نسب مساهمة المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال العالى بوجه المضرب الخلفى وعلاقتها بدقة سقوط الكرة للاعبى الاسكواش

م.د/ إيهاب صابر إسماعيل إسماعيل *

١/٠ المقدمة ومشكلة البحث

١/١ المقدمة

شهدت السنوات الأخيره طفرة كبيرة فى لعبة الاسكواش بجمهورية مصر العربية وذلك نتيجة التدريب المنظم والجاد، الامر الذى أدى إلى وصول عدد كبير من اللاعبين المصريين إلى التصنيفات الأولى علي مستوى العالم، وبالرغم من هذا التألق فى حصد البطولات إلا أن هناك بعض المهارات التى يصعب تعليمها وتدريبها بسبب عدم التحقق وتطبيق الدراسات البحثية التى إستخدمت علم الميكانيكا كأحد العلوم الهامة للتعمق فى دراستها، وتعتبر لعبة الإسكواش من الألعاب التى لم تحظى بإهتمام كبير من جانب البحث العلمى على الرغم من كثرة الإقبال الشديد عليها من البراعم وذلك بسبب ماتحظاه اللعبة من أنشطة حركية متنوعة ولما تتطلبه هذه الرياضة من خصائص بدنية هامة لممارستها مثل التوقع الحركي وتغيير الإتجاه بالجسم مرات عديدة أثناء الاداء، لذا سيساهم علم الميكانيكا الحيوية بإعتبارة أحد العلوم الهامة والمرتبطة بعلم التربية البدنية فى تقديم أنسب الحلول الحركية بإستخدام التحليل الحركي الذى يتحقق من الفروض ذات العلاقة بالأسس العلمية لتطوير التدريب الرياضى بصفة عامة ورياضة الاسكواش خاصة.

ويشير **محمد إبراهيم شحاته (٢٠٠٦م)** إلى أن التحليل البيوميكانيكى فى الرياضة يوضح أموراً علمية للمدرب واللاعب إذ أن مستوى الإنجاز يتوقف على مستوى المعرفة العلمية بأهداف التحليل الميكانيكي كعلم كاشف للمهارات الحركية ووضع الحلول المناسبة والدقيقة من قبل الباحثين لحل مشكلات الأداء الفنى للمهارات بإستخدام تقنيات عالية المستوى للتعرف علي أدق المواصفات والخصائص التى تتميز بها إعادة صياغة هذة المهارات وتوجية مساراتها فى نطاق التطبيقات الميدانية لمخرجات الأداء الفنى المثالى بهدف الوصول إلى المثالية فى الأداء. (٩ : ٣٤)

ويؤكد **طلحة حسام الدين وآخرون (٢٠١٤م)** أن من أهم دوافع دراسة الميكانيكا الحيوية هو تطوير وتحسين الأداء الرياضي خاصة إذا كان أسلوب الأداء هو العامل الرئيسي المراد تناوله بالتحسين والتطوير وذلك من خلال التحليل الوصفي للأداء. (٦ : ٢٨، ٢٩)

ويذكر **خالد نعيم على (٢٠٠٠م)** أن الإرسال هو أحد مهارات رياضة الاسكواش، حيث يستطيع اللاعب إستغلاله فى تحقيق بداية هجومية ناجحة للفوز بالنقاط، ويبدو الإرسال سهل الأداء ولكنه يحتاج إلى ساعات طويلة من التدريب حتى يصل إلى مستوى جيد من الإتقان والدقة، كما يحتاج إلى توافق

* مدرس بقسم نظريات وتطبيقات رياضات المضرب – كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة الزقازيق

