# اثر المتغيرات البايوكينماتيكية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في اداء مهارة الضربة الساحقة بالريشة الطائرة للاعب المنتخب الوطني العراقي

م. هدير هادي عيسى
رئاسة الجامعة – مركز الحاسبة الالكترونية
hadeer.hadi@qu.edu.iq

ا. د هشام هنداوي هويدي
جامعة القادسية – كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
hisham.hindawee@qu.edu.iq

استلام البحث : ٢٠٢٦/٥/١١
قبول البحث : ٢٠٢٦/٥/٣١

## ملخص البحث

تكمن اهمية البحث في توظف احدى تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة (Computer Vision) في التحليل الكينماتيكي الرياضي مما يرفع مستوى دقة القياسات مقارنة بالأساليب التقليدية ويمنح المدربين واللاعبين بيانات كمية يمكن الاستفادة منها لاحقاً لتحسين مستوى الإنجاز (الأداء)، اذ ان الجوانب البيوميكانيكية بتفرعاتها من زوايا ومسافات وازمنة وسرع وقوى تعطي مؤشرات ودلالات عن جميع المتغيرات التي تحدد مستوى الإنجاز ومن ثم الكشف عن مواطن القوة والضعف لمعالجتها فيما بعد من قبل المدربين والمختصين كما ان هذا النوع من التقنيات توفر الوقت والجهد والمال عند اجراء دراسات مماثلة، اما مشكلة البحث فهي إيجاد طريقة حديثة لتحليل الأداء وخاصة في الألعاب ذات الإيقاع السريع مثل الريشة الطائرة اذ ان مهارة الضربة الساحقة من اهم المهارات الهجومية التي تحسم نقاط المباراة والتي تتطلب تكاملاً عالياً بين التسلسل الحركي وسرعة التفاعل وزاوية الاطلاق لضمان اعلى سرعة ممكنة لسرعة الريشة بعد التصادم وغالباً ما تعتمد الدراسات المحلية التقليدية على الملاحظات البصرية او البرامج التقليدية في التحليل الديناميكي الدقيق لحركة الجسم اثناء تنفيذ الضربة، وتعد تقنية (Computer Vision) التي اثبتت كفاءتها في تحليل الحركة الرياضية من خلال التعرف على ملامح الجسم واستنباط معالمه الكينماتيكية من الفيديو، اما مجتمع وعينة البحث فقد حددت المشكلة مجتمع البحث وهي كل ما يمكن اخذه من محاولات للمصنف الاول عراقياً (رامي وسام صلاح) كون هذا اللاعب هو الذي يحسم النتائج ويحقق الميداليات الملونة في البطولات سواء في الفردي او الزوجي، اما عينة البحث فقد اكتفى الباحث بإخذ مشاهدات عدد (٥٠) مشاهدة واستخراج بياناتها وتعتبر هذه المشاهدات بمثابة العينات اذا ان العينات هي المشاهدات المأخوذة سواء من فرد واحد او مجموعة افراد، واستخدم الباحث اجهزة وادوات مناسبة لإجراءات بحثه واهما احدى تقنيات الذكاء الاصطناعي (Computer Vision) وهي منظومة خوارزميات ونماذج رياضية تتعامل مع البيانات البصرية الرقمية (Images / Video) لغرض الكشف عن الأجسام والتعرف عليها وتصنيفها وتتبعها زمنياً بالإضافة الى تحليل الحركة واعادة بناء المشهد ثلاثي الابعاد، اما الاستنتاجات التي توصلت اليها الدراسة فهي حقق لاعب المنتخب الوطني العراقي اعلى مستوى في متغير زاوية ميل الجذع من بين المتغيرات البايوميكانيكية، وكذلك حقق متغير زاوية القدم اليسار مع زاوية الورك اليسار اعلى قيمة ارتباط طردية، كما حقق متغير زاوية ميل الجذع مع زاوية الورك اليسار اعلى قيمة ارتباط عكسية، وكذلك يمكن عد تقنية (Computer Vision) هي الأفضل من الطرق التقليدية في استخراج البيانات الكينماتيكية لاداء مهارة الضرب الساحق الامامي للاعب المنتخب الوطني العراقي بالريشة الطائرة.

**الكلمات المفتاحية (المتغيرات البايوكينماتيكية، تقنيات الذكاء الاصطناعي، الضربة الساحقة)**

# *The Effect of Biokinematic Variables Using Artificial Intelligence Techniques on the Performance of the Badminton Smash Skill in an Iraqi National Team Player*

***Lecturer. Hadeer Hadi Essi***
***Professor Dr. Hisham Hindawi Huwaidi***
***University of Al-Qadisiyah***
***College of Physical Education and Sports Sciences***

## *Abstract*

*The significance of the present study lies in the application of an advanced artificial intelligence technique, namely Computer Vision, to sports kinematic analysis. This approach enhances measurement accuracy compared with traditional methods and provides coaches and athletes with quantitative data that can be utilized to improve performance outcomes. Biomechanical components, including joint angles, distances, temporal variables, velocities, and forces, offer critical indicators of the variables that determine performance level. Such indicators enable the identification of strengths and weaknesses, which can subsequently be addressed by coaches and specialists. Furthermore, the use of these technologies contributes to saving time, effort, and financial resources when conducting similar studies, The research problem centers on the need to*

*establish a modern method for performance analysis, particularly in fast-paced sports such as badminton. The smash skill is considered one of the most decisive offensive techniques, often determining match outcomes. Its successful execution requires a high level of integration between the kinetic chain, reaction speed, and projection angle to ensure maximum shuttlecock velocity following impact. However, many local studies still rely on visual observation or conventional software for dynamic analysis, which may lack precision in capturing detailed body movement during skill execution. In contrast, Computer Vision has demonstrated effectiveness in sports motion analysis through the detection of body features and the extraction of kinematic parameters from video data.The research population was defined as all observable attempts performed by the top-ranked Iraqi badminton player, Rami Wissam Salah, due to his consistent achievement of decisive match results and medal-winning performances in both singles and doubles competitions, The study sample consisted of fifty (50) recorded observations, from which the required data were extracted. These observations are treated as representative samples, as samples in this context refer to recorded performance instances obtained from either a single individual or multiple participants, To achieve the research objectives, the researcher employed appropriate tools and instruments, most notably Computer Vision technology. This technology comprises a system of algorithms and mathematical models designed to process digital visual data (images and video) for the purposes of object detection, recognition, classification, and temporal tracking, in addition to motion analysis and three-dimensional scene reconstruction.*

***Key words (Biomechanical variables, artificial intelligence techniques, the crushing blow)***

**١- المقدمة:**

شهد العالم خلال العقود الاخيرة ثورة تكنولوجية غير مسبوقة غيرت ملامح الحياة في جميع المجالات، فقد اصبحت التكنولوجيا جزءاً لا يتجزأ من تفاصيل حياتنا اليومية بدءا من وسائل التواصل والتعليم وصولاً الى الصناعة والطب والنقل مما اسهم في تسريع وتيرة التقدم وتحسين جودة الحياة، وفي غمار هذا التحول العميق لم تكن الرياضة بمنأى عن هذه الثورة بل كانت من اكثر المجالات استفادة من التطورات التكنولوجية فقد ادت التكنولوجيا دوراً محورياً في تطوير الأداء الرياضي وتحليل البيانات وتحسين التدريب وتقليل الإصابات وحتى في تعزيز تجربة المشاهدين فمن خلال استخدام الذكاء الاصطناعي وتقنيات الواقع الافتراضي وأجهزة الاستشعار اصبحت الرياضة اكثر دقة واحترافية وتفاعلية مما فتح افاق جديدة للرياضيين والمدربين والجماهير على حد سواء .

