



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

محاكاة انموذج الأداء الأمثل على وفق المواءمة البايوميكانيكية للتنبؤ بإنجاز رمي القرص

بحث وصفي

تقدم به

محمد جاسم محمد

أ.د. هشام هندأوي هويدي

ملخص البحث

ان التكوين الحركي المعقد للجسم البشري يفرض على الباحثين 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 ، اذ سعى التطور التكنولوجي الى صقل اساليب علم البايوميكانيك للحصول على نتائج تتسم بمصدقية اعلى شأنه شان باقي المجالات ، حيث ان الاداء الفني لرمي القرص يتميز بكونه سلسلة حركية مغلقة ذات طبيعة سريعة نسبيا، ومن الناحية البايوميكانيكية فانه يتضمن العديد من المتغيرات التي تتداخل مسارات تأثيرها مع بعضها البعض لتؤثر بالإنجاز ، ويمكن من خلال التحليل الحركي توفير مرجعية لربط المتغيرات البايوميكانيكية بشكل انموذج رياضي يوضح طبيعة العلاقات التي تربط المتغيرات البايوميكانيكية إضافة الى تقدير درجة تأثيرها على بعضها البعض ، حيث يمكن تحقيق ذلك من خلال الاستعانة بالأساليب الإحصائية المتقدمة لتفسير الأداء الفني بفعالية رمي القرص، وبالتالي الاستفادة من الانموذج النظري في توفير المنطق الذي يمكن باستخدام تكنولوجيا المعلومات برمجته على الأداء الفني للرامي ضمن بيئة افتراضية مشابهة للواقع الحقيقي، من خلال تصميم انموذج يحاكي ابعاد الأداء المتعددة وبالتالي التنبؤ بقيمة انجاز الرامي على وفق افضل القيم للمتغيرات البايوميكانيكية التي حققها الرامي.

هدفت الدراسة الى التنبؤ بقيمة الإنجاز على وفق محاكاة انموذج متغيرات البايوميكانيكية للأداء الفني في فعالية رمي القرص من خلال التعرف على طبيعة العلاقات التي تربط مسارات المتغيرات المؤثرة بلحظة الاطلاق بصورة انموذج المواعمة البايوميكانيكية بالاعتماد على النظريات العلمية والاحصائية في ربط المتغيرات.

لجا الباحثان في تحقيق هذا الهدف الى تصوير الأداء الفني لرامي القرص صاحب الإنجاز الرقمي الأعلى باستخدام (٢) كاميرا بسرع مختلفة وبتجاهات مختلفة، إضافة الى استخدام جهاز التقييم الوظيفي للنظام البايوميكانيكي (F.A.B). 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، وبعد التحليل الحركي للمحاولات الناجحة واستخراج المتغيرات استخدم الباحثان أسلوب تحليل المسار السببي لمعرفة مواعمة المتغيرات البايوميكانيكية المستقلة التي تتباين بنسبة أكبر بقيمة متغيرات الأداة، ثم تصميم انموذج يحاكي ابعاد الرامي المتعددة (ابعاد القياسات الجسمة وابعاد الحركة والزمن والقوى) ثم برمجة الجسم على وفق انموذج المواعمة البايوميكانيكية بأفضل قيم للمتغيرات المتحققة والتنبؤ بما سيكون عليه الإنجاز، وبلحاظ النتيجة الاجمالية تم التوصل الى الاستنتاجات التالية:

١. ان الانموذج متعدد الابعاد أسرع من ناحية التجريب واقتراح التعديلات على الأداء وأدق من انموذج المواعمة البايوميكانيكي في التنبؤ بقيمة الإنجاز.
٢. يحاكي الانموذج المتعدد الابعاد تأثير متغيرات (المحيط الخارجي وكتل الاجسام) والتي لا يمكن تضمينها في انموذج المواعمة البايوميكانيكي.

١- التعريف بالبحث

١-١ مقدمة وأهمية البحث

ان فعالية رمي القرص احدى الفعاليات التي تعتمد على العديد من المتغيرات البايوميكانيكية المتداخلة في تأثير بعضها على البعض والتي إذا ما درست عن طريق التحليل البايوميكانيكي والاحصائي يمكن ان توصلنا الى معرفة التأثير الإجمالي لها على القيمة الرقمية للإنجاز، اذ يعتمد الاداء الفني لفعالية رمي القرص على متغيرات بايوميكانيكية بتسلسل معين والتي إذا تمكنا من محاكاة تأثيراتها باستخدام برامج المحاكاة فان من شأنها التعرف على احتمالات لا يمكن ان توفرها النماذج الرياضية المجردة كون نموذج المحاكاة يأخذ بنظر الاعتبار طبيعة التأثيرات المتبادلة بين مخرجات الأداء والمحيط الخارجي وبالتالي نتمكن من التوجيه الصحيح للجهود للتنبؤ أفضل انجاز. تبرز أهمية البحث في توفير نموذج متعدد الابعاد مبرمج على وفق منطق رياضي يوائم المسارات السببية للمتغيرات المستقلة للأداء الفني لفعالية رمي القرص يحاكي السلوك الحركي الأمثل لرامي القرص.

٢-١ مشكلة البحث.

ان النماذج الرياضية المستخدمة في التنبؤ بالانجاز مجردة ومبسطة وبالتالي فهي تفتقر لصفة الديناميكية لمحاكاة الأداء وفق التسلسل الزمن للحركة وهذا من شأنه ان يؤثر في القيم التنبؤية التي قد لا يمكن تحقيقها على ارض الواقع ، مما دفع الباحثان الى التعرف من خلال الولوج في العوالم الافتراضية ودمج علم البايوميكانيك والتحليل الحركي والاحصائي لمحاولة توفير نموذج قادر على محاكاة الأداء لاستحصال قيم تنبؤية اكثر دقة وواقعية للإنجاز 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 لتصميم معادلات تنبويه وفق الية تحليل المسار الاحصائي (Path Analysis).
٢. تصميم وبرمجة نموذج متعدد الابعاد بالأداء الفني المصمم على وفق المعادلة التنبؤية للمواءمة البايوميكانيكية لفعالية رمي القرص باستخدام برنامج (Unreal Engine4) مع اضافة المؤثرات الطبيعية خارج تنظيم الجسم.

٤-١ فروض البحث

١. ان المتغيرات البايوميكانيكية المستقلة للأداء تقسم الى متغيرات مباشرة وغير مباشرة التأثير بالإنجاز.
٢. يمكن توفير نكاه صناعي للأنموذج قادر على التنبؤ بالانجاز باستخدام برنامج (UnrealEngine4).

١-٢ 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 ٢٠١٦/١١/١ م ولغاية ٢٠١٧/٩/١٦م.

٢-٢ الإطار النظري

٣-٢ العوامل المؤثرة في الاداء

١. **سرعة إطلاق (تحرر) القرص** ان سرعة الاطلاق على الرغم من كونها خطية بمسار مستقيم الا انها ناتجة من الحركة الدوارنية للرامي وبالتالي فانها تتاثر بالسرعة المحيطة للذراع.
٢. **زاوية إطلاق (تحرر) القرص**. هي الزاوية المحصورة بين الاتجاه الذي يتحرك به مركز ثقل القرص بعد اطلاقه والمستوى الافقي^(١). 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^(٢).
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، الأولى: هي قوة رفع وتعمل بشكل عمودي باتجاه الطيران، أما الثانية: فهي قوة سحب تعمل على عكس اتجاه الطيران.
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^(٣)

١-٢ الانموذج

- يوجد العديد من التعريفات للانموذج منها: "صورة مبسطة ومفهومة من العالم"^(٤) ، " الشيء الذي يحاكي السمات المرتبطة بالموضوع المراد دراسته"^(٥). ولكن يجب ان يكون التعريف للمفهوم او المصطلح دقيقا 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 بسيطا ولا يزل معقدا بما فيه الكفاية للمساعدة في فهم النظام وحل المشكلة"^(٦)
 ٢. **التفسير**: "تعني ان لا يقتصر التفسير على التاكيد من ان سير الامور في الطبيعة يكون وفق قوانين اونماذج، وانما اكتشاف تلك القوانين او النماذج لغرض التنبؤ بما سيحدث في المستقبل"^(٧)
 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.
- 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"^(٨)
- ٢-٢ **اساليب التنبؤ**: يوجد اسلوبين رئيسيين لعملية التنبؤ هما الاسلوب النوعي او غير نظامي والاسلوب الكمي او النظامي^(١).