عضلى عصبى حتى يكون ناجحاً، حيث أن درجة صعوبة الإرسال تمكن اللاعب من إتخاذ الوضع المناسب الذى يسمح له بضرب الكرة بعد ردها من المستقبل بأداء متقن، حيث يعتبر الضربة الوحيدة التى يستطيع اللاعب ضرب الكرة أثناء أدائه بإتقان تام، بالإضافة إلى أنها المهارة الوحيدة فى الاسكواش التى يؤديها اللاعب بدون ضغط من المنافس وذلك بسبب بعد اللاعب عن منطقة التمركز. (٥ : ٢١)

وفى هذا الصدد يؤكد **يونغ هوان وآخرون Yong-Hwan, et al.** (**٢٠٠٧م**) على أهمية حركة الجزء العلوى من الجسم وتأثيرها على سرعة الكرة فى الهواء أثناء أداء مهارات الاسكواش بوجه المضرب الخلفى مثل مهارة الإرسال العالى بوجه المضرب الخلفى، حيث يشير إلى أن الخصائص الكينماتيكية لمؤشرات سرعة الكرة القصوى ما بعد لحظة التصادم تعتمد على تكنيك الأداء لحركة الطرف العلوى والمضرب والكرة. (٢٠ : ١٥٥)

كما يشير كل من **جمال محمد علاء الدين وناهد أنور الصباغ** (**١٩٩٦م**) إلى أن عملية النقل الحركى قد تكون من الجذع إلى الأطراف، وقد تكون من الأطراف إلى الجذع، ويتحدد إتجاه عملية النقل الحركي تبعاً للواجب الحركى فإذا كان واجب الحركة منصب على حركة الجسم كله فعندئذٍ يحدث النقل من الأطراف إلى الجذع الذي يمثل (٥٠ ٪ من الوزن الكلي للجسم). (١ : ٨١)

ويشير **هيرزوج والتر Herzog Walter** (**٢٠٠٠م**) إلى أن من أحدث العلوم التى تختص بدراسة تفاصيل وصعوبات الأداءات الحركية وتطويرها وصولاً للأداء الأمثل علم الميكانيكا الحيوية الذى أهتمت أبحاثه بتقديم نماذج بيوميكانيكية تستهدف حلولاً مثلي لمشكلات الأداء الحركى داخل مهارات الأنشطة المختلفة من خلال فرض مجموعة من المعادلات الرياضية يمكن عن طريقها محاكاة أداء اللاعب والتنبؤ بأثر تعديل بعض أو كل متغيرات الأداءات البيوميكانيكية علي بعضها وعلي ناتج الأداء ككل والتى تعتبر من الأساليب المستحدثة ذات التأثير فى تطوير تكنيكات الأداء تحت إشتراطات قوانين الحركة ومعادلات الميكانيكا. (١٥ : ١٦)

لذا يؤكد **إليوت بروش Elliott Bruce** (**٢٠٠٦م**) على أهمية دراسة الخصائص الكينماتيكية لدوران الذراع والكتف أثناء أداء الإرسال، حيث أن التعرف على طبيعة دوران الذراع والكتف يلعب دوراً هاماً فى تطور أداء الإرسال سوائاً للاعبين المحترفين أو من الناحية التعليمية للمبتدئين. (١٣ : ٣٩٣)

٢/١ مشكلة البحث وأهميته

تحتوى رياضة الاسكواش على مجموعة من المهارات الأساسية والمتقدمة، وتعتبر مهارة الإرسال العالى بوجه المضرب الخلفى أحد المهارات الهجومية المتقدمة، والتى تتطلب من اللاعب أداء حركى لأكثر من جزء من أجزاء الجسم وبشكل سريع وفجائى قبل ضرب الكرة وخروجها بإتجاه الحائط الامامى،

حيث يشترك فى هذا المسار الحركى عدة أجزاء من الجسم تساهم بشكل كبير فى إخراج الأداء المهارى للإرسال بصورة ناجحة.