وتعد لعبة الريشة الطائرة أحدى العاب المضرب المحببة التي تبث بين ممارسيها روح المنافسة والمتعة لكونها تمارس في جميع الأماكن ومن جميع الأعمار إذ يمارسها الأطفال والشباب وكبار السن ، فلخفة وزن المضرب مقارنة ببقية المضارب ورخص ثمنها مما يسهل على الجميع اقتنائها وعدم ابتعاد الريشة الأداة اثناء اللعب كل هذه الأمور جعلت من الريشة الطائرة اللعبة المفضلة لدى الكثير من الناس فهي تمارس في الحدائق والقاعات ، فهي تمنح الحيوية والنشاط لممارسيها من كل الجنسين ، وتشير بعض الدراسات الى ان الريشة الطائرة تعتبر واحدة من أسرع الالعاب في العالم نظراً لما تمتاز به من ايقاع لعب سريع ، كما وتلعب الريشة الطائرة لفترات زمنية قصيرة وبشدة عالية فهي تتميز بالتفاعل المستمر والاستجابات السريعة ، فهي تتطلب تفكير ورد فعل سريع يتميز بدقة الاداء (١: ٢٥-٢٦)، ونتيجة لذلك فأنها تترك وقت قليل للاعب كرد فعل لتلك الضربات لذا يجب على اللاعب أن يكون سريع ودقيق في اتخاذ القرار اثناء المباراة .

تكمن اهمية البحث في توظف احدى تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة (Computer Vision) في التحليل الكينماتيكي الرياضي مما يرفع مستوى دقة القياسات مقارنة بالاساليب التقليدية ويمنح المدربين واللاعبين بيانات كمية يمكن الاستفادة منها لاحقاً لتحسين مستوى الإنجاز (الأداء)، اذ ان الجوانب البيوميكانيكية بتفرعاتها من زوايا ومسافات وازمنة وسرع وقوى تعطي مؤشرات ودلالات عن جميع المتغيرات التي تحدد مستوى الإنجاز ومن ثم الكشف عن مواطن القوة والضعف لمعالجتها فيما بعد من قبل المدربين والمختصين كما ان هذا النوع من التقنيات توفر الوقت والجهد والمال عند اجراء دراسات مماثلة.

اما مشكلة البحث فهي ان المتغيرات الكينماتيكية تعد من العوامل الاساسية والمهمة في اكتشاف الاخطاء وتحديد الاداء الصحيح، وتعد مهارة الضربة الساحقة في لعبة الريشة الطائرة من اهم المهارات الهجومية التي تحسم نقاط المباراة والتي تتطلب تكاملاً عالياً بين التسلسل الحركي وسرعة التفاعل وزاوية الاطلاق لضمان اعلى سرعة ممكنة لسرعة الريشة بعد التصادم وغالباً ما تعتمد الدراسات المحلية التقليدية على الملاحظات البصرية او البرامج التقليدية في التحليل الديناميكي الدقيق لحركة الجسم اثناء تنفيذ الضربة، وتعد تقنية (Computer Vision) التي اثبتت كفاءتها في تحليل الحركة الرياضية من خلال التعرف على ملامح الجسم واستنباط معالمه الكينماتيكية من الفيديو، ومن خلال اطلاع الباحث على المصادر العلمية المحلية وكذلك المكتبات في الجامعات العراقية وجد بان هذه التقنية غير مستخدمة بشكل منهجي في دراسات الاداء الحركي لدى لاعبي الريشة الطائرة في العراق رغم اهميتها في استخراج متغيرات الحركة مثل زوايا المفاصل والسرعات الخطية واللحظية والزاويا ومسار الجسم بدقة عالية والتي يمكن تحليلها بعد ذلك احصائياً وهذا ما دفع الباحث للولوج في هكذا نوع من الدراسات.

**٢- الغرض من الدراسة:**

التعرف على اثر المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة بعضها ببعض من جهة ومستوى الأداء لمهارة الضربة الساحقة الامامية للاعب المنتخب الوطني العراقي بالريشة الطائرة باستخدام تقنية خوارزميات الذكاء الاصطناعي بلغة Python، وكذلك تطبيق تقنية (Computer Vision)، وهي احدى تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تعتمد على معالجة الصور والفيديوهات رقمياً من اجل التعرف على معالم الجسم وتتبعها زمنياً واستخراج المؤشرات الكينماتيكية المرتبطة بأداء مهارة الضربة الساحقة الامامية للاعب المنتخب الوطني العراقي بالريشة الطائرة.

**٣- اجراءات البحث :**

**٣-١ المجتمع وعينة البحث :**

حددت المشكلة مجتمع البحث وهي كل ما يمكن اخذه من محاولات للمصنف الاول عراقياً (رامي وسام صلاح) كون هذا اللاعب هو الذي يحسم النتائج ويحقق الميداليات الملونة في البطولات سواء في الفردي او الزوجي، اما عينة البحث فقد اكتفى الباحث بإخذ مشاهدات عدد (٥٠) مشاهدة واستخراج بياناتها وتعتبر هذه المشاهدات بمثابة العينات اذا ان العينات هي المشاهدات المأخوذة سواء من فرد واحد او مجموعة افراد، وتعد العينة (جزء من مجتمع يمثله تمثيلاً صادقاً ويفرض علينا حجماً معيناً يتناسب مع المجتمع الذي اخذت منه العينات) (٨٧:٦) ، وهذا النوع من الدراسات دراسة الحالة الفردية او ما يعرف بدراسة حالة (Case Stude) هو عبارة عن دراسة تفصيلية لحالة واحدة (شخص واحد) بهدف فهم السلوك او الظاهرة بعمق ويستخدم هذا النوع غالباً في العلوم الاجتماعية، وبالتالي معرفة قيم البيانات الكمية للمتغيرات المؤثرة في مستوى الإنجاز (الأداء)، ويبين الجدول التالي بعض المواصفات لهذا اللاعب اذ تم اخذ بعض القياسات الجسمية للاعب .

**٣-٢ منهج البحث :**

استخدم الباحث المنهج الوصفي بأسلوب العلاقات الارتباطية لملائمته وطبيعة البحث.

**٣-٣ المتغيرات المدروسة:**

تم استخراج جميع المتغيرات باستخدام تقنية (Computer Vision):

**- زاوية ميل الجذع للجانب لحظة الضرب :**

وهي "الزاوية المحصورة بين الخط العمودي من منتصف الورك من جهة والخط الواصل بين الورك واسفل الرقبة في منتصف الظهر من جهة أخرى" (٣٠:٧)، اذ ان ميلان الجسم مع المضرب يعمل على زيادة عزم القوة وبالتالي زيادة القوة الضاربة وكذلك يساعد على توجيه افضل من خلال توحيد حركة الجسم مع اتجاه الريشة، وتم استخراجها من الكاميرا الخلفية باستخدام تقنية (Computer Vision) وتقاس بالدرجة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل الكتف للذراع الضاربة لحظة الضرب :**

وهي الزاوية المحصورة بين المحور المار من مفصل الكتف الى مفصل المرفق من جهة ومن مفصل الكتف الى الجذع من الداخل من جهة اخرى، اذ هذه الزاوية على تغيير ارتفاع نقطة الانطلاق كما تترابط مع بقية مفاصل الجسم المشتركة في الاداء الحركي لتحسين الاداء ، وتم استخراجها من الكاميرا الخلفية وتقاس بالدرجة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل الكتف للذراع الساندة لحظة الضرب :-**

وهي الزاوية المحصورة بين المحور المار من مفصل الكتف الى مفصل المرفق من جهة ومن مفصل الكتف الى الجذع من الداخل من جهة اخرى اذ تعمل على حفظ التوازن للفرد حسب قانون نيوتن الثالث، فعندما يقوم اللاعب بمد الذراع الضاربة الى الاعلى تزداد زاوية الكتف فيحتاج الى خفض الذراع الساندة لتقليل الزاوية للحفاظ على التوازن وانسيابية الاداء، وتم استخراجها من الكاميرا الخلفية وتقاس بالدرجة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل الرسغ لليد الضاربة اليمين لحظة الضرب :**

وهي الزاوية المحصورة بين مفصل المرفق من جهة وامتداد الخط العمودي لاخر نقطة من اليد تم تحديدها بالبرنامج من جهة اخرى، اذ ان التلاعب بزاوية الرسغ يعمل على تغيير منطقة لمس الريشة للمضرب حيث التمويه وتوجيه الريشة الى المناطق التي يصعب على المنافس ردها او التصدي لها، وتم استخراجها من الكاميرا الخلفية وتقاس بالدرجة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل الرسغ لليد الساندة اليسار لحظة الضرب :**