(١) جيمس هي : **نفس المصدر السابق** ، ص٥٢٧

(٢) نجاح مهدي شلش : **مصدر سبق ذكره** ، ص١٣٣

(٣) بيتر تومسن : **المدخل الى نظريات التدريب** ، القاهرة : مدينة نصر ، ١٩٩٤م ، ص٨٣

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

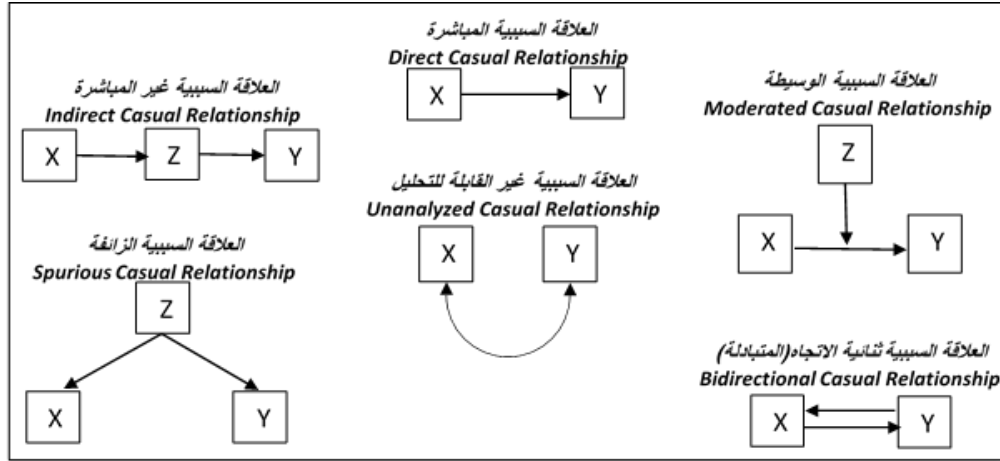
(5) Bender, E. A. (1978), **an Introduction to Mathematical Modeling**, New York, A Wiley publication, p1.

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

(٧) محمود فهمي زيدان : **الاستقراء والمنهج العلمي** ، ط١، الاسكندرية : مؤسسة شباب الجامعة ، ١٩٨٠م، ص١١٤ .

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

١. الأسلوب النوعي: يعتمد على التقدير الذاتي ولا يحتاج إلى تحديد المتغيرات التي تفسر سلوك المتغير التابع.
٢. الأساليب النظامي: يعتمد على طرق علمية للتفسير ويستند إلى معالجة المتغيرات من خلال نماذج رياضية قابلة للتقدير، تنقسم الأساليب النظامية إلى مجموعتين:
 - أ. الأساليب غير السببية: تعتمد على القيم التاريخية للمتغير المراد التنبؤ بقيمته ولا تحتاج إلى تحديد المتغيرات التي تفسر سلوكه^(٢)
 - ب. الأساليب السببية: يعتمد المتغير التابع على متغيرات تفسيرية توضح سلوكه، وبالاعتماد على نظرية معينة في تفسير الظاهرة يتم صياغة العلاقة على شكل نموذج قابل للتقدير^(٣). وهي ستة أنواع كما في الشكل (١):



شكل (١) يوضح أنواع العلاقات السببية

٣-٢ انموذج تحليل المسار (Path Analysis Model)

يعد انموذج تحليل المسار أحد أنواع المعادلات البنائية إلا أنه في الحقيقة يعتبر من أقدمها، ويستخدم تحليل المسار لاختبار العلاقات المفترضة للظاهرة المدروسة بشكل نماذج سببية وهذا لا يعني أنه يكتشف العلاقات السببية بين المتغيرات بطريقة آلية. إذ أن " تحليل المسار ليس في الواقع وسيلة لاكتشاف الأسباب، بدلا من ذلك فإنه يختبر العلاقات النظرية"^(٤). ويعد تحليل المسار من أقوى الأساليب في بناء انموذج قادر على التنبؤ بالمتغير التابع من خلال تفسير التعقيد الذي ينطوي عليه النظام أو الحالة المدروسة وفق منهج علمي إن أهم ما يتميز به تحليل المسار ما يلي:^(٥)

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

٤-٢ المحاكاة (Simulation)

(١) جمال حامد : (اساليب التنبؤ) ، مجلة جسر التنمية ، الكويت ، العدد الرابع عشر ، شباط ، السنة الثانية ، ٢٠٠٣ ، ص ٤٠.

(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

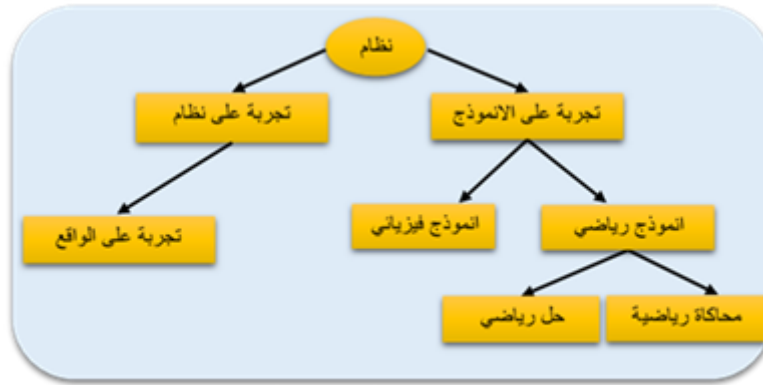
(٣) جمال حامد : مصدر سبق ذكره ، ص ٤٠ .

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

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

تذكر (سامية الديك)^(١) نقلا عن قاموس اوكسفورد بان المحاكاة تعرف بانها أسلوب لتقليد موقف أو سلوك أو نظام (ميكانيكي واقتصادي) باستخدام انموذج مشابه ، وذلك إما لجمع المعلومات عن النظام أو لتدريب أشخاص على هذا الموقف . وتعرف ايضا بانها " معالجة أو تناول (انموذج) بطريقة تجعله يعمل عبر الوقت والمكان وبذلك يمكن للفرد من خلالها ان يدرك التفاعلات التي لا تكون واضحة بسبب تباعده في الزمان والمكان"^(٢).

" أن أسلوب المحاكاة يتطلب دراسة سلوك مشكلة معينة وذلك بتحديد العوامل المؤثرة والمهمة وينتج عنه تقييم للحركة الديناميكية للنظام تحت الدراسة ويساعد في تجنب الانحراف في حل المشكلات بالتجريب مع العالم الحقيقي أو بتمثيل الشكل بنموذج أو بنسخة مطابقة للنموذج"^(٣) . وعليه فان المحاكاة ترتبط ارتباطا وثيقا بالنمذجة كونها تحتاج الى انموذج تعمل على اختباره تحت ظروف معينة بصورة مشابهة للواقع الحقيقي لمعرفة التغييرات التي يمكن ان تحصل في الواقع الحقيقي دون المساس به كونها لا تختبر الواقع الحقيقي وانما تختبر انموذجه كما في الشكل (٢) .



شكل (٢) مخطط يوضح الية وطرق دراسة النظام

٥-٢ المحاكاة الحاسوبية (Computer simulation)

هي اعادة تمثيل الاحداث او الاشياء او العمليات من العالم الحقيقي في الحاسوب ، اذ يمكن ان يكون هذا التمثيل نصوص او كلمات وصفية او معادلات رياضية او رسوم ثنائية الابعاد او ثلاثية الابعاد والتي تعتبر الاكثر استخداما ، وتأخذ الرسوم الثلاثية الابعاد اتجاهات متعددة فهي تتراوح بين الرسوم الهندسية الطابع او يمكن ان تكون متناهية الدقة تمثل الاشياء بكافة تفاصيلها تصل احيانا الى ما يقترب من الواقع ، وتستخدم المحاكاة بالحاسبات ايضا في دراسة السلوك الديناميكي للظواهر الذي قد لا يكون امنا او سهلا في الحياة الحقيقية^(٤)

تلعب اجهزة الحاسوب دورا كبيرا في انجاز المحاكاة للانظمة المختلفة من خلال توفير البرامج التي القادرة على استيعاب كميات كبيرة من العمليات الحسابية واجرائها بشكل سريع ودقيق جدا، فضلا عن توفيرها لقوالب جاهزة من البيانات المشابهة للواقع الحقيقي .