ويذكر **ليس أدريان Lee Adrian (٢٠٠٣م)** أنه بالرغم من تعدد وتتطور الأجهزة المستخدمة فى التصوير والتحليل الحركى ثلاثى وثنائى الأبعاد، إلا أن رياضات المضرب بوجه عام لم تحظى بإهتمام كبير من حيث التعرف على الخصائص الكينماتيكية المسببة لأداء المهارات حتى يمكن إستخدامها فى تطوير أداء اللاعبين، حيث أنه لابد من التعرف على الخصائص الحركية لمهارات رياضات المضرب للوصول إلى الآليات الأساسية المستخدمة في أداء هذه المهارات فى رياضات مثل التنس والإسكواش والتى تتميز بسرعة الكرة فى العديد من الضربات. (١٧ : ٧١٧)

ويعتبر الإرسال من المهارات الهجومية الهامة والتى تمكن اللاعب فى رياضة الاسكواش من الحصول على نقطة مباشرة الأمر الذى يشكل صعوبة على المنافس أثناء رد الإرسال، كما ان أداء الإرسال المثالي بوجه المضرب الخلفي يتيح للاعب فرصة السيطرة علي منطقة التمركز (T)، حيث أن السيطرة على هذه المنطقة تمكن اللاعب من التحكم فى زمام المباراة، لذا فالحصول على نقطة مباشرة من الإرسال يتطلب سقوط الكرة بعد الإرسال في مكان يصعب علي المنافس ردة من أرض الملعب، وهذا هو أساس الدقة في رياضة الإسكواش ولذلك فهناك علاقة هامة بين أداء الإرسال ودقة سقوط الكرة علي أماكن محددة داخل الملعب.

ويذكر **محمد إبراهيم شحاته (٢٠٠٦م)** إلى أن علم البيوميكانك يهتم بدراسة سير الحركة ومظاهرها وزوايا المفاصل حتى يمكن تحقيق المهارات بشكل متقن، لذا فإن كلاً من المدرب والعاملين فى مجال التدريب لابد أن يتوافر لديهم قدراً كبيراً من المعلومات حول مسببات الحركة، لما فى ذلك من أثر كبير للتعرف على المهارات الحركية فى الاسكواش فيجعلهم اكثر دقة فى عملهم، وكذلك تصل معرفتهم لتشمل الأسباب الكامنة وراء أداء حركة رياضية بطريقة معينة بالأضافة إلى التكنيكات المستخدمة فى المهارات. (٩ : ٣٤)

كما يؤكد **شيت مورفي Chet Murphy (١٩٩٨م)** إلى أن الحركة المنقولة من قدم اللاعب إلى الذراع الممسكة للمضرب لحظة ملامسته للكرة تؤدى إلى إتقان الأداء الفنى للضربات ودقة توجيه الكرة، كما أن دفع الجسم كأحد العناصر المؤثرة من مراحل تحركات القدمين عن طريق نقل مركز الثقل من الخلف للأمام هى التى تكسب اللاعب سرعة وقوة الإنطلاق وكذلك سرعة التحرك والإنتقال ضماناً لدقة وتنفيذ الضربات الفنية. (١٢ : ٥١)

وتعتبر مهارة الإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي من المهارات التى يصعب أدائها من جانب اللاعبين الناشئين أو حتى اللاعبين ذو المستوى العالي، حيث يقوم اللاعب بأداء الإرسال العالي بوجة

المضرب الأمامي من مربع الإرسال الأيمن، حيث أن هذا الوضع يجعل ظهر اللاعب للمنافس والملعب أيضاً مما يضطره إلي عمل نصف لفة حول محور الجسم حتى يعود إلي نقطة التمركز (T)، وهذا يؤدى إلى إحتمالية خسارة النقطة بسهوله أو سهولة مهاجمة المنافس له سريعاً، ويرجع الباحث هذا السبب إلي عدم المعرفة بفنيات الإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي نظراً لعدم تحليله فنياً وميكانيكياً حتى يسهل تعلمه والتدريب علية.