وهي الزاوية المحصورة بين مفصل المرفق من جهة وامتداد الخط العمودي لاخر نقطة من اليد تم تحديدها بالبرنامج من جهة اخرى، ويؤدي مفصل الرسغ في الذراع الساندة دوراً تكاملياً في تنظيم موضع الذراع بالنسبة للجسم حيث يسهم ثني الرسغ او امتداده في تحديد وضع اليد والساعد وبالتالي التأثير في توزيع الكتلة حول محور الدوران الجذعي، فالتموضع المناسب لزاوية الرسغ يساعد على تحقيق اصطفاف وظيفي للذراع الساندة مع حركة الكتف والمرفق الامر الذي يعزز ثبات مستوى الكتفين ويوفر اطاراً جسمياً مستقراً يسمح للذراع الضاربة بالحركة بحرية وكفاءة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل الركبة للرجل اليمين لحظة الضرب :**

وهي الزاوية المحصورة بين عظم الفخذ من نقطة مفصل الركبة امتداداً الى الورك وبين عظم الساق من نقطة مفصل الركبة الى مفصل الكاحل، اذ يساهم في النقل الحركي من الارض الى بقية اجزاء الجسم، وتم استخراجها من الكاميرا الجانبية وتقاس بالدرجة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل الركبة للرجل اليسار لحظة الضرب :**

وهي الزاوية المحصورة بين عظم الفخذ من نقطة مفصل الركبة الجانبية امتداداً الى الورك وبين عظم الساق من نقطة مفصل الركبة الى مفصل الكاحل، اذ تساهم في نقل القوة المتولدة من الارض الى بقية اجزاء الجسم زيادة على عدم اختلال التوازن في الهواء لتوفر هبوط امن، وتم استخراجها من الكاميرا الجانبية وتقاس بالدرجة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل القدم للرجل اليمين لحظة الضرب :**

وهي الزاوية المحصورة بين نقطة مفصل الكاحل الى امتداد الخط لأمشاط القدم من جهة وبين عظم الساق من نقطة مفصل الكاحل الى نقطة مفصل الركبة من جهة اخرى، اذ واضافة الى تكامله مع مفاصل الجسم الاخرى في العمل فانه محدد لطريقة تلافي اصابات الكاحل عند الهبوط كونه اول جزء يلامس الارض مستقبلاً وزن الجسم كاملاً بحركة مطاوعة، اذ تم استخراجها من الكاميرا الجانبية وتقاس بالدرجة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل القدم للرجل اليسار لحظة الضرب :**

وهي الزاوية المحصورة بين نقطة مفصل الكاحل الى امتداد الخط لأمشاط القدم من جهة وبين عظم الساق من نقطة مفصل الكاحل الى نقطة مفصل الركبة من جهة اخرى، ويؤدي مفصل القدم اليسار لدى اللاعب الايمن دور قاعدة الارتكاز الاساسية التي يستند اليها الجسم عند إنتاج القوة وتنفيذ الضربة حيث يسهم الثني الظهري المعتدل للكاحل في امتصاص القوى الارضية

وتنظيمها بينما يساعد الامتداد الاخمصي التدريجي في تثبيت القدم وتحقيق وضعية ميكانيكية مستقرة تسمح بانتقال الزخم الى بقية اجزاء الجسم، كما في شكل (١).

**- المسافة بين القدمين لحظة الضرب :**

هو طول الخط المستقيم المحصور بين عقبي القدمين من الداخل، اذ تعمل على تحديد قاعدة الاستناد التي تتحكم بعزم القصور الذاتي حسب قانون نيوتن الاول، وتم استخراجها من الكاميرا الخلفية ، وتقاس بـ(سم) ، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل المرفق للذراع الضاربة لحظة الضرب :**

هي الزاوية المحصورة بين مفصل المرفق الى مفصل الكتف من جهة ومفصل المرفق مع خط الساعد الى مفصل الرسغ من جهة اخرى، اذ ان زيادتها ونقصانها يتحكم بسرعة ومسار الريشة باتجاه مناطق الدقة المختلفة، وتم استخراجها من الكاميرا الخلفية وتقاس بالدرجة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل المرفق للذراع الساندة لحظة الضرب :**

هي الزاوية المحصورة بين مفصل المرفق الى مفصل الكتف من جهة ومفصل المرفق مع خط الساعد الى مفصل الرسغ من جهة اخرى، وتؤدي الذراع الساندة دوراً مهماً في تنظيم حركة الجذع والكتفين حيث يسهم ثني المرفق أو امتداده في تحديد موضع الذراع بالنسبة للجسم وبالتالي التأثير في توزيع الكتلة حول محور الدوران الجذعي، فعندما تكون زاوية المرفق الساند ملائمة فانها تساعد على تثبيت مستوى الكتفين وتوجيه محور الدوران بصورة متوازنة مما يتيح للذراع الضاربة العمل ضمن مسار مرجحي فعال، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل الورك اليمين لحظة الضرب:**

وهي الزاوية المحصورة بين المحور المار من مفصل الورك الى مفصل الكتف من جهة ومن مفصل الورك الى مفصل الركبة من جهة اخرى، ويعد هذا المتغير من المتغيرات الكينماتيكية المحورية في تحليل الضربة الساحقة اذ يعكس الوضع الميكانيكي للطرف السفلي والجذع عند نقطة انتقال الطاقة من القاعدة الارضية الى الجزء العلوي من الجسم، حيث انه يؤدي دوراً اساسياً في نقل الزخم الناتج عن الدفع الارضي الى الجذع حيث يسمح الثني المناسب للورك خلال مرحلة التحضير بتخزين طاقة مرنة في العضلات المحيطة بالمفصل بينما يسهم المد او الدوران المتزامن قبل لحظة الضرب في توجيه هذه الطاقة نحو الجزء العلوي وعليه فان هذه الزاوية تعكس كفاءة التفاعل بين مرحلتي الامتصاص والدفع وتمثل نقطة تحول حركي يتم من خلالها تحويل الطاقة الارضية الى عزم جذعي يدعم حركة الذراع الضاربة، كما في شكل (١).

**- زاوية مفصل الورك اليمين لحظة الضرب:**

وهي الزاوية المحصورة بين المحور المار من مفصل الورك الى مفصل الكتف من جهة ومن مفصل الورك الى مفصل الركبة من جهة اخرى، يعد متغير زاوية مفصل الورك الايسر لحظة الضرب من المتغيرات الكينماتيكية التنظيمية المهمة في تحليل الضربة الساحقة بالريشة الطائرة، إذ يعكس الدور الوظيفي للطرف السفلي الساند في تثبيت الجذع وتنظيم محور الدوران الجسمي أثناء لحظة التماس مع الريشة، كما في شكل (١).



**شكل رقم (١)**

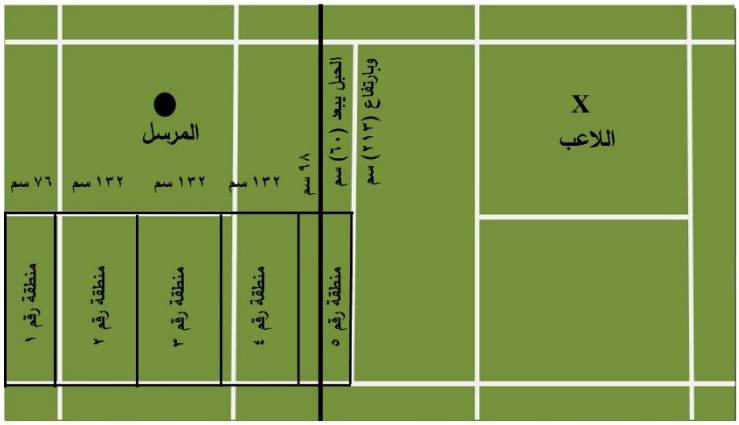
**يوضح استخراج المتغيرات بتقنية Computer Vision**

**٣-٤ الاختبارات المستخدمة في البحث :-**

**- اختبار مهارة الضرب الساحق الأمامي في الريشة الطائرة (١٠: ٦١-٦٢) :-**

**- الغرض من الاختبار :-** قياس دقة مهارة الضرب الساحق الأمامي

**- الأدوات المطلوبة :-** مضارب ريشة - ريش طبيعي او صناعي - قوائم إضافية بارتفاع (٢١٣سم) - حبل مطاطي - استمارة تسجيل البيانات - ملعب ريشة مخطط بتصميم الاختبار .