عمد الباحثان الى استخدام المحاكاة الحاسوبية لتحقيق الهدف الرئيسي للدراسة ، اذ فضلا عن امكانية الحاسوب في التعامل مع البيانات احصائيا بدقة وسرعة فانه يوفر برامج لها الامكانية لمحاكاة التفاعل بين المتغيرات البايوميكانيكية والتسلسل الزمني لحدوث الحركة ، وبالتالي فهي تمثل نقطة قوة لدعم النماذج الرياضية المجردة من خلال العرض المرئي داخل الفضائات الافتراضية الذي توفره هذه البرامج لغرض تصميم انموذج له الامكانية على محاكاة ابعاد الاداء المختلفة .

(١) سامية عمر الديك (اثر المحاكاة بالحاسوب على التحصيل الانبي والمؤجل لطلبة الصف الحادي عشر العلمي واتجاهاتهم نحو وحدة الميكانيكا ومعلمها) رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة النجاح الوطنية ، كلية الدراسات العليا، نابلس ، ٢٠١٠م، ص٣٨.

(٢) حسن غالب نصر الله : فاعلية برنامج محوسب قائم على اسلوب المحاكاة في تنمية مهارات التعامل مع الشبكات لدى طلاب كلية مجتمع العلوم المهنية والتطبيقية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الاسلامية ، كلية التربية ، غزة ، ٢٠١٠م، ص١٧.

(٣) رفاة شهاب الحمداني : المحاكاة الحاسوبية، عمان : دار المنهاج للنشر والتوزيع ٢٠٠٢، ص٦٧ .

(٤) صابرين علي حسين : (اثر استخدام الحاسوب على طلبة المرحلة الثانية لعلوم الكيمياء في بناء انظمة تتعلق في الكيمياء بالتحصيل لكل من مادتي الكيمياء والحاسوب)، مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية المجلد ٢٥، العدد ١، ٢٠١٥م، ص٤٠.

٣. منهج البحث وإجراءاته الميدانية

١-٣ منهج البحث

لجا الباحثان الى استخدام المنهج الوصفي بأسلوبين: الأول هو أسلوب دراسة الحالة للحصول على البيانات المطلوبة لتصميم نموذج جسم الرامي داخل البيئة الافتراضية ، كون " منهج دراسة الحالة يستخدم من أجل الحصول على المعلومات والحقائق التفصيلية بفرد ما او موقف معين " ، اما الأسلوب الثاني :هو أسلوب العلاقات المتبادلة لبناء نموذج المواعمة ، اذ " يستخدم للكشف عن الاسباب المحتملة من وراء سلوك معين بواسطة دراسة العلاقة السببية المحتملة بين متغير ومتغير اخر " (١).

٢-٣ مجتمع وعينة البحث

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

٣-٣ الوسائل والأجهزة المستخدمة

١-٣-٣ وسائل جمع البيانات

١. الملاحظة
٢. المصادر والمراجع العلمية العربية والاجنبية.
٣. فريق عمل مساعد*
٤. برنامج التحليل الحركي (Kinovea).
٥. برنامج 3D Studio Max ، بإصدار (2012)، النسخة (14.0 commercial)
٦. برنامج (F.A.B Recorder)
٧. برنامج (Unreal engine4)

٢-٣-٣ الأجهزة المستخدمة

١. الات تصوير فيديو ذات سرع عالية (٣٠٠ صورة/ثانية) عدد (٢)
٢. جهاز التقييم الوظيفي للنظام البايوميكانيكي (F.A.B)
٣. أقرص رمي بوزن (٢) كغم ودائرة رمي وقطاع رمي نظامي.
٤. اشرطة قياس.
٥. ميزان طبي.

٤-٣ الاختبارات المستخدمة

١-٤-٣ 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، أقرص 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 الأفقي باتجاه قطاع الرمي ضمن دائرة الرمي وبعدها إطلاق القرص.
- **طريقة الاحتساب:** يتم قياس المسافة الواقعة بين الحافة الحديدية لدائرة الرمي وبين أول نقطة تماس بين القرص والأرض باستخدام شريط قياس بوحدات المتر وأجزاءه.

٣-٥ متغيرات الدراسة

ان المنهجية المتبعة في تصميم الانموذج تحتم اتباع نظرية في تشخيص المتغيرات ثم إيجاد التقديرات الكمية لها ثم اختبارها احصائيا للحكم على منطوية 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، واعتمداها كأساس للتنبع السببي للمتغيرات البايوميكانيكية وبعد جمع المعلومات توصلنا 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	الانجاز	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

٣-٦ **التجربة الاستطلاعية الأولى:** تم اجراء التجربة يوم الخميس المصادف ٢٣/٢/٢٠١٧م في مختبر البايوميكانيك

التابع للوحدة البحثية في كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة / جامعة القادسية لغرض التعرف على مكونات منظومة (F.A.B) والتعامل معها.

٣-٧ **التجربة الاستطلاعية الثانية:** تم اجراء التجربة الاستطلاعية الثانية يوم الأربعاء المصادف ١/٣/٢٠١٧ على

ملعب العاب كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة لغرض التعرف على مواقع الكاميرات والارتفاعات المطلوبة.

٨-٣ 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 المتحسس على الجزء المخصص لها من الجسم كما في الشكل (٣)، ثم ادخال مجموعة من البيانات الخاصة بالرامي ثم اجراء المعايرة لهذه البيانات لكي يتم التعرف عليها من قبل الجهاز .



شكل (٣) يوضح كيفية ربط منظومة (F.A.B)

٢. لغرض الحصول على القياسات الجسمية المطلوبة في تصميم الجسم الخارجي للانموذج تم تصوير الرامي من بعدين متعامدين (2D)، من مسافة (٣.٤٠) متر، حيث يكون الرامي على نقطة بوضع الوقوف الاعتيادي لتصوير القسم الامامي ثم أحد الجانبين كما في الشكل (٤).

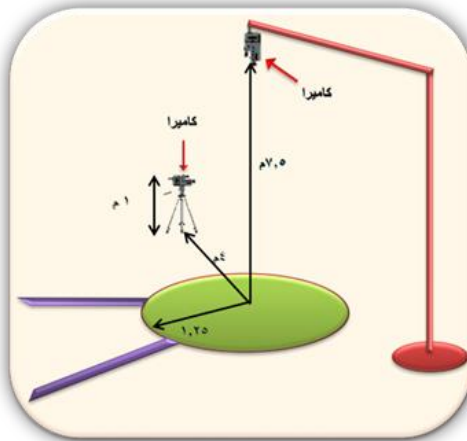


شكل (٤) يوضح كيفية تصوير الرامي من بعدين

٣. التصوير الفيديوي للأداء الفني لغرض رصد نسبية الحركة لجسم الرامي مع دائرة الرمي، فضلا عن بعض المتغيرات التي لا تتمكن منظومة (F.A.B) من استخراجها، اذ تم تصوير اللاعب باستخدام كاميرتين كما في الشكل (٥)

أ. الكاميرا (١): تم تنصيبها بجانب دائرة الرمي على ارتفاع (١) م، وبمسافة (٤) 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



شكل (٥) يوضح دائرة الرمي وموقع الكاميرات

٩-٣ **الوسائل الإحصائية** لجا الباحثان الى استخدام الحقيبة الإحصائية (SPSS) بغرض استخراج معاملات (الوسط الحسابي، الانحراف المعياري، الالتواء، التفرطح، معامل الاختلاق إضافة الى استخدامه برنامج (AMOS graphic) لاستخراج نموذج الموامة البايوميكانيكية

٤. عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

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

جدول (٣)