بالإضافة إلى أنه وفى حدود علم الباحث تعد دراسة الخصائص الكينماتيكة لمهارة الإرسال العالى بوجه المضرب الخلفى هى الدراسة الاولى محلياً ودولياً، لذا تكمن أهمية هذا البحث فى التعرف على نسب مساهمة المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال الخلفى وعلاقتها بدقة سقوط الكرة للاعبى الإسكواش.

٣/١ أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى التعرف على المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال الخلفى وعلاقتها بدقة سقوط الكرة للاعبى الإسكواش وذلك من خلال التوصل إلى:

١/٣/١ علاقات إرتباطية بين المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال الخلفى ودقة سقوط الكرة للاعبى الإسكواش خلال لحظتى المرجحة والتصادم.

٢/٣/١ نسب مساهمة المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال الخلفى خلال لحظتى المرجحة والتصادم.

٣/٣/١ أهم المعادلات الرياضية التنبؤية حتى تكون أساساً علمياً للتنبؤ بدقة سقوط الكرة لمهارة الإرسال الخلفى خلال لحظتى المرجحة والتصادم.

٤/١ فروض البحث

١/٤/١ قد توجد علاقات إرتباطية بين المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال الخلفى ودقة سقوط الكرة للاعبى الإسكواش خلال لحظتى المرجحة والتصادم.

٢/٤/١ قد توجد نسب مساهمة لبعض المؤشرات الكينماتيكية لمهارة الإرسال الخلفى خلال لحظتى المرجحة والتصادم.

٣/٤/١ قد يمكن التوصل إلى معادلات رياضية تنبؤية مبنية على أسس علمية يمكن من خلالها التنبؤ بدقة سقوط الكرة لمهارة الإرسال الخلفى خلال لحظتى المرجحة والتصادم.

٠/٢ الدراسات السابقة

١/٢ الدراسات العربية

١/١/٢ قامت "فاطمة فاروق راتب" (٢٠١٤م)(٨) بدراسة بعنوان "بيوميكانيكية الضربة الخلفية المستقيمة وعلاقتها بالتوازن العضلي لعضلات الطرف السفلي للاعبي الإسكواش".

وتهدف الدراسة إلى التعرف على المؤشرات البيوميكانيكية للضربة الخلفية المستقيمة وعلاقتها بالتوازن العضلي لعضلات الطرف السفلي للاعبي الإسكواش، وإستخدمت الباحثة المنهج الوصفى نظراً لملاءمته لطبيعة الدراسة للتعرف على المؤشرات البيوميكانيكية للضربة الخلفية المستقيمة، وإشتملت عينة البحث على لاعب ذو مستوى عالى ومصنف وذلك لأداء الضربة الخلفية المستقيمة، وكانت أهم النتائج هى أهمية عضلات الطرف السفلي للاعب الإسكواش في تحركات القدمين داخل الملعب وكذلك في الثبات وأخذ أوضاع الاستعداد عند كل ضربة والرجوع سريعاً إلي منطقة (**T**) بملعب الإسكواش.

٢/١/٢ قام "خالد عبد العزيز أحمد" (٢٠٠٥م)(٣) بدراسة بعنوان "تأثير حركة رسغ اليد أثناء أداء الضربة الأمامية القطرية فى رياضة الإسكواش على سرعة المقذوف".

وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير حركة رسغ اليد أثناء أداء الضربة الأمامية القطرية فى رياضة الإسكواش على سرعة الكرة، وإستخدم الباحث المنهج الوصفى نظراً لملاءمته لطبيعة الدراسة للتعرف على الخصائص الكينماتيكية أثناء أداء الضربة الأمامية القطرية، إشتملت عينة البحث على لاعب ذو مستوى عالى ومصنف وذلك لأداء الضربة الأمامية القطرية، وكانت أهم النتائج هى أن سرعة حركة رسغ اليد والتى بلغت حوالى ٧٠٠ سم/ثانية أدت إلى زيادة فى سرعة المقذوف وهو الكرة وذلك ما بعد مرحلة التصادم، بإلاضافة إلى تساوى رسغ اليد مع القبض فى السرعة خلال مرحلة المرجحة أثناء أداء مهارة الضربة الأمامية القطرية.