**شكل رقم (٢)**

**طريقة اداء اختبار الدقة لمهارة الضرب الساحق الامامي**

**- وصف الاداء :-**

يقف اللاعب في المكان المخصص له (X) ويمسك مضربه بقبضة امامية ويقوم برد الريشة المرسلة اليه من قبل المدرب على جهة يمين اللاعب الأيمن وبالعكس في حالة كون اللاعب ايسر من المنطقة المقابلة بضربة ساحقة قوية محاولا اسقاطها في المنطقة ذات الدرجة الاعلى بشرط ان تمر الريشة من فوق الشبكة ومن تحت الحبل المثبت خلف الشبكة على بعد (٦٠) سم وبارتفاع (٢١٣سم) ويقوم اللاعب بأداء (٧٠) محاولة مع ملاحظة قوة الضربة الساحقة .

**- طريقة احتساب الدرجات :-**

- الريشة التي تلمس الشبكة وتسقط امامها او لم تمر من تحت الحبل لا تحتسب محاولة وتعاد مرة اخرى .
- الريشة التي تتجاوز مناطق الدقة المحددة لا تحتسب محاولة وتعاد مرة اخرى .

- كل محاولة صحيحة تحتسب لها قيمة الدرجة لتلك المنطقة التي تسقط فيها الريشة والمبينة في الشكل (٦) .
- تحسب القيمة الكلية للإداء من خلال حاصل جمع تقييم الاداء لكل محاولة مع دقتها مع معدل سرعة الريشة مع وقت التأثير بعد توحيد وحدات القياس ، اي المتغير التابع = تقييم الاداء + دقة الأداء + معدل سرعة الريشة + وقت التأثير ، بحيث ان درجة اللاعب هي مجموع نتيجة التقييم للإداء المهاري من (٥) مع نتيجة دقة الاداء من (٥) مع معدل سرعة الريشة مع وقت التأثير فتظهر النتيجة النهائية من (١٠٠) لكل محاولة ، ويتم بعد ذلك استخراج المعاملات العلمية لهذا الاختبار المركب.

**- الاداء المهاري للضربة المسقطة :-**

تم اعتماد مؤشرين للتعرف على طريقة استخراج مستوى الإنجاز الاداء المهاري (المتغير التابع) وهما: (دقة اداء اللاعب) تقييم داخلي و(تقييم الاداء من قبل الخبراء) تقييم خارجي، اذ لا يمكن الاعتماد على مؤشر واحد فقط، ويمكن عدهما اهم مؤشرين فحاصل جمع نتيجتهما يظهر لنا المتغير التابع مستوى الانجاز (الأداء المهاري) كاملاً ، وفيما يلي تفاصيل كلا منهما :-

**- تقييم الاداء :-**

من خلال التصوير الفيديوي تم حصر البيانات حول مستوى الأداء للاعب، ومن ثم تقطيع الفيديو الى محاولات عن طريق برنامج (Microsoft Clipchamp) وعرضها على اثنين من الخبراء المختصين في مجال لعبة الريشة الطائرة لتحليل الأداء وتقييمه من خلال ملاحظة ومراقبة ما يقوم به اللاعب ومن ثم إعطاء درجة من (٥) لكل محاولة، حيث ان القيمة الأعلى والأفضل للاداء هي (٥) والقيمة الأدنى والأقل للاداء هي (١)، وبما ان الحركات في لعبة الريشة الطائرة تتميز بالاداء السريع تم استخدام التحليل غير المباشر بطريقة الملاحظة المكررة التسجيل كونه ادق من التحليل المباشر اذ يعتمد على اعادة عرض المهارة بطرق مختلفة ولأكثر من مرة الامر الذي يتيح للخبراء التمعن في تفاصيل الاداء بشكل ادق، وهذا ما اكده ياسر نجاح في كتابه (٢٠١٥) "لا يمكن للشخص المحلل من خلال التحليل النوعي المباشر من معرفة تفاصيل الاداء مع زيادة سرعة اداء الحركات الرياضية والتي تعتمد على نوع او متطلبات الاداء المهاري، فكلما زادة سرعة اداء الحركات او المهارات الرياضية قلت امكانية رؤية تفاصيل الاداء وبالتالي ستقل دقة معرفة تفاصيل الحركة او المهارة" (٣٨:١١)، وبعد استحصال النتائج من الخبيرين تم اجراء المعامل الاحصائي (kappa) لغرض التأكد من اتفاق الخبراء (١٧٦:٧) ، اذ ظهرت القيمة المحسوبة لاختبار (kappa) (٠,٨٤) وهي معنوية عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠) وهذا ما يدل على اتفاق الخبراء وامكانية اعتماد نتائجهم.

**٣-٥ التجربة الرئيسة :-**

قام الباحث مع فريق العمل المساعد بإجراء التجربة الرئيسة يوم الاثنين الموافق ٢٠٢٥/٦/٢ في تمام الساعة الرابعة مساءاً على القاعة الرياضية المغلقة في المحاويل، حيث تم اخذ القياسات الجسمية للاعب المصنف الأول عراقياً، وبعد ذلك قام اللاعب باجراء الاحماء والشروع بإداء الاختبار بعدما تم نصب وتثبيت كاميرات عدد (٤) في المواقع التي تم تحديدها مسبقاً في التجربة الاستطلاعية، وبعد ذلك تم وضع النتائج المستخلصة على شكل جداول لما تمثله من سهولة في استخلاص الدلائل العلمية .

**٤- عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها**

يتناول هذا الفصل عرض نتائج البحث وتحليلها ومناقشتها استنادًا إلى البيانات المستحصلة من عينة الدراسة، وقد جرى تنظيم هذه النتائج في جداول إحصائية لما توفره من وضوح ودقة في عرض البيانات، فضلاً عن دورها في تسهيل استخلاص الدلالات العلمية بوصفها أداة منهجية ملائمة لطبيعة البحث ومعطياته، "وانها تقلل من احتمال الخطأ في المراحل التالية من البحث وتعزز الأدلة العلمية وتمنحها قوة"(٣٥:٢) ، ومن الجدير بالذكر "ان تحليل المعلومات يعني استخراج اول المؤشرات العلمية الكمية والكيفية التي تبرهن على إجابة أسئلة وتؤكد قبول الفرضية أو العدم"(١١:٣) لغرض الوصول الى اهداف البحث والتحقق من فروضه.

**٤-١ عرض نتائج القيم الوصفية للمتغيرات البايوكينماتيكية ودقة الارسال عالي الدوران بالتنس وتحليلها ومناقشتها**

تسفر نتائج عملية تحليل المتغيرات البايوكينماتيكية عن تقديرات كمية دقيقة للمتغيرات قيد الدراسة، اذ يستند هذا التوجه الى اساس علمي مفاده ان توظيف المعاملات الاحصائية الاستدلالية لا يكون ذا معنى ما لم يسبقه وصف احصائي شامل للبيانات، اذ يتيح هذا الوصف فهماً أكثر دقة لقيم المتغيرات البايوكينماتيكية فضلاً عن التحقق من اعتدالية توزيعها وتقدير مدى صدقها في تمثيل خصائص عينة البحث، كما يسهم في تفسير المدلولات الكامنة وراء هذه التقديرات الكمية، وعليه اعتمد الباحث

الأسلوب الوصفي الإحصائي لتحليل قيم المتغيرات البايوكينماتيكية التي حققها لاعب المنتخب عبر جميع محاولاتها والبالغة (٥٠) محاولة وذلك من خلال توظيف مقاييس النزعة المركزية، ومقاييس التشتت، فضلاً عن مقاييس اختبار التوزيع الطبيعي.