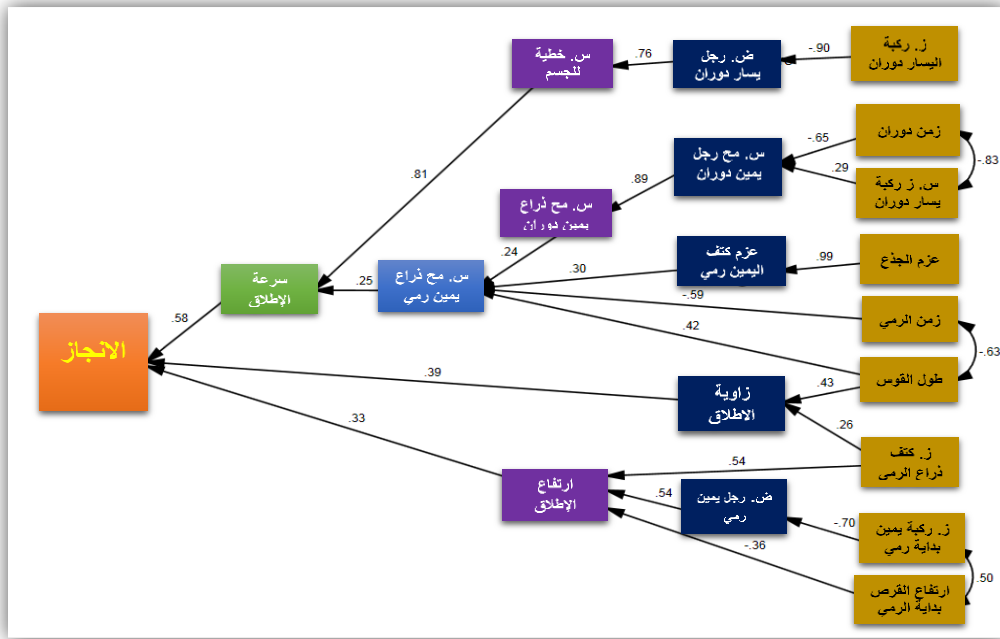
يبين النتائج الوصفية لقيم المتغيرات البايوميكانيكية لفعالية رمي القرص

ت	المتغيرات	وحدة القياس	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الالتواء	التفرطح	الاختلاف
١.	الإنتاج	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 المحيطة 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 المحيطة للرجل اليمين في مرحلة الدوران	م/ثا	14.62	0.64	0.124	1.082-	4%
١٦.	السرعة المحيطة 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 بين الجدول ان قيم الانحراف المعياري صغيرة مقارنة بالوسط الحسابي وعليه فان الوسط معبر بشكل جيد عن القيم الحقيقية. ويتبين من الجدول ان معامل الالتواء لجميع المتغيرات انحصر بين (± 1) وبالتالي فان جميع القيم كانت موزعة باعتدال لكل متغير. اما بالنسبة للتفرطح فيتبين 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 المحيطة 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 بين 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.

٢-٤ نموذج المواعمة البايوميكانيكية لفعالية رمي القرص

ان التأثيرات للمتغيرات البايوميكانيكية المستقلة تتضح من خلال الشكل بثلاث أنواع: الخارجية (Exogenous) والداخلية (Endogenous) والوسيلة (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 (٦) يوضح نموذج المواعمة البايوميكانيكية

ويمكن تلخيص العلاقات الظاهرة في الشكل (٦) كالاتي:

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، زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال، ارتفاع القرص بداية الرمي، زاوية الركبة اليمين بداية مرحلة الرمي)
٢. **المتغيرات الوسيطة:** ظهرت هذه المتغيرات على عدة مستويات كالاتي:
 - أ. **المستوى الأول:** تمثل بالمتغيرات (الضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران، السرعة المحيطية للرجل اليمين في الدوران، عزم الكتف في مرحلة الرمي، زاوية الاطلاق، الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي)
 - ب. **المستوى الثاني:** تمثل بالمتغيرات (السرعة الخطية للجسم، السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الدوران، ارتفاع الاطلاق)

(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 البايوميكانيكية وأثره في أداء الضربة الأرضية الأمامية والخلفية بالتنس)، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة القادسية، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة، القادسية، ٢٠١٤، ص ٦٥.

ج. المستوى الثالث: وتمثل بمتغير السرعة المحيطة للذراع اليميني في مرحلة الرمي

د. المستوى الرابع: وتمثل بمتغير سرعة الاطلاق.

٣. المتغيرات الداخلية: وتمثلها 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 المعيارى ومستويات الدلالة

ت	المتغيرات المستقلة	اتجاه التأثير	المتغيرات التابعة	وزن الانحدار	الخطأ المعيارى	القيمة المرجحة	وزن الانحدار المعيارى	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 (٣) وجود (٢٢) علاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة (ثلاث مع متغير الإنجاز) و(١٩) مع المتغيرات الوسيطة ، وتجدر الإشارة الى ان الباحثان استبعدا العلاقات خارج نطاق التفسير لأنموذج المواءمة والتي تسمى بالتأثيرات غير المفهومة 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) وكانت كالاتي:

أ. العلاقات ذات الإشارة السلبية: تدل العلاقة السالبة على ان التأثير يكون عكسيا بين متغير وآخر فالزيادة في متغير يعني انخفاض المتغير الآخر، وبلغ عددها (خمس علاقات) وكانت اقوى علاقة بين زاوية الركبة اليسار بداية الدوران والضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران، اذ بلغت قيمة وزن الانحدار المعياري (-0.90)، ويرجع الباحث سبب العلاقة الى طبيعة الأداء نفسه حيث في هذه المرحلة يكون ارتكاز الجسم على القدم اليسار لذا فان التأثير لزاوية الركبة اليسار يكون كبيرا على مقدار الضغط لعدم وجود نقطة ارتكاز أخرى، اما بالنسبة للعلاقة بين ارتفاع القرص بداية مرحلة الرمي وارتفاع الاطلاق فقد جاءت أخيرا، اذ بلغت قيمة وزن الانحدار المعياري (-0.36)، والسبب هو ان الرامي يعمل على تعديل ارتفاع الذراع في مرحلة الرمي بواسطة متغيرات أخرى كمتغير زاوية الكتف لحظة كسر الاتصال والضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي.

ب. العلاقات ذات الإشارة الموجبة: بلغ عددها (١٧ علاقة) وهي تدل على ان التأثير يكون بشكل مطرد وبالتالي فان الزيادة في احد المتغيرات يقابه زيادة في المتغير الاخر، اذ كانت اقوى علاقة بين متغير عزم الجذع في مرحلة الرمي وعزم الكتف في مرحلة الرمي التي بلغت قيمة وزن الانحدار المعياري لها (0.987) وهي قيمة منطقية نظرا لكون كلا العزمين يعملان باتجاه واحد لتدوير الذراع الرامي في مرحلة الرمي وان الحركة الدورانية تبدأ بفعل العزم المسلط من الجذع. وجاءت أخيرا العلاقة بين السرعة المحيطية للذراع اليمين في الرمي وسرعة الاطلاق، اذ بلغت قيمة وزن الانحدار المعياري لها (0.253)، ويرجع الباحث السبب في انخفاض قوة العلاقة الى غياب متغيرات أخرى تتعلق بالقوة التي تسلمها المجاميع العضلية لأصابع ورسغ كف الذراع اليمين على القرص والتي لم يتمكن الباحث من استحصال قيمها لعدم توفر أداة لقياسها.

٤-٢-٢ عرض نتائج حسن المطابقة لأنموذج المواعمة لفعالية رمي القرص وتحليلها ومناقشتها.

جدول (٤)

يبين نتائج اختبار حسن مطابقة انموذج المواعمة المقترح للمتغيرات البيوميكانيكية

AGFI	GFI	P. level	Chi ² / D.O.F	D.O.F	Chi ²	الاختبارات
0.632	0.780	0.000	4.24	166	703.866	بيانات الانموذج المقترح

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 كالاتي:

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 نتيجة الاختبار على درجة الحرية، اذ بلغت النتيجة (4.24) وهي اقل من (5) وذلك يدل على ان 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)

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

٢. **مؤشر اختبار حسن المطابقة (Goodness of Fit Index):** بلغت قيمته (0.780) وهذا يشير الى درجة قبول جيدة لمدى صحة النموذج المواعمة. اذ ان قيمة مؤشر (GFI) تتراوح بين (0-1) وتشير القيمة المرتفعة الى تطابق جيد للنموذج مع البيانات، كونه يحدد مقدار التباينات الناتجة وهو مشابه لـ (R^2) تحليل الانحدار^(١).