٣/١/٢ قام "خالد عبد العزيز أحمد" (٢٠٠٣م)(٤) بدراسة بعنوان "تأثير برنامج تدريبى نوعى لعنصرى القوة والمرونة على سرعة المقذوف فى مهارة الضربة الأمامية للاعبى الإسكواش".

وتهدف الدراسة إلى التعرف على الخصائص الكينماتيكية لمهارة الضربة الأمامية للاعبى الإسكواش مع تصميم برنامج لتنمية سرعة الكرة كمقذوف أثناء أداء مهارة الضربة الأمامية للاعبى الإسكواش، وإستخدم الباحث المنهج الوصفى والتجريبى نظراً لملاءمته لطبيعة الدراسة، حيث إشتملت عينة البحث على لاعب واحد من اللاعبين المصنفين محلياً وهو من أفضل ثماني لاعبين على مستوى الجمهورية، وكانت أهم النتائج هى التحسن فى قيم زوايا المفاصل المشاركة فى أداء مهارة الضربة الأمامية مع زيادة فى السرعة القصوى للكرة وذلك نتيجة البرنامج التدريبى الذى أدى إلى تحسن فى عمل مفاصل رسغ اليد والمرفق والكتف للذراع الضارب، بإلاضافة إلى أن رسغ اليد وزاوية المضرب يلعبان معاً دوراً في إنجاح وإكمال الثقل الحركي وإنتقال كمية الحركة من الذراع للمضرب ومنه للكرة خلال الأداء.

٢/٢ الدراسات الاجنبية

١/٢/٢ قام " عارف فاده وآخرون .Ariff Fadiah, et al" (٢٠١٢م)(١١) بدراسة بعنوان "زوايا المفاصل المشاركة خلال أداء الضربة الأمامية والخلفية فى الإسكواش".

وتهدف الدراسة إلى التعرف على مساهمة زوايا مفاصل الجزء العلوى من الجسم أثناء أداء مهارتى الضربة الأمامية والخلفية خلال لحظة التصادم، وإشتملت عينة البحث على لاعبة إسكواش حيث قامت اللاعبة بأداء (٣) محاولات ضربة أمامية وخلفية، وذلك بإستخدام كاميرا فائقة السرعة ماركة **VICON**، وأشارت أهم النتائج إلى أن إنقباض مفصل الكوع مع حركة الكب من رسغ اليد تلعب دوراً هاماً فى توليد السرعة اللازمة للأداء والمتمثلة فى سرعة تارة المضرب أثناء لحظة التصادم، بالإضافة إلى أن زوايا مفاصل الجزء العلوي للجسم تؤثر فى أداء مهارتى الضربة الأمامية والخلفية فى الاسكواش، حيث أن السرعات الزاوية والتسارع الزاوي للمفاصل يمثل مؤشر للتعرف على سرعة المقذوف وهو الكرة والناتج عن قوة التصادم مع تارة المضرب.

٢/٢/٢ قام " يونغ هوان وآخرون .Yong-Hwan, et al" (٢٠٠٧م)(٢٠) بدراسة بعنوان "التحليل الكينماتيكى للطرف العلوي لأداء الضربة الخلفية فى الإسكواش".