**جدول (١)**

**وصف المتغيرات البايوكينماتيكية ونتيجة الاختبار المهاري**

| المتغيرات | اقل قيمة | اعلى قيمة | المتوسط الحسابي | الخطأ المعياري | الانحراف المعياري | المدى | التباين | قيمة الالتواء | قيمة التفلطح |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زاويةالمرفق اليسار | 6 | 138 | 53.67 | 3.87 | 27.33 | 132 | 747.05 | 1.03 | 1.13 |
| زاوية المرفق اليمين | 144 | 166 | 156.49 | 0.74 | 5.20 | 22 | 27.06 | -0.21 | -0.43 |
| زاوية الكتف اليسار | 1 | 72 | 16.96 | 1.83 | 12.90 | 71 | 166.50 | 3.12 | 12.03 |
| زاوية الكتف اليمين | 115 | 139 | 127.21 | 0.81 | 5.73 | 24 | 32.84 | -0.12 | -0.62 |
| زاوية الورك اليسار | 112 | 163 | 132.60 | 1.08 | 7.61 | 51 | 57.95 | 0.56 | 5.59 |
| زاوية الورك اليمين | 156 | 180 | 173.17 | 0.55 | 3.91 | 24 | 15.31 | -1.97 | 7.14 |
| زاوية الركبة اليمين | 156 | 180 | 172.47 | 0.88 | 6.21 | 24 | 38.55 | -1.34 | 1.16 |
| زاوية الركبة اليسار | 161 | 180 | 174.18 | 0.56 | 3.96 | 19 | 15.66 | -1.66 | 3.65 |
| زاوية ميل الجذع | 4 | 29 | 22.19 | 0.72 | 5.10 | 25 | 26.04 | -1.80 | 4.86 |
| زاوية الرسغ اليسار | 6 | 179 | 157.77 | 3.61 | 25.52 | 174 | 651.00 | -4.50 | 26.24 |
| زاوية الرسغ اليمين | 147 | 180 | 170.83 | 1.17 | 8.30 | 33 | 68.90 | -1.00 | 0.48 |
| زاوية القدم اليسار | 115 | 179 | 143.52 | 2.07 | 14.66 | 64 | 214.99 | 0.82 | 0.85 |
| زاوية القدم اليمين | 93 | 180 | 162.23 | 3.02 | 21.37 | 87 | 456.61 | -1.91 | 3.23 |
| المسافة بين القدمين | 41 | 80 | 60.63 | 1.04 | 7.38 | 38 | 54.44 | 0.00 | 0.13 |
| نتيجة الاختبار المهاري | 6 | 9 | 7.58 | 0.15 | 1.03 | 3 | 1.07 | -0.11 | -1.10 |

يبين الجدول (٢) قيم الاوساط الحسابية لكل متغير والتي تعني نقطة تمركز البيانات التي توحي للقارئ مستوى الاداء بشكل اولي حيث ان الوسط الحسابي من اصدق مقاييس النزعة المركزية إظهارا لتوجه البيانات نحو مركزها ، حيث ان هذا المقياس (الوسط الحسابي) معبر جزئي عن شكل البيانات كونه يفتقر الى ابتعاد القيم عن هذا التمركز لذا احتاج الوصف الى مقياس تشتت ملائم والذي بوجوده يعطي صورة اوضح للقارئ عن طبيعة نتائج العينة (المحاولات) بحيث كلما قل الانحراف المعياري (كمقياس للتشتت نسبة الى الوسط الحسابي) كلما دل ذلك على تقارب القيم من وسطها بحيث ان زيادة الانحراف المعياري عن ربع قيمة الوسط الحسابي تعطي مؤشراً على تشتت عال للبيانات (٥ :١٦-١٧) ، وهذا ما نجده واضحاً في المتغيرات (زاوية المرفق اليسار – زاوية الكتف اليسار) وعلى التوالي من حيث ارتفاع قيمة التشتت ، فيما كان اقل قيمة تشتت هي للمتغيرات (نتيجة الاختبار المهاري - زاوية الورك اليمين - زاوية الركبة اليسار - زاوية ميل الجذع - زاوية المرفق اليمين - زاوية الكتف اليمين - زاوية الركبة اليمين - المسافة بين القدمين - زاوية الورك اليسار - زاوية الرسغ اليمين - زاوية القدم اليسار – زاوية القدم اليمين - زاوية الرسغ اليسار) على التوالي من حيث الاقل قيمة ، فيما تباينت بقيمة المتغيرات في مدى بينها .

يعد الخطاء المعياري من مقاييس التشتت كما في الانحراف المعياري الا انه يتميز بأخذ حجم العينة بنظر الاعتبار إذ انه كلما قل الخطأ المعياري دل ذلك على صلاحية التعامل مع البيانات بشكل معلمي زيادة العينة لها أثر واضح في تقليل الخطاء المعياري وحيث ان حجم العينة متساوي لجميع المتغيرات فيعتبر الانحراف المعياري هو الدالة الأهم في تحديده.

لجأ الباحث إلى مقاييس التوزيع الطبيعي (الالتواء) و (التفرطح) لوصف خصائص التوزيع الطبيعي للمتغيرات المدروسة بشكل أكثر شمولية حيث أن استخدامها لا يتعدى حد الوصف، لذا فان الالتواء من المعاملات التي تعطي استدلالا للتوزيع الطبيعي اذا يعتبر التوزيع طبيعيا اذ كانت قيمته اقل من قيمه (z) للعينات الكبيرة والبالغ (±١,٩٦) عند مستوى دلاله (٠,٠٥) ، اما في حالة زياده عن هذه القيمة فيكون التوزيع ملتوياً اما الى اليمين الوسط فيكون موجباً او الى يساره فيكون سالباً (12:544).

يتبين من الجدول ان المتغيرات جميعها كان لها توزيعا طبيعيا متمثلاً على جانبي الوسط اذ كانت القيم متفاوتة فيما بينها بين الموجبة والسالبة الا فيما يخص متغير (زاوية الورك اليمين) إذ توزع توزيعاً ملتوياً سالباً وتراوحت بقية المتغيرات فيما بينها.

اما بالنسبة للتفرطح فيعبر عن درجة تراكم البيانات لوسطها أو بمعنى أدق تكرارها في نطاق التوزيع فكلما كان تكرار القيم القريبة من قيمة الوسط أكثر أصبحت قيمة التفرطح موجبة والعكس عندما تتكرر القيم البعيدة عن قيمة الوسط فيصبح التفرطح سالباً (13:391) ، ويتضح من الجدول ان جميع قيم التفرطح مقبولة الا فيما يخص متغير (زاوية المرفق اليسار - زاوية المرفق اليمين - المسافة بين القدمين - زاوية الركبة اليسار - زاوية الورك اليسار - زاوية الرسغ اليمين - زاوية الكتف اليمين) إذ تجاوزت قيمها قيم التفرطح المقبولة.

تنطلق فلسفة معامل الاختلاف من فهمنا لمقاييس التشتت وبالأخص الانحراف المعياري اذ هو المعبر الاهم لتشتت البيانات عن وسطها الحسابي فما هو الا قيم نسبية متخلصة من وحدات القياس الغاية من استخدامها المقارنة في التوزيعات (١٩٧:٦) ، الا انه احيانا –اي الانحراف المعياري – يكون ليس ذا جدوى وذلك عند مقارنة تشتت مجموعتين ليس لهما نفس الوسط (الاوساط مختلفة) نتيجة لاختلاف قيم البيانات بين المجموعتين او لاختلاف وحدات القياس بين المجموعتين والحال هذا ينطبق تماماً على الجدول اعلاه ، لذا تظهر الحاجة الى معامل تشتت نسبي يصلح لمقارنة التشتتات بين المتغيرات المختلفة في وحدة القياس من خلال قسمة الانحراف المعياري على وسطه ، كما يعد معامل الاختلاف بديل جيد للانحراف المعياري لأنه ليس لديه وحدات قياس فيجري الحكم من خلاله على اي من المجموعات اكثر او اقل تشتتاً ، فضلاً عن انه مقياس لتجانس العينة في اي متغير اذ يجري الحكم من خلال القيمة (٣٠٪) فتجاوز هذه القيمة يعني عدم تجانس البيانات (٨٢:٩) ، اذ يتبين من خلال الجدول (٢) ان المتغيرات (زاوية الكتف اليسار – زاوية المرفق اليسار) قد حققت اعلى تشتت نسبي بين المتغيرات جميعها .