٣. **مؤشر اختبار حسن المطابقة المعدل (Adjusted Goodness Of Fit Index):** بلغت قيمته (0.632) والتي تعتبر جيدة أيضا. اذ ان اختبار حسن المطابقة المعدل يصحح مؤشر حسن المطابقة من تعقيدات الانموذج، ونتيجته محصورة بين (0-1) اذ كلما ارتفعت القيمة دل مطابقة اعلى للنموذج مع البيانات^(٢). ووفقا لما تقدم فان الانموذج يعتبر أفضل انموذج مواعمة حيث انه حقق اعلى مؤشرات مقارنة مع بقية النماذج*

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

جدول (٥)

يبين المعادلات الانحدارية المكونة لانموذج المواعمة البايوميكانيكي لفعالية رمي القرص

ت	المتغيرات	المعادلات
١.	الإنتاج	$0.73+3.2 =$ (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، اذ يتم تصميم معادلات انحدار لاستحصا لنتائج التنبؤ بقيم المتغيرات البايوميكانيكية المستقلة ثم اعتمادها في تصميم وبرمجة السلوك الحركي في الانموذج متعدد الابعاد، اذ يبين الجدول (٥) وجود (١١) معادلة انحدار تشكل بمجملها انموذج المواعمة البايوميكانيكي وهي التعبير الرياضي لمخطط المسار المصمم والتي سيتم اعتمادها في برمجة الانموذج متعدد الابعاد ، وذلك من خلال التحكم في

(١) 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)، ص ١٤٠ .

(٢) 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 .

قيم المتغيرات المستقلة للمعادلات والتعويض بقيم المتغيرات التابعة لكل معادلة للوصول الى المعادلة الرئيسية للتنبؤ بالانجاز ، وبناء 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 ، اذ يتبين من 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 (٦)
يبين نسب الفروق بين الإنجاز الحقيقي والإنجاز المتوقع لانموذج 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%

(٤-٢) عرض نتائج التصميم لجسم الانموذج متعدد الابعاد والنظام الحركي ومناقشتها وتحليلها

ان نماذج المحاكاة تحتاج الى ان تكون مطابقة في المظهر للعينة الحقيقية وذلك لكي تتمكن من تمثيل متغيراتها خاصة إذا تضمنت متغيرات ميكانيكية كالزوايا والمسافات والسرعة إضافة الى كتل الاجسام، ولجا الباحثان الى استخدام برنامج (3D Studio MAX) لتصميم الانموذج وكذلك لمحاكاة الاداء الفني المثالي كالاتي:

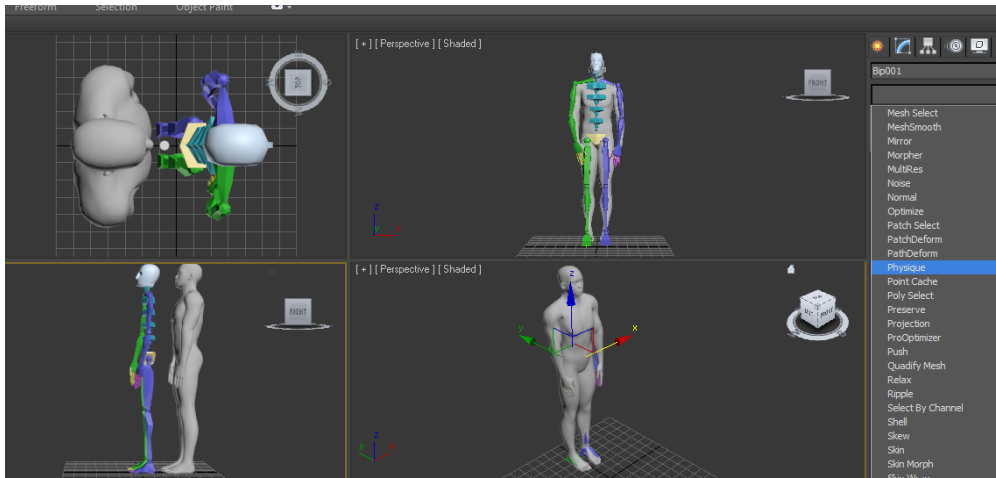
١. **تصميم الاجسام الشبكية (mesh):** ان ابعاد الرامي داخل البرنامج يجب ان تكون ماثلة لابعاده الحقيقية من حيث الطول والعرض، ولتحقيق ذلك عمد الباحثان الى استخدام برنامج (photoshop) ، الذي يوفر إمكانية تحديد الحجم بوحدات السننيمتر ، ثم وضع الصورتين بشكل متعامد داخل بيئة البرنامج ومن ثم تصميم مكعب جسم ثلاثي الابعاد تجرى عليه

تغييرات باستخدام الامر (extrude) والامر (cut) وبعد اجراء سلسلة من التعديلات نحصل على الجسم الشبكي (mesh) كما في الشكل (٧)



شكل (٧) يوضح الجسم الشبكي بعد التصميم

٢. **تصميم النظام الحركي:** يوفر برنامج (3Ds MAX) امكانية تحريك الاجسام من خلال نظام خاص يطلق عليه (biped) فالجسم الشبكي لا يمتلك القدرة على الحركة، حيث ان " الاجسام متعددة الابعاد تحتاج الى نظام خاص يوفر التحكم والمرونة التي يحتاجها النموذج في الحركة " (١) اذ تم دمج الجسمين باستخدام الامر (Physique)، كما في الشكل (٨)



شكل (٨) يوضح biped و mesh

ويوفر نظام (Biped) إمكانية تحقيق الكينماتيكا المعكوسة (IK) والتي تعني انه يأخذ بنظر الاعتبار تأثيرات تحريك جزء الجسم البعيد في مفاصل السلسلة الميكانيكية التي يرتبط بها*. تم تسجيل المتغيرات حسب تسلسلها الزمني الحقيقي وهذا ما يوفره ملف (BVH) والتصوير الفيديوي. اذ ان محاكاة الانموذج تتطلب نوعين من المدخلات هي: المعلومات الكينماتيكية كالسرعة والمعلومات الكينماتيكية للمحاكاة كالقوى^(٢)، وبالتالي فان عملية برمجة الانموذج تمت على مرحلتين تضمنت المرحلة الاولى بعض المتغيرات الكينماتيكية ، اذ يبين الجدول (٧) المتغيرات التي تم تمثيلها في برنامج (3DMAX) ولتحقيق ذلك تم تحديد زمن الأداء من خلال زر تعريف الزمن (time configuration)، اذ تم ضبط سرعة العرض الى (24 FPS).

(1) Bean, A. (2012) **3D Animation essentials**, John Wiley & Sons Inc, Canada, P 177.

* استخلص الباحثان هذه المعلومات من قائمة المساعدة (Help) في برنامج (3Ds MAX)

(2) Hubbard, M. & Alaways, L.W. **Op .Cite**, p 588.

تمثيل المتغيرات

١. **الزمن:** تم تمثيل الزمن للأداء من خلال جمع قيمة زمن مرحلة الدوران ومرحلة الرمي ثم تحويلها الى زمن العرض من خلال ضرب قيمة المجموع بـ(24) لاستخراج عدد الصور المطلوبة لتمثيل الزمن.
 ٢. **السرعة:** تم تصميم السرعة من خلال تحريك مؤشر الزمن بعدها تحريك الجسم او الجزء الى المسافة المطلوبة.
 ٣. **الزوايا:** يتطلب تمثيل الزوايا تعيين المفصل المطلوب ثم القيمة الرقمية الابتدائية والنهائية له مع تعيين الزمن.
- عمد الباحثان الى تمثيل القيم العليا للأداء لغرض استخراج الأداء الأمثل وبالتالي التنبؤ بأفضل انجاز ممكن ضمن مدى المتغيرات المتحققة .

جدول (٧)

يبين أفضل قيم لمتغيرات التحكم المستخدمة في محاكاة الشكل الخارجي للحركة

ت	المتغيرات	وحدة القياس	أفضل اداء
١.	السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الرمي	م/ثا	29.52
٢.	ارتفاع إطلاق	م	1.79
٣.	السرعة المحيطية للذراع اليمين في مرحلة الدوران	م/ثا	21.14
٤.	السرعة الخطية للجسم	م/ثا	1.87
٥.	السرعة المحيطية للرجل اليمين في مرحلة الدوران	م/ثا	10.02
٦.	زاوية الركبة اليمين بداية مرحلة الرمي	درجة	92
٧.	ارتفاع القرص بداية مرحلة الرمي	متر	58
٨.	زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال	درجة	143
٩.	طول القوس للذراع اليمين في مرحلة الرمي	متر	4.4
١٠.	زمن مرحلة الرمي	ثانية	0.12
١١.	زاوية الركبة اليسار بداية الدوران	درجة	92
١٢.	زمن الدوران	ثانية	1.12
١٣.	السرعة الزاوية للركبة اليسار بداية الدوران	درجة/ثا	267

تجدر الإشارة الى ان البرنامج لا يتمكن من تمثيل جميع التأثيرات الكينماتيكية بين جسمين اذ ان الأداة لا يمكن ربطها وفصلها في الكف وبالتالي لا يمكن تمثيل نقطة كسر الاتصال او زاوية الاطلاق للأداة الناتجة من التأثيرات المتسلسلة لأجزاء الجسم لان البرنامج يعامل الجسمين بمبدأ التصادم (Collisions).

