاطلاق للأداة مع متغير (السرعة المحيطية للذراع الرامية - السرعة الخطية لجسم الرامي)، متغير زاوية الاطلاق للأداة مع متغيري (طول القوس للذراع اليمين في مرحلة الرمي - زاوية كتف الذراع اليمين في مرحلة الرمي)، متغير ارتفاع الاطلاق بمتغير (زاوية كتف الذراع اليمين في مرحلة الرمي - ارتفاع القرص بداية مرحلة الرمي-الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي)
٣. ان اعلى تأثير مباشر بالإنتاج سجله متغير سرعة الاطلاق تلاها زاوية الاطلاق وارتفاع الاطلاق.
٤. تأثر الإنتاج بشكل غير مباشر بمجموعة من العلاقات الارتباطية العكسية لخمس متغيرات بايوميكانيكي كالاتي (ارتفاع القرص بداية مرحلة الرمي - زاوية الركبة اليمين بداية الرمي-زمن مرحلة الرمي-زمن الدوران-زاوية الركبة اليسار في مرحلة الدوران)
٥. ان اعلى تأثير غير مباشر بالإنتاج سجله متغير السرعة الخطية للجسم في مرحلة الدوران، وقل تأثير غير مباشر كان لمتغير السرعة الزاوية للركب اليسار بداية الدوران)

٢-٥ التوصيات

١. ضرورة تركيز عملية التدريب في تطوير المتغيرات المتغيرات البايوميكانيكية التي حققت اعلى تأثير في القيمة الرقمية للإنتاج.
٢. ضرورة استخدام وسائل إحصائية تتيح مرونة أكثر في التعامل مع المتغيرات والكشف عن تأثير متغيرات مستترة كاسلوب تحليل المسار التام.
٣. التأكيد على دراسة الجوانب التشريحية للرامي للتعرف على حدود امكانياته الفسلجية بغية تقديم اقتراحات أكثر منطقية من شأنها العمل على رفع مستوى الإنتاج.
٤. ضرورة استخدام أجهزة التتبع الحركي في تحليل الأداء للفعاليات الرياضية لاستحصال قيم دقيقة تساعد في التقليل من تاثيرات أخطاء القياس في البحث العلمي.
٥. ضرورة تصميم نماذج تشمل تأثير متغيرات فسلجية ونفسية بالإضافة الى المتغيرات الميكانيكية لمحاكاة التاثير المتبادل بين العوامل المختلفة وتأثيرها على قيمة الإنتاج.

المصادر العربية

- بيتر تومسن: المدخل الى نظريات التدريب، القاهرة: مدينة نصر، ١٩٩٤م.
- جمال حامد: (اساليب التنبؤ)، مجلة جسر التنمية، الكويت، العدد الرابع عشر، شباط، السنة الثانية، ٢٠٠٣.
- جيمس هي: الميكانيكا الحيوية لاساليب الاداء الرياضي، ترجمة (عبد الرحمن العنقري)، المملكة العربية السعودية: جامعة الملك سعود - النشر العلمي والمطابع، ٢٠٠٧م.
- صالح بن حمد العساف: المدخل الى البحث في العلوم السلوكية، الرياض: دار الزهراء للنشر، ٢٠١٠م.
- عبد الحميد العباسي: التحليل العاملي التوكيدي، جامعة القاهرة: معهد الدراسات والبحوث الأحصائية، ٢٠٠٩م.
- غادة خالد واخران " الخصائص السيكمترية والتحليل العاملي التوكيدي لمقياس أعراض الوسواس القهري لدى عينة من طلاب جامعة الكويت"، مجلة العلوم التربوية والنفسية، الكويت: (المجلد ١٠، العدد ٣، ٢٠٠٩م).
- فراج عبد الحميد توفيق: موسوعة العاب القوى النواحي الفنية لمسابقات الدفع والرمي، ط١، الاسكندرية: دار الوفاء، ٢٠٠٤م.
- فهد عبد الله عمر العبدلي المالكي (نمذجة العلاقات بين مداخل تعلم الأحصاء ومهارات التفكير الناقد والتحصيل الأكاديمي لدى طلاب جامعة أم القرى بمكة المكرمة)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية - قسم علم النفس، السعودية، ٢٠١٢م.
- محمد عبد الحميد مقلد: بناء نموذج رياضي لبعض مكونات الاداء الفني لدى سباحي المسافات القصيرة، رسالة ماجستير، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة بنها، مصر: ٢٠٠٧م.
- محمد عبد اللطيف مطلب: الفلسفة والفيزياء، ج١، بغداد: دار الشؤون الثقافية والشر، ١٩٨٥م.
- محمود فهمي زيدان: الاستقراء والمنهج العلمي، ط١، الاسكندرية: مؤسسة شباب الجامعة، ١٩٨٠م.
- مشتاق عبد الرضا ماشي (منهج تدريبي على وفق المواءمة البايوكينماتيكية وأثره في أداء الضربة الأمامية والخلفية بالتنس)، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة القادسية، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة، القادسية، ٢٠١٤م.
- ناجي محمد درويش: تحليل المسار في العلوم السلوكية، ط١، القاهرة: دار النشر، ٢٠٠٧م.
- نجاح مهدي شلش: التحليل الحركي البايوميكانيكي، ط١، بغداد: الايك للتصميم والطباعة، ٢٠١١م.