وتهدف الدراسة إلى التعرف على الخصائص الكينماتيكية لرأس المضرب والجزء العلوي من الجسم أثناء أداء الضربة الخلفية فى الاسكواش، وإشتملت عينة الدراسة على (٥) لاعبين اسكواش من لاعبى النخبة بكوريا، وأشارت النتائج إلى أن زمن أداء الضربة الخلفية من لحظة المرجحة الخلفية إلى نهاية مرحلة المتابعة ٠,٣٩ ثانية والذى يتضمن ٠,٢٤ ثانية من لحظة المرجحة الخلفية إلى لحظة التصادم، و٠,١٥ ثانية من لحظة التصادم إلى نهاية مرحلة المتابعة، وكانت السرعة القصوى لتارة المضرب أثناء لحظة التصادم ١١,١٧ م/ث وخلال نهاية مرحلة المرجحة الخلفية ٨,٠٣ م/ث، وبلغت زاوية مفصل رسغ اليد ١٤٢,٠٩ درجة عند أعلى نقطة فى المرجحة الخلفية و١٦٣,٨٧ درجة أثناء لحظة التصادم و١١٢,٣٠ درجة أثناء المتابعة، كما أشارت النتائج أيضاً إلى أن سرعة الكرة فى الهواء قبل أداء الضربة الخلفية تؤدى إلى بداية حركة الجذع، الكتف، الكوع، ثم الرسغ على التوالى، كما أن السرعة القصوى للمضرب والكرة تتحدد وفقاً لحركة كل من الكتف، والكوع، ورسغ اليد والتى تعتمد على عملية النقل الحركى من أجزاء الطرف العلوي إلى المضرب ثم الكرة.

٣/٢/٢ قام "إليوت بروش وآخرون .Elliott Bruce et, al" (١٩٩٦م)(١٣) بدراسة بعنوان "دوران الطرف العلوي ودوره فى تطوير سرعة المضرب للضربة الأمامية فى الإسكواش".

وتهدف الدراسة إلى تحديد دور دوران أجزاء الطرف العلوي من الجسم (الجذع، الذراع، الساعد، اليد) أثناء أداء مهارة الضربة الأمامية فى الاسكواش، وإشتملت عينة الدراسة على (٨) لاعبين ذو مستوى فنى عالى فى أداء مهارة الضربة الأمامية، وأشارت أهم النتائج إلى أن السرعة القصوى للكرة بلغت ٣٠,٨ م/ث أثناء لحظة التصادم، كما كانت نسب مساهمة حركة دوران الطرف العلوي من الجسم فى الأداء على التوالى هى ٤٦,١٪ لمفصل الكتف، ١٨,٢٪ لمفصل رسغ اليد، ١٢٪ للساعد، كما تشير

النتائج إلى أن حركة الكب للساعد والإنقباض الزائد لمفصل الكوع يلعبان دوراً هاماً فى توليد السرعة الكافية للمضرب خلال مرحلة ما قبل التصادم.

٠/٣ إجراءات البحث

١/٣ منهج البحث

إستخدم الباحث المنهج الوصفى بإستخدام التحليل البيوميكانيكي ثنائي الأبعاد، معتمداً على أسلوب التصوير بالفيديو والتحليل الحركي باستخدام برنامج **Simi Motion Analyses**.

٢/٣ مجتمع وعينة البحث

تم إختيار عينة البحث بالطريقة العمدية وإشتملت على (٥) لاعبين مصنفين من أفضل ثمانية لاعبين على مستوى الجمهورية تحت ١٩ سنة، حتى يتوفر المستوى الفني العالى الذي يسمح بأداء مهارة الإرسال العالى بوجه المضرب الخلفى بأفضل أداء، وقام كل لاعب بأداء (٢) محاولات لمهارة الإرسال لتصبح عدد المحاولات التي تم تحليلها والتي خضعت للمعالجات الإحصائية (١٠) محاولات.