(٤-٢) عرض نتائج برمجة الانموذج بالمتغيرات البايوميكانيكية لفعالية رمي القرص ومناقشتها وتحليلها.

لجا الباحثان الى استخدام برنامج (UnrealEngin4) لغرض برمجة الانموذج المتعدد الابعاد بالمنطق الذي يوفره انموذج المواعمة البايوميكانيكي المصمم حيث تجرى من خلال البرنامج عملية الربط بين مخرجات الحركة وقيم المتغيرات، إضافة الى تمثيل قيم المتغيرات المتبقية والمتمثلة بالجدول (٨)

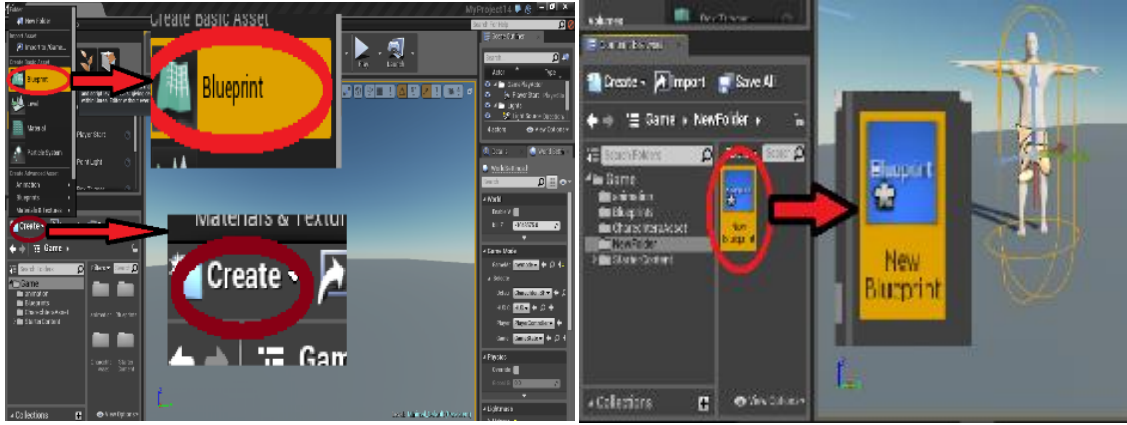
جدول (٨)

يبين أفضل قيم لمتغيرات التحكم بالانموذج التي تم تمثيلها في برنامج unreal engin4

ت	المتغيرات	وحدة القياس	أفضل اداء
١.	سرعة الاطلاق	م/ثا	29.04
٢.	زاوية الاطلاق	درجة	43
٣.	الضغط للرجل اليمين في مرحلة الرمي	باسكال	1139.52
٤.	الضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران	باسكال	937.40
٥.	عزم الكتف اليمين في مرحلة الرمي	جول	424.79
٦.	عزم الجذع في مرحلة الرمي	جول	503

بعد فتح البرنامج تجرى عملية استيراد للجسم الشبكي (mesh) والـ (biped) وإداة القرص المصممة في برنامج (3Ds MAX) ويتم ذلك بواسطة الامر (Import) وبعد استيراد الانموذج تم العمل على برمجته كالتالي:

١. تصميم المخططات البيانية (Blueprint): يعبر المخطط البياني عن مكان تواجد الأوامر البرمجية التي تحكم كل جزء يتم اضافته داخل البرنامج، لذا تم تصميم مخطط بياني لكل من (mesh) و (piped) شكل (٩).



شكل (٩) يوضح نافذة تصميم المخططات البيانية

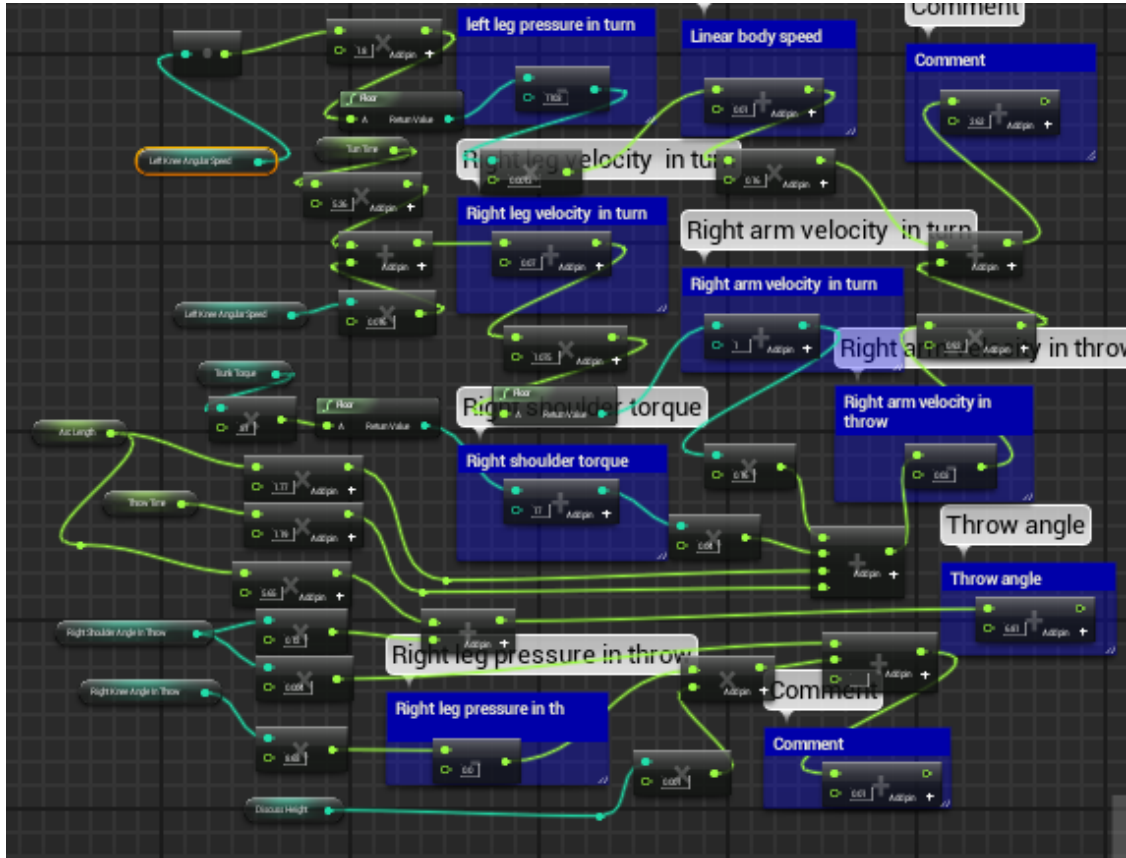
٢. تصميم انموذج المواعمة: تم أولاً تصميم متغيرات المواعمة داخل المخطط البياني (Character Blueprint) ، وهذا يعني تزويده بالمنطق الحركي عن طريق انشاء كائنات داخل المخطط تسمى (Variables) ، اذ تم تسمية المتغيرات باللغة الإنكليزية لان البرنامج لا يتعامل باللغة العربية مطلقاً كما في الجدول (٩)

جدول (٩)

يبين أسماء المتغيرات باللغة العربية والإنكليزية

المتغيرات	التسمية الإنكليزية	المتغيرات	التسمية الإنكليزية
طول القوس للذراع اليمين في الرمي	Arc length	سرعة الاطلاق	Throw velocity
السرعة المحيطة للذراع اليمين في الرمي	Right arm velocity in throw	ارتفاع الاطلاق	Throw height
الضغط للرجل اليمين في الرمي	Right leg pressure in throw	زاوية الاطلاق	Throw angle
زاوية كتف الذراع اليمين لحظة كسر الاتصال	Right shoulder angle in throw	زمن مرحلة الرمي	Throw time
زاوية الركبة اليمين بداية مرحلة الرمي	Right knee angle in throw	زمن الدوران	Turn time
السرعة المحيطة للرجل اليمين في الدوران	Right leg velocity in turn	السرعة الخطية للجسم	Linear body speed
السرعة المحيطة للذراع اليمين في مرحلة الدوران	Right arm velocity in turn	عزم الجذع في الرمي	Trunk torque
الضغط للرجل اليسار في مرحلة الدوران	left leg pressure in turn	عزم الكتف في الرمي	Right shoulder torque
زاوية الركبة اليسار بداية الدوران	left knee angle in turn	ارتفاع القرص بداية الرمي	Discuss height
السرعة الزاوية للركبة اليسار بداية الدوران	Left knee angular speed		