المصادر الأجنبية

- Abraham, B. & Ledolter, J. (2009), **Statistical Methods for Forecasting**, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- Bender, E. A. (1978), **an Introduction to Mathematical Modeling**, New York, A Wiley-Int-erscience publication.
- Chorley, R., & Haggett, P. (1967), **Models in geography**, London, Edward Arnold.
- Loehlin, J.C. & Beaujean, A.A. (2017), **Latent Variable Models An Introduction to Factor, Path, and Structural Equation Analysis**, (5ed), New York, Routledge Taylor & Francis Group.
- Schumacker, R.E. & Lomax, R.G. (2004), **a beginner's guide to structural equation modeling**, (2ed), New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates.
- Sylvester, J. (1986), **Points for the Discus Thrower and Coach to Ponder**, *Track and Field quarter Review*, Issue (1).
- Valten, K. (2009), **Mathematical Modeling and Simulation**, Germany, Strauss GmbH.

ملحق (١)

فريق العمل المساعد ف التجربة الاساطلعية الأولى والثاني

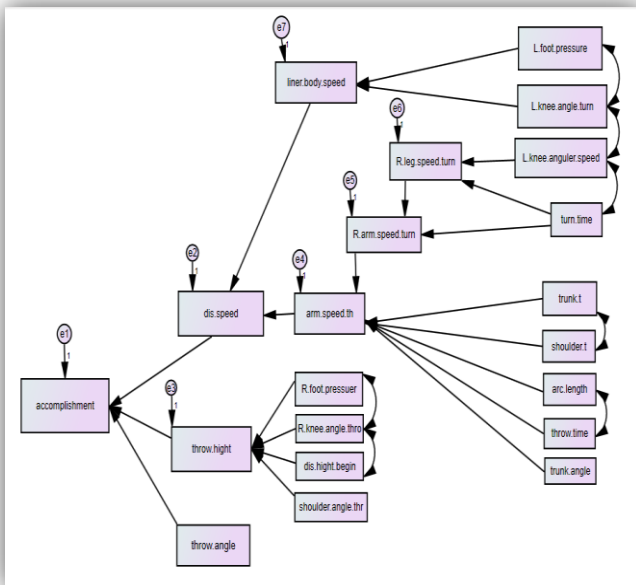
ت	الاسم	مكان العمل
.١	ا.م.د احمد عبد الأمير شبر	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
.٢	م.على خومان علوان	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
.٣	مناف هاشم	طالب دكتوراه /جامعة القادسية كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