## ٤-٢ عرض نتائج العلاقات الارتباطية للمصفوفة وتحليل ومناقشتها :-

**جدول (٢)**

**يبين مصفوفة الارتباط البسيط**

| المتغيرات | نتيجة الاختبار المهاري | زاوية المرفق اليسار | زاوية المرفق اليمين | زاوية الكتف اليسار | زاوية الكتف اليمين | زاوية الورك اليسار | زاوية الورك اليمين | زاوية الركبة اليمين | زاوية الركبة اليسار | زاوية ميل الجذع | زاوية الرسغ اليسار | زاوية الرسغ اليمين | زاوية القدم اليسار | زاوية القدم اليمين | المسافة بين القدمين |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نتيجة الاختبار المهاري | | -0.015 | -0.151 | -0.042 | -0.056 | -0.116 | -0.09 | 0.247 | 0.149 | 0.33 | -0.091 | 0.098 | -0.172 | 0.075 | 0.232 |
| زاوية المرفق اليسار | | | 0.001 | 0.145 | -0.035 | 0.003 | -0.055 | 0.093 | 0.187 | 0.149 | -0.041 | 0.067 | 0.002 | -0.058 | -0.062 |
| زاوية المرفق اليمين | | | | 0.062 | 0.307 | -0.041 | 0.04 | 0.225 | -0.147 | 0.163 | 0.103 | -0.083 | -0.27 | 0.251 | -0.178 |
| زاوية الكتف اليسار | | | | | 0.415 | 0.365 | -0.405 | -0.193 | 0.046 | -0.38 | 0.064 | 0.039 | 0.052 | -0.26 | -0.333 |
| زاوية الكتف اليمين | | | | | | 0.096 | -0.354 | 0.059 | -0.22 | -0.229 | -0.019 | 0.027 | -0.216 | -0.103 | -0.303 |
| زاوية الورك اليسار | | | | | | | -0.34 | -0.163 | 0.481 | -0.466 | -0.091 | -0.085 | 0.506 | -0.238 | -0.312 |
| زاوية الورك اليمين | | | | | | | | -0.111 | -0.079 | 0.1 | -0.054 | -0.036 | 0.122 | 0.37 | 0.368 |
| زاوية الركبة اليمين | | | | | | | | | 0.291 | 0.374 | 0.097 | 0.036 | -0.384 | 0.172 | 0.169 |
| زاوية الركبة اليسار | | | | | | | | | | 0.002 | -0.026 | -0.071 | 0.324 | -0.179 | 0.155 |
| زاوية ميل الجذع | | | | | | | | | | | -0.005 | 0.045 | -0.442 | 0.205 | 0.254 |
| زاوية الرسغ اليسار | | | | | | | | | | | | 0.138 | -0.1 | -0.09 | 0.111 |
| زاوية الرسغ اليمين | | | | | | | | | | | | | -0.025 | -0.132 | -0.052 |
| زاوية القدم اليسار | | | | | | | | | | | | | | -0.333 | 0.196 |
| زاوية القدم اليمين | | | | | | | | | | | | | | | -0.044 |
| المسافة بين القدمين | | | | | | | | | | | | | | | |

يتبين من خلال الجدول (٢) ، قيم علاقات الارتباط المحسوبة ومستوى دلالة كل منها ، اذ توزعت القيم بين المعنوية وغير المعنوية ، اما القيم المعنوية والتي كان مستوى دلالتها (٠,٠٥) فما دون والتي اما ان تكون علاقات طردية او عكسية ، ففي الجانب الاول (علاقات طردية) تعد العلاقات (زاوية القدم اليسار × زاوية الورك اليسار) ، ثم (زاوية الركبة اليسار × زاوية الورك اليسار) ، ثم (زاوية الكتف اليمين × زاوية الكتف اليسار) وبقيم محسوبة (٠,٥١) ، (٠,٤٨) ، (٠,٤٢) ، على التوالي ويمكن تفسير ذلك من خلال الاتي :

فبالنسبة لمتغير (زاوية القدم اليسار) نلاحظ بانه حقق اعلى قيمة الارتباط بسيط محسوبة من بين المتغيرات مع متغير (زاوية الورك اليسار)، وهذا يعني ان الزيادة الحاصلة فيها ترافق زيادة في زاوية الورك اليسار وهو منطقي ميكانيكياً لان القدم اليسرى والورك اليسار يقعان على السلسلة نفسها في جهة الارتكاز او الدفع، فالقدم ليست مجرد نهاية طرفية بل هي نقطة استقبال ورد لقوة رد الفعل الارضية ومن خلالها يضبط اتجاه الساق والحوض لذلك فان اي تغير في تموضع الورك اليسار ينعكس عادة على متطلبات الكاحل القدم اليسار لضبط الاتزان والعكس صحيح، وعندما تزداد زاوية الورك اليسار ضمن نمط الحركة غالباً ما تحتاج القدم اليسرى الى تعديل زاويتها بالمقدار والاتجاه الملائمين للمحافظة على خط القوة واستقرار مركز الكتلة واستمرار انتقال القوة عبر الطرف السفلي، الدراسات الخاصة باقتران مفاصل الطرف السفلي تشير الى ان الحركات بين القدم الخلفية والركبة والورك تظهر ترابطاً يزداد في المهام الحركية الاكثر شدة وان حركة كل مفصل بالنسبة للمفاصل القريبة والبعيدة تعد سبباً اساسياً في هذا الرابط البيوميكانيكي، كما ان الدراسات الخاصة بالضربات فوق الرأس تؤكد أن القدمين تمثلان نقاط التماس مع الارض وتتيحان قوة رد الفعل الأرضية اللازمة للثبات القريب وتوليد القوة، لذلك يمكن تفسير علاقة الارتباط الطردية هذه على انها اقتران وظيفي جيد بين قاعدة الارتكاز (القدم) والمنظم القريب لوضع الحوض والفخذ (الورك)، وان هذا الارتباط لا يعني فقط "تزامن" زاويتين بل يعني ان اللاعب يعتمد استراتيجية حركية يكون فيها ضبط القدم اليسار جزءاً من ضبط الحوض والفخذ اليسار، فاذا اتجه الورك الى وضع يزيد من متطلبات الخفض او التثبيت او التوجيه فان القدم اليسار تتجاوب بتعديل وضعها لتأمين قاعدة دعم مناسبة وتقليل فقدان الاتزان والمحافظة على كفاءة انتقال القوة من الأرض الى الأعلى، ولهذا السبب يظهر هذا الارتباط اعلى من غيره، لان العلاقة هنا تقع بين وصلتين في الطرف نفسه وعلى خط التحميل نفسه تقريباً (14:82-83).

كما يتبين من المتغير الاخر (زاوية الركبة اليسار) ، بانه حقق ثاني اعلى معدل من بين المتغيرات مع متغير (زاوية الورك اليسار) ، ويعني هذا ايضاً ان الزيادة الحاصلة فيها ترافقها زيادة في زاوية الورك اليسار،

ويمكن تفسير ذلك بان الركبة والورك يمثلان قلب السلسلة الحركية للطرف السفلي، فعند أداء المهارات الانفجارية او الضربات فوق الرأس يتطلب التحكم في مركز الكتلة وامتصاص القوة واعادة توجيهها تنسيقاً بين مفصلي الورك والركبة بحيث يعملان معاً لتوفير الثبات او الخفض او الدفع بحسب لحظة الأداء، لذلك فإن زيادة زاوية الورك غالباً ما تترافق مع زيادة مقابلة في زاوية الركبة ضمن النمط ذاته، لان المفصلين يشتركان في ادارة طول الطرف الوظيفي واتجاه الفخذ والساق وشكل قاعدة الارتكاز، وتوضح دراسات اقتران الطرف السفلي ان هناك حركات تعويضية وروابط واضحة بين حركتي الورك والركبة وان الاعتماد الاكبر على الورك والركبة يظهر خصوصاً عندما تتطلب المهمة الحركية ضبطاً اكبر للقوة او خفضاً افضل لمركز الكتلة او امتصاصاً لقوى الهبوط والارتكاز(15:124-125).