بعد ان تم تصميم المتغيرات بأسمائها وطبيعة القيم الرقمية لها لجا الباحث الى ربط المتغيرات حسب ترتيبها في انموذج المواعمة البايوميكانيكي مع تمثيل الثوابت في معادلات الانحدار كما في الشكل (١٠)



شكل (١٠) يوضح معادلة المواعمة البايوميكانيكية داخل المخطط البياني للأنموذج متعدد الابعاد

٣. برمجة الانموذج بالأداء الفني: لغرض تعريف الانموذج بالأداء الفني تم ربط السلوك الحركي المصمم على وفق متغيرات الأداء الافضل من خلال نظام المكونات (Component Mode) الموجود داخل المخطط البياني للرامي بمجرد اختيار نظام الحركة (Animation mode)

٤. برمجة الأداة (القرص): تم برمجة الأداة بالمعلومات التي توفرها مخرجات معادلة المواعمة والمتمثلة (بسرعة الاطلاق ، وزاوية الاطلاق ، وارتفاع الاطلاق) من خلال تصميم (Blueprint) اذ لجأ الباحثان الى اعتماد انتهاء زمن الرمي كنقطة نهائية لترك الأداة ، وبالتالي فان ارتفاع الاطلاق يتحدد وفقا لذلك ، اما زاوية الاطلاق فاستوجب العمل على استخراج قيمة متجه السرعة العمودية والافقية لان البرنامج لا يستطيع تمثيل زاوية الاطلاق كونه يحاكي متغيرات المقذوف وفقا لمتجهاته العمودية والافقية بالاعتماد على سرعة الاطلاق المحصلة التي يتم استحصالها من انموذج المواعمة بالجوء الى القوانين النظرية حيث " اذا كان المقذوف ينتقل بسرعة (vo) و زاوية (α) مع الخط الافقي فان: متجه سرعته الابتدائية = vo × جتا α + vo × جا α "

ووفقا للقانون أعلاه تم توفير مركبات السرعة المحصلة للقرص:

$$\text{المركبة العمودية للسرعة} = vo \times \sin \alpha$$

$$\text{المركبة الافقية للسرعة} = vo \times \cos \alpha$$

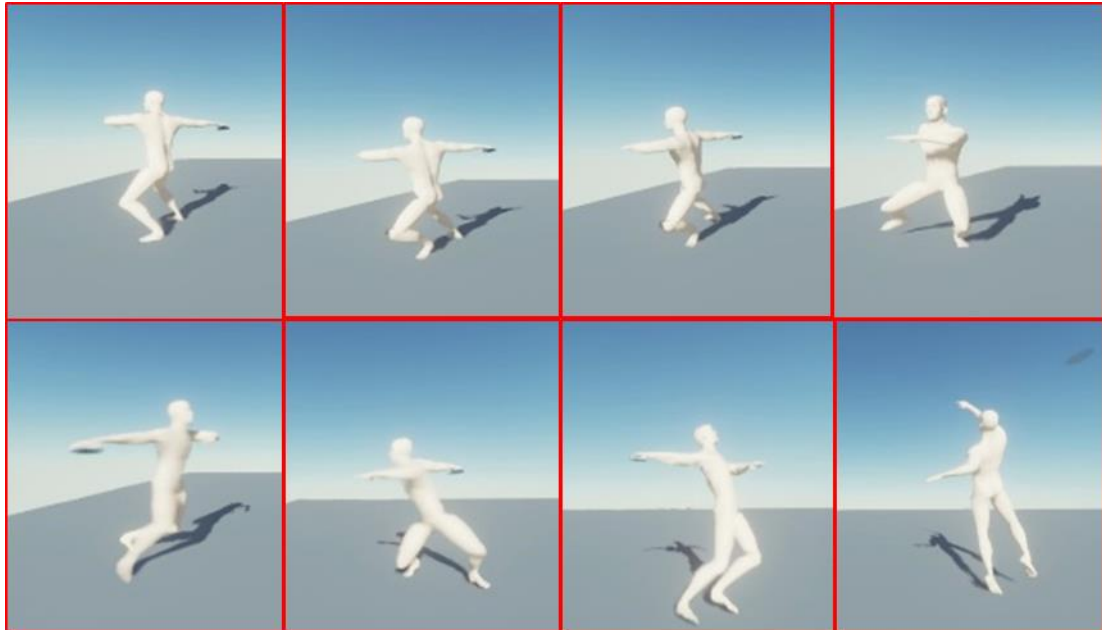
لغرض التأكد من دقة الانموذج المتعدد الابعاد لجأ الباحثان الى تمثيل قيم المتغيرات الحقيقية للرامي في الانموذج متعدد الابعاد واستحصال القيم التنبؤية للانجاز ثم مقارنتها بقيم الإنجاز الحقيقية وبيين الجدول (١٠) معدل نسب الفرق بين القيم الحقيقية والقيم التي تنبأ بها انموذج المواعمة.

جدول (١٠)
يبين نسب الفروق بين الإنجاز الحقيقي والإنجاز المتوقع للانموذج متعدد الابعاد

ت	الإنجاز الحقيقي	الإنجاز المتوقع	نسبة الفرق	ت	الإنجاز الحقيقي	الإنجاز المتوقع	نسبة الفرق	ت	الإنجاز الحقيقي	الإنجاز المتوقع	نسبة الفرق
١	46.49	49.8	٣٣%	١٧	48.8	49.62	2%				
٢	46.45	50	٣٤%	١٨	49.92	51.27	3%				
٣	45.25	48.6	٣٥%	١٩	51.21	52.14	2%				
٤	49.1	50.2	٣٦%	٢٠	45.66	46.52	2%				
٥	48.15	49.6	٣٧%	٢١	49.1	50.2	2%				
٦	47.31	47.6	٣٨%	٢٢	45.8	46.62	2%				
٧	48.37	48.4	٣٩%	٢٣	47.6	48.7	2%				
٨	48.25	46.77	٤٠%	٢٤	50.7	51.82	2%				
٩	48.1	47.86	٤١%	٢٥	46.3	47.47	3%				
١٠	48.6	49.5	٤٢%	٢٦	49.8	51.02	2%				
١١	50.4	46.8	٤٣%	٢٧	47.62	48.83	3%				
١٢	48.2	47.8	٤٤%	٢٨	46.7	47.93	3%				
١٣	51.6	49.18	٤٥%	٢٩	51.62	52.71	1%				
١٤	48.25	49.96	٤٦%	٣٠	49.34	50.24	2%				
١٥	48.72	46.48	٤٧%	٣١	45.68	46.53	2%				
١٦	45.6	46.6	٤٨%	٣٢	50.7	51.23	1%				

معدل الفرق = 2%

ويتضح من الجدول أعلاه ان الانموذج متعدد الابعاد قد تنبأ بقيم فروق اقل من انموذج المواعمة البايوميكانيكي ، وبالتالي فان القيم التنبؤية للانجاز تكون اقرب للقيم الحقيقية ، اذ يرى الباحثان ان سبب ذلك يعود الى ان متغيرات المقذوف قد تأثرت بقيم أخرى خارج نطاق الأداء الفني للرامي وتمثلت بتأثيرات الجاذبية والاحتكاك اذ ان كتلة القرص لا يتم تضمينها في معادلة المواعمة الا انها تؤخذ بنظر الاعتبار عند محاكاة الانموذج متعدد الابعاد بمجرد تضمين كتلة القرص دون الحاجة الى تصميم معادلة رياضية كون البرنامج يوفر حسابات تحاكي الواقع الحقيقي ، وهو نفس الامر بالنسبة لتأثيرات احتكاك القرص بالجو ، وعليه يمكن القول ان الانموذج متعدد الابعاد يأخذ بنظر الاعتبار متغيرات اكثر من المتغيرات التي تم تضمينها على وفق انموذج المواعمة البايوميكانيكية من شأنها التنبؤ بدقة اكبر بالقيمة الرقمية للانجاز .