فريق العمل المساعد في التجربة الرئيسية

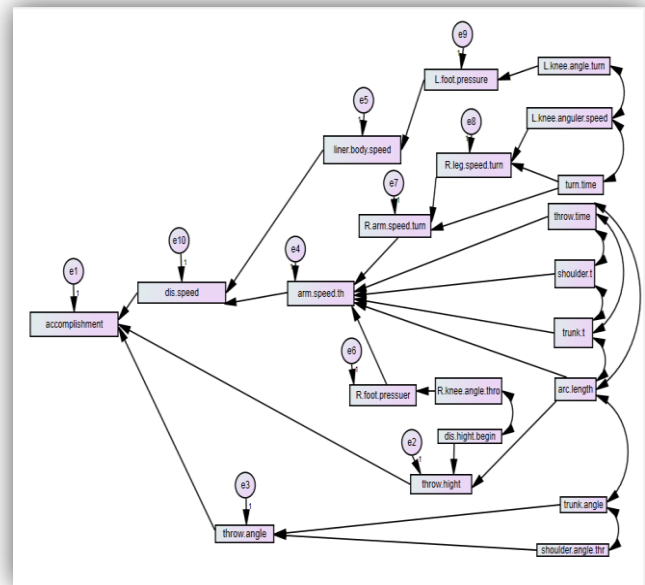
ت	الاسم	مكان العمل
.١	ا.م.د احمد عبد الأمير	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
.٢	ا.م.د فلاح حسن	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
.٣	أ.م.د على بديوي	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
.٤	م.د محمد ضياء	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
.٥	م.على خومان علوان	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
.٦	مناف هاشم	طالب دكتوراه /جامعة القادسية كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

ملحق (٢)

نماذج المواعمة التي حققت مطابقة اقل



الانموذج الثاني



الانموذج الاول

Predicting the optimum accomplishment according to the biomechanical alignment in discus throwing

Ph.Dr. Hisham Hindawi Howaydy
2018 D

Muhammed Jasim Muhammed
1439 H

The growth of knowledge in the field of sports is an inevitable result imposed by the complex configuration of the human body, which researchers sought to find and invent the various methods to study it in a precise and detailed in order to raise its level in all aspects of psychological, motor, medical and training, etc., which created areas of many specialties to study these aspects, Including the field of biomechanics, Which is concerned with the dynamic aspect, as technological development sought to refine its methods to obtain results with a higher credibility, like the other fields.

The nature of the technical performance of the discus is characterized by a closed dynamic chain with a relatively fast performance and from the biomechanical aspect, it includes many variables whose paths overlap with each other to affect the accomplishment , and therefore the motion analysis is important in providing a reference to link the biomechanical variables as a model illustrating the nature of relations, which can be tested through statistical methods to determine the accuracy of the causal explanation of the digital accomplishment of discus throwing . The study aimed to predict the value of the accomplishment according to the biomechanical variables of the technical performance by identifying the nature of the relationship path that links the variables affecting the accomplishment im form of a biomechanical alignment model based on the scientific theories and the logical link according to the dynamic sequence of the discus throwing technical performance

In order to achieve this goal, the researchers investigated the technical performance of the top digital thrower using 2 different speed cameras in different directions. The research population included 60 attempts. The sample consisted of 48 successful attempts; the researchers identify (19) biochemical variable depending on the scientific theories and the logical linking according to the chronology of the technical performance of the discus.

After the motion analysis of the successful attempts and the extraction of variables, the researchers used the method of causal path analysis to determine the alignment of the independent biomechanical variables which show a greater percentage in pridicting the value of the accomplishment. Then the best values achieved by the thrower in all his attempts were included in the equation of biomechanical alignment for the purpose of extracting optimal performance and thus achieving the best possible accomplishment within the potential of the thrower if it is possible to achieve all the values of the variables within the prediction equation in one technical performance.

In view of the overall result of this work, several conclusions were reached:

1. The validity of the biomechanical alignment model in the statement of the precedence of performance . variables within the linear effect path between independent variables , distinguish three types of variables in terms of being independent, intermediate and consequential.
2. The variable speed of the discus is the most important variables as the most influential in the digital distance of achievement followed by the discus throw angle and finally comes the discus throw height variable .