اما ثالث اكبر قيمة ارتباط معنوية موجبة فقد كانت لمتغيري (زاوية الكتف اليمين) ، ومتغير(زاوية الكتف اليسار)، وقد يبدو هذا الامر غريباً الا ان يفسر بان الكتفان في مهارات الضرب او الرمي لا يعملان بوصفهما مفصلين منفصلين بل ضمن حزام كتفي واحد مرتبط بالجذع فالذراع الضاربة تحتاج الى قاعدة قريبة مستقرة كي تتسارع بكفاءة بينما تؤدي الذراع غير الضاربة دوراً مهماً في موازنة الجذع وضبط نصف قطر الدوران وتنظيم عزم القصور الذاتي للجذع والطرفين العلويين بل تساهم في توقيت نقل الطاقة، الدراسات الخاصة بالحركات فوق الرأس تؤكد ان الكتف يعمل بوصفه "ممر تنظيم ونقل للقوة" وان القاعدة القريبة المستقرة ضرورية لحركة الطرف البعيد، كما اظهرت دراسة (Ishida and Hirano) ان تقييد الذراع غير الضاربة قلل لف الجذع وخفض السرعة الزاوية القصوى للدوران الداخلي للكتف في الذراع الرامية وسرعة الكرة، وهذا دليل مباشر على أن حركة الطرف غير الضارب تؤثر فعلاً في ميكانيكية الطرف الضارب (16:79-80).

اما الجانب الثاني (علاقات عكسية) تعد العلاقات (زاوية ميل الجذع × زاوية الورك اليسار) ، ثم (زاوية القدم اليسار × زاوية ميل الجذع) ، ثم (زاوية الورك اليمين × زاوية الكتف اليسار) ، وبقيم محسوبة (-٠,٤٧) ، (-٠,٤٤) ، (-٠,٤١) ، على التوالي ويمكن تفسير ذلك من خلال الاتي :

فبالنسبة لمتغير (زاوية ميل الجذع) ، نلاحظ بانه حقق اعلى معدل من بين المتغيرات مع متغير (زاوية الورك اليسار)، وهذا يعني ان الزيادة الحاصلة فيها ترافقها نقصان في زاوية الورك اليسار وهذا الامر ينسجم مع المنطق التشريحي والاداء الفني للمهارة، فان الجذع والحوض يعملان كوحدة مترابطة فعندما يزداد ميل الجذع جانبياً او امامياً في لحظة الاداء قد يحدث في الطرف المقابل اي عند الورك اليسار تعديل زاوي معاكس للمحافظة على موضع مركز الكتلة فوق قاعدة الارتكاز وللسماح باستمرار انتقال القوة عبر الحوض نحو الجذع فالطرف العلوي، أي ان اللاعب قد يستعير مدى حركياً من الجذع عندما تقل مساهمة الورك الأيسر او بالعكس فتظهر العلاقة العكسية بينهما، وهذا ينسجم مع مبدأ أن الجذع والحوض والأطراف السفلية يشكلون القاعدة الرئيسة لتوليد القوة وأن أي نقص أو زيادة في أحد هذه المكونات يقابل غالباً بتكيف في المكون المجاور داخل السلسلة الحركية، كما يشير هذا الارتباط العكسي ايضاً الى ان اللاعب كلما زاد اعتماده على ميل الجذع لتوجيه الضربة او للاقتراب من وضع الضرب قلت حاجته الى إظهار زاوية كبيرة عند الورك اليسار، لان الجذع هنا يتولى جزءاً من وظيفة التهيئة الميكانيكية التي يمكن ان يؤديها الورك لذلك فهذه العلاقة لا تفسر كخلل بالضرورة بل قد تعكس استراتيجية حركية فردية لكنها تصبح غير اقتصادية إذا كان الاعتماد على الجذع مفرطاً على حساب تنظيم الورك لأن ذلك قد يقلل كفاءة انتقال القوة ويزيد الحمل الموضعي على العمود الفقري او الكتف (17:638-639).

كما يتبين من المتغير الاخر (زاوية القدم اليسار) ، نلاحظ بانه حقق ثاني اعلى معدل من بين المتغيرات مع متغير (زاوية ميل الجذع)، وهذا يعني ان الزيادة الحاصلة فيها ترافقها نقصان في زاوية مفصل الركبة للرجل الساندة وهذا الامر ينسجم مع المنطق التشريحي والاداء الفني للمهارة، اذ تفهم هذه العلاقة على أساس ان القدم هي نقطة الاتصال الارضي التي تبدأ منها عملية توليد ورد الفعل الأرضي وأن وضعها الزاوي يؤثر في تنظيم الحوض والجذع، فاذا ازداد ميل الجذع فان الطرف السفلي المقابل ومن ضمنه مفصل القدم اليسارقد يغير زاويته في الاتجاه المعاكس للمحافظة على التوازن وضبط خط عمل القوة الأرضية، لذلك فإن انخفاض زاوية القدم اليسار مع زيادة ميل الجذع قد يعني وجود تعويض سفلي علوي، أي أن الجذع مال اكثر فاضطرت القدم اليسار الى اعادة التموضع لتثبيت القاعدة ومنع فقدان الاتزان، وقد بينت الدراسات أن تغير وضع القدم وعرض الارتكاز يؤثر في الإيقاع القطني الحوضي وفي أنماط حركة الجذع ما يؤكد أن التفاعل بين القدم والجذع ليس عرضياً بل تنظيمياً.

اما فيما يخص المتغير (زاوية الورك اليمين) ، نلاحظ بانه حقق اقل معدل من بين المتغيرات الاثنين سابقات الذكر مع متغير (زاوية الكتف اليسار)، وهذا يعني ان الزيادة الحاصلة فيها ترافقها نقصان في زاوية الكتف اليسار وهذا الامر ينسجم مع المنطق التشريحي والاداء الفني للمهارة، ففي المهارات الضربية والدورانية كثيراً ما ينتج الأداء الفعال عبر فصل حركي بين الحوض والحزام الكتفي اي دوران أكبر في أحدهما يقابله وضع معاكس او أقل في الاخر لتخزين الطاقة المرنة في الجذع ثم تحريرها لاحقاً، لذلك فان ازدياد زاوية الورك اليمين مع انخفاض زاوية الكتف اليسار قد يعكس وجود الدوران المعاكس أو ما يشبه الفصل بين القطعتين القريبتين والبعيدتين وهو أسلوب معروف لزيادة الشد العضلي اللفافي عبر الجذع وتحسين نقل الزخم نحو الذراع الضاربة، وهذا يعني أن المتغيرين لا يتحركان بالضرورة في الاتجاه نفسه بل قد يتعاكسان عمداً لإنتاج وضع ميكانيكي أكثر كفاءة قبل التسارع النهائي (18:136-137).

ومن الجدير بالذكر هناك العديد من علاقات الارتباط المحسوبة غير المعنوية ، اذا تعد العلاقات (زاوية الورك اليسار × زاوية المرفق اليسار) ، ثم (زاوية القدم اليسار × زاوية المرفق اليسار) ، ثم (زاوية المرفق اليمين× زاوية المرفق اليسار) وبقيم محسوبة (٠,٠٠٣) ، (٠,٠٠٢) ، (٠,٠٠١) على التوالي .