شكل (١١) يوضح مراحل الأداء الفني للانموذج متعدد الابعاد

٥. الاستنتاجات والتوصيات

١-٥ الاستنتاجات

١. صحة انموذج الموامة البايوميكانيكي بيان أسبقية متغيرات الاداء من حيث كونها مستقلة ووسطية وتابعة.
٢. تأثرت متغيرات لحظة كسر الاتصال بشكل مباشر كالآتي: متغير سرعة الاطلاق للأداة مع متغير (السرعة المحيطة 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 بالإنجاز سجله متغير سرعة الاطلاق تلاها زاوية الاطلاق وارتفاع الاطلاق.
٤. تأثر الإنجاز بشكل غير مباشر بمجموعة من العلاقات الارتباطية العكسية لخمس متغيرات بايوميكانيكي كالآتي (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 بالإنجاز 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 للإنجاز.
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 الإنجاز.
٤. ضرورة استخدام أجهزة التتبع الحركي في تحليل الأداء للفعاليات الرياضية لاستحصال قيم دقيقة تساعد في التقليل من تأثيرات أخطاء القياس في البحث العلمي.
٥. ضرورة تصميم نماذج تشمل تأثير متغيرات فسلجية ونفسية بالإضافة الى المتغيرات الميكانيكية لمحاكاة التأثير المتبادل بين العوامل المختلفة وتأثيرها على قيمة الإنجاز.

المصادر العربية

- بيتر تومسن: المدخل إلى 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 إلى 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 ألعاب 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 المواعمة البايوكينماتيكية وأثره في أداء الضربة الأرضية 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.
- De Mestre, N. (1990). **The Mathematics of Projectiles in Sport; Lecture Series 6**, New York, Cambridge University Press.
- 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 الاستطلاعية الأولى والثانية

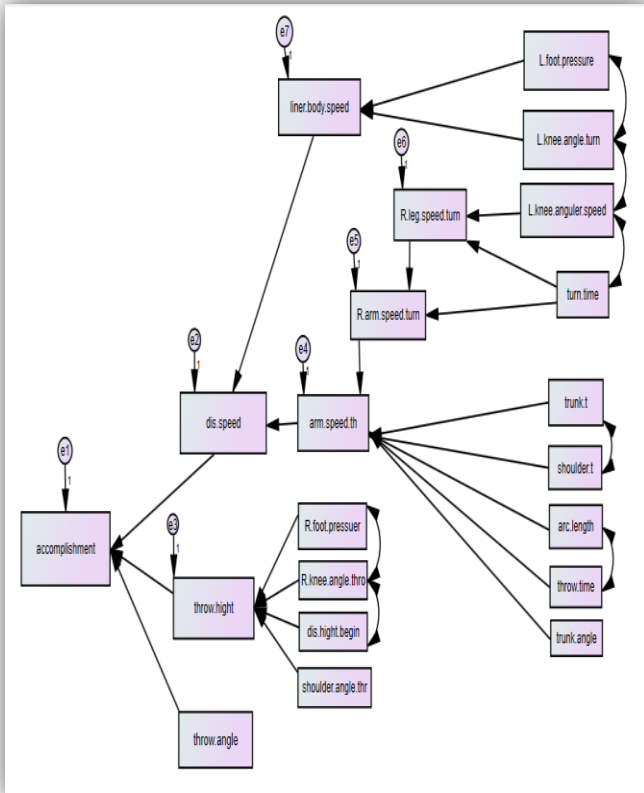
ت	الاسم	مكان العمل
١.	م.د احمد عبد الأمير شبر	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
٢.	م.علي خومان علوان	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
٣.	مناف هاشم	طالب دكتوراه /جامعة القادسية كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

فريق العمل المساعد في التجربة الرئيسية

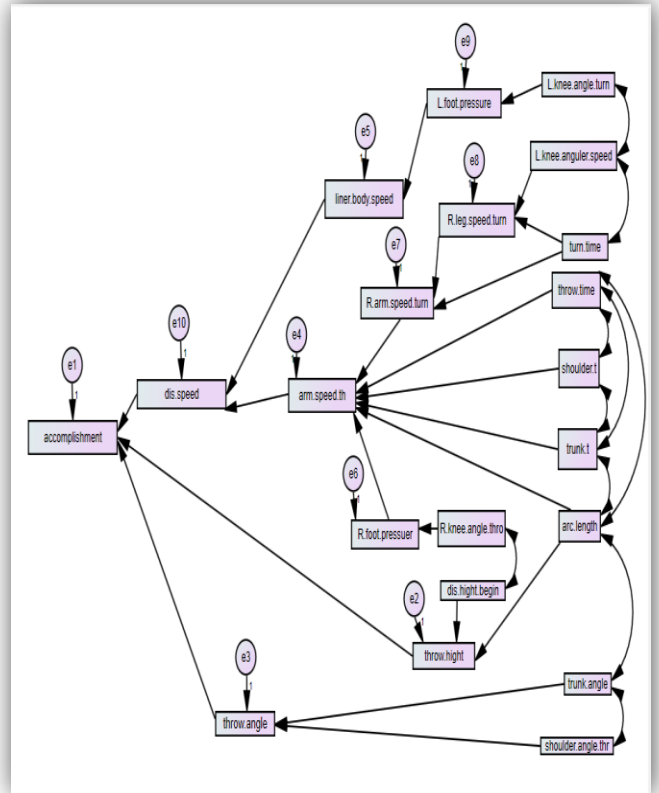
ت	الاسم	مكان العمل
١.	م.د احمد عبد الأمير	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
٢.	م.د فلاح حسن	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
٣.	أ.م.د علي بديوي	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
٤.	م.د محمد ضياء	جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
٥.	م.علي 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

Simulation of the optimal performance model based on the biomechanical alignment to predict the accomplishment of discus throw

Ph.Dr.Hisham Hindawi Howaydy
2018 D

Muhammed Jasim Muhammed
1439 H

The complex formation of the human body forces researchers to find and invent various methods to study it accurately and specifically in order to raise its level in all aspects psychological, motor, medical, training, etc., which created fields with many specialties to study these aspects, including the field of biomechanics. Technological development sought to refine the methods of biomechanics to obtain more credible results such as other fields, Where the technical performance of the discus throwing is characterized as closed motion series, which has a relatively fast nature, and from the biomechanical aspect, it includes many variables, whose paths overlap with each other to affect the achievement, Through motion analysis, a reference can be provided to link the biomechanical variables in a mathematical model that illustrates the nature of the relations between the biomechanical variables and the degree of their effect on each other, Where this can be achieved through the use of advanced statistical methods to explain the technical performance of discus throwing, , And thus the benefit from the theoretical model by providing the logic that can be used to program the technical performance of the thrower within a virtual environment similar to real world, Through the design of a model that simulates the multiple dimensions of performance and thus predict the value of the achievement from the best biomechanical variable values achieved by the thrower.

The study aimed to predict the value of the achievement by simulating the model of the biomechanical variables for the technical performance in the discus throwing by identifying the nature of the relationship between the paths of the variables affecting the release moment in the form of a biomechanical alignment model based on the scientific and statistical theories in linking these variables.

In order to achieve this goal, the researchers resorted to capture the technical performance of the top record thrower using 2 different speed cameras in different directions, in addition to the use of the functional assessment of the Biomechanical system (F.A.B) .The research Population included 60 attempts, The sample consisted of 48 successful attempts, The researchers used 19 biochemical variables based on the scientific theories and the logical correlation according to the chronological sequence of the discus technical performance. In addition, after the motion analysis of the successful attempts and the extraction of the variables, the researchers used the causal path analysis method to determine the alignment of independent biomechanical variables, which predicts a greater proportion of the instrument variables value. And then design a model that mimic the multiple dimensions of the thrower(the Physical measurements dimensions and the motion, time and forces dimensions), and then program the body according to the biomechanical alignment model of the best variables values of performance and predict what the achievement will be. In light of the overall result, the following conclusions were reached:

1. The multi-dimensional model is faster in terms of experimentation, performance changes suggestion, and more accurate than the biomechanical model in predicting the value of achievement.
2. The multi-dimensional model simulates the effect of variables (external environment and body mass) that cannot be included in the biomechanical alignment model.