**جدول (٣)**

**قيم الارتباط المتعدد**

| Model | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate | Change Statistics | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | R Square Change | F Change | df1 | df2 | Sig. F Change |
| زاوية ميل الجذع | 0.109 | 0.090 | 0.984 | 0.109 | 5.863 | 1 | 48 | 0.019 |
| زاوية ميل الجذع + زاوية المرفق اليمين | 0.152 | 0.116 | 0.970 | 0.043 | 2.396 | 1 | 47 | 0.028 |
| زاوية ميل الجذع + زاوية + المرفق اليمين + زاوية الركبة اليمين | 0.182 | 0.129 | 0.963 | 0.030 | 1.702 | 1 | 46 | 0.029 |

يبين الجدول رقم (٣) قيم الارتباط المتعدد للمتغيرات المستقلة في المتغير التابع اذ اظهرت النتائج ثلاث نماذج بقيم تصاعدية كان النموذج الامر والذي يشمل على متغير مستقل وحيد مع المتغير التابع هو (زاوية ميل الجذع) والذي يظهر قيمة ارتباط بلغت (0.090) ، اما النموذج الثاني فقد دخل متغير زاوية ميل الجذع مع زاوية المرفق اليمين ليشكلا ارتباطاً متعدد من الدقة بلغ (0.116) وهي قيمة معنوية ايضاً ، اما النموذج الثالث فقد شهد دخول متغير (زاوية الركبة اليمين) كمتغير ثالث ليشكل مع المتغيرين الاوليين ارتباطاً متعدد بلغت قيمته (0.129) .

**جدول (4) معنوية النماذج**

**ANOVA[a]**

| Model | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| زاوية ميل الجذع | 7.936 | 2 | 3.968 | 4.215 | <.025[d] |
| | 44.244 | 47 | 0.941 | | |
| | 52.180 | 49 | | | |
| زاوية ميل الجذع + زاوية المرفق اليمين | 9.514 | 3 | 3.171 | 3.419 | <.036[e] |
| | 42.666 | 46 | 0.928 | | |
| | 52.180 | 49 | | | |
| | 10.471 | 4 | 2.618 | 2.824 | <.040[f] |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0.927 | 45 | 41.709 | زاوية ميل الجذع + زاوية + المرفق اليمين + زاوية الركبة اليمين |
| | | | 49 | 52.180 | |

يختبر هذا الجدول معنوية النماذج باستخدام تحليل التباين والذي يعمل على قسمة مجموع المربعات على مربع الاوساط أي التباين بين المجموعات على التبيان داخل المجموعات ، يعد النموذج الاول والذي يشمل العلاقة بين زاوية ميل الجذع والاداء معنوياً وذلك من خلال تحقيق قيمة (F) محسوبة بمقدار (4.215) وهي قيمة معنوية عند مستوى دلالة اقل من (0.025) ، مما يعني قبول النموذج بحيث لو اراد أي احد استخدام نموذج ذو متغير واحد فيمكن الاستناد الى هذا المتغير .

اما الانموذج الثاني فقد كانت قيمة (F) المحسوبة هي (3.419) وهي معنوية ايضاً عند مستوى دلالة اقل من (0.036) مما يعني امكانية اعتماد الانموذج الثنائي والمتكون من (زاوية ميل الجذع + زاوية المرفق اليمين)× الاداء، ويبقى الانموذج الثالث محافظاً على المعنوية من خلال قيمة (F) المحسوبة والبالغة (2.824) ، والتي هي معنوية عند مستوى دلالة (0.040) ، مما يعني امكانية قبول النماذج الثلاث .

**٥- الاستنتاجات** :

١- حقق لاعب المنتخب الوطني العراقي اعلى مستوى في متغير زاوية ميل الجذع من بين المتغيرات البايوميكانيكية.

٢- حقق متغير زاوية القدم اليسار مع زاوية الورك اليسار اعلى قيمة ارتباط طردية، كما حقق متغير زاوية ميل الجذع مع زاوية الورك اليسار اعلى قيمة ارتباط عكسية.

٣- تباينت القيم المحسوبة للمتغيرات الميكانيكية بين المعنوية والغير معنوية في اثرها في المتغير التابع .

٤- تميز اختبار الضرب الساحق بالدقة من خلال النتائج المستخلصة وحصوله على معاملات علمية مقارنة بالاختبارات السابقة.

٥- يمكن عد تقنية (Computer Vision) هي الأفضل من الطرق التقليدية في استخراج البيانات الكينماتيكية لاداء مهارة الضرب الساحق الامامي للاعب المنتخب الوطني العراقي بالريشة الطائرة.

**٦- المصادر:**


١. احمد صبحي سالم ومحمود ابراهيم احمد مرعي : تأثير تطبيق التدريبات البليومترية المتداخلة مع تحركات القدمين علي تطوير الرشاقة الخاصة وفاعلية رد الضربات المسقطة لناشئ الريشة الطائرة ، المجلة الأوروبية لتكنولوجيا علوم الرياضة بالسويد ، ٢٠١٦ .

٢. رودي شتملر؛ (ترجمه) عبد علي نصيف ومحمود السامرائي: طرق احصاء في التربية الرياضية، مطبعه جامعه بغداد، بغداد، ١٩٧٣.

٣. صالح حمد العساف: المدخل الى البحث في العلوم السلوكية، مكتبه العكيان، الرياض، ١٩٩٥

٤. قاسم حسن المندلاوي وآخرون: الاختبارات والقياس والتقديم في التربية الرياضية ، الموصل، مطبعة التعليم العالي، ١٩٨٨ .

٥. لجنة التأليف والترجمة : الإحصاء باستخدام SPSS ، ط١ ، شعاع للنشر والعلوم ، حلب ، ٢٠٠٧ .

٦. محمد جاسم الياسري : مبادئ الاحصاء التربوي ، ط٢ ، دار الضياء للطباعة والتصميم ، النجف الاشرف ، ٢٠١١ .

٧. هشام هنداوي هويدي : احصاء المقاييس ـ فلسفة وتطبيق ، ط١ ، دار الضياء للطباعة ، العراق ، ٢٠٢١ .

٨. هشام هنداوي هويدي : التنبؤ بفاعلية الهجوم في ضوء أهم المتغيرات البايوميكانيكية لمهارتي الهجوم بالضربة الأمامية والخلفية بتنس الطاولة على وفق التصنيف الأنثربومتري ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، جامعة القادسية ، كلية التربية الرياضية ، ٢٠٠٩ .

٩. وديع ياسين التكريتي ، حسن محمد العبيدي : التطبيقيات الاحصائية واستخدامات الحاسوب في بحوث التربية الرياضية ، دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، ١٩٩٩ .

١٠. وسام صلاح عبدالحسين : الريشة الطائرة بين الممارسة والمنافسة : ط١ ، دار الرضوان للطباعة والنشر ، عمان ، ٢٠١٣ .

١١. ياسر نجاح حسين ، احمد ثامر محسن : التحليل الحركي الرياضي ، ط١ ، دار الضياء للطباعة ، النجف الاشرف ، ٢٠١٥ .

١١. Mendes-Neves, T., Meireles, L., & Mendes-Moreira, J. (2023). A survey of advanced computer vision techniques for sports. arXiv.

١٢. Mansfield. E., Statistics for Business and Economics. Methods and Applications. ed. W.W. Norton & Company, Inc, New York, 1987.

١٣. Groeneveld, R. A., & Meeden, G. (1984). Measuring Skewness and Kurtosis. The Statistician, Wiley.

١٤. Winter, D. A. (2009). Biomechanics and motor control of human movement (4th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

١٥. Zajac, F. E., Neptune, R. R., & Kautz, S. A. (2002). Biomechanics and muscle coordination of human walking. Exercise and Sport Sciences Reviews, 30(3).

١٦. Elliott, B., Fleisig, G., Nicholls, R., & Escamilla, R. (1998). Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. Journal of Science and Medicine in Sport, 1(2).

١٧. Kibler, W. B., Wilkes, T., & Sciascia, A. (2013). Mechanics and pathomechanics in the overhead athlete. Clinics in Sports Medicine, 32(4).

١٨. Seroyer, S. T., Nho, S. J., Bach, B. R., Bush-Joseph, C. A., Nicholson, G. P., & Romeo, A. A. (2010). The kinetic chain in overhand pitching: Its potential role for performance enhancement and injury prevention. Sports Health, 2(2).