جدول (١)

التوصيف الإحصائى للعينة الكلية في متغيرات النمو والعمر التدريبى

ن = (٥)

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	الوسيط	الإلتواء
السن	سنة	١٨,٦٧	٠,٥٨	١٩	– ١,٧٣
إرتفاع القامة	متر	١٧٣,٦٧	٤,٠٤	١٧٣	٠,٤٩
الوزن	كيلو جرام	٧٤,٦٣	٢,٨٧	٧٣,٥٠	١,١٨
العمر التدريبي	سنة	٨,٣٣	٠,٥٨	٨	١,٧٣

يتضح من الجدول رقم (١) أن جميع قيم معاملات الإلتواء لعينة البحث تراوحت ما بين (١,٧٣ : – ١,٧٣) فى متغيرات النمو والعمر التدريبى وقد إنحصرت هذه القيم ما بين [–٣، +٣] مما يدل على أن عينة البحث متجانسة فى متغيرات النمو والعمر التدريبى ونتائجها ممثله للمجتمع تمثيلاً إعتدالياً.

٣/٣ أدوات وأجهزة جمع البيانات

١/٣/٣ الأدوات المستخدمة

- جهاز رستاميتر **Restameter Pe 3000** لقياس إرتفاع القامة لأقرب سم.
- ميزان طبى معايير لقياس الوزن **Medical Scale for Wight** بالكيلو جرام.
- ملعب إسكواش قانونى + مضرب إسكواش + كرة إسكواش.

٢/٣/٣ أجهزة التحليل الحركي (مرفق ١)

- وحدة كمبيوتر متطورة.
- برنامج التحليل الحركي **Simi Motion Analysis**.
- عدد (١) مقياس رسم (٥٠ سم × ٥٠ سم) **Calibration 2D**.

- عدد (٢) كاميرا فيديو عالية السرعة من ٥٠ إلى ٢٥٠ كادر/ثانية من نوع **Fastec Imaging**.
- عدد (٢) كارت ذاكرة سعة (٦٤) جيجا بايت ماركة **San Disk**.
- عدد (٢) حامل ثلاثي مزود بميزان ماء.
- وصلات كهربائية.

٣/٣/٣ برنامج التحليل الحركي

قام الباحث بالتصوير وإجراء التحليل الحركي لمهارة الإرسال العالى بوجه المضرب الخلفي بالتنسيق مع مركز البحوث والإستشارات الرياضية بكلية التربية الرياضية للبنين بجامعة الزقازيق مستخدماً برنامج التحليل الحركي (**Simi Motion Analysis**)، وإستخدم الباحث هذا البرنامج لعدة أسباب أهمها:

- يمكن التصوير من داخل الصالات والأماكن المفتوحة.
- يمكن التحليل بكاميرا واحدة حتي ١٠ كاميرات.
- يمكن التحليل على بعدين ثنائي الأبعاد (**2D**) أو ثلاثي الأبعاد (**3D**).
- يمكن تحليل حركة الجسم ككل أو جزء واحد من أجزاء الجسم.
- يعد واحد من أشهر برامج التحليل الحركي المعروفة فى العالم بالإضافة إلى تنوعه وإنتشاره فى معامل كليات التربية الرياضية بالعالم.

٣/٣/٣ اللحظات قيد البحث

قام الباحث بدراسة التحليل الفني لأداء مهارة الإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي وذلك للوقوف علي أهم اللحظات أثناء الأداء وقد قام الباحث بتحديد اللحظات الآتية للدراسة :

- لحظة المرجحة وهي لحظة بداية حركة رسغ اليد الحاملة للمضرب حتي نهاية لحظة المرجحة وقبل التصادم.
- لحظة التصادم وهي لحظة إلتقاء منتصف تارة المضرب مع الكرة قبل إنطلاقها تجاة الحائط الأمامي

٤/٣ الدراسات الاستطلاعية

أجرى الباحث الدراسة الاستطلاعية يوم السبت الموافق ٢٠١٤/٧/١٢م بملعب الاسكواش بأكاديمية الحياة الدولية ومقرها بالتجمع الخامس بالقاهرة، وبلغت عينة الدراسة الاستطلاعية (٢) لاعبين ومن خارج العينة الأساسية وكان من أهم أهداف هذه الدراسة:

- التأكد من صلاحية المكان الذى سيتم فيه التصوير وأيضاً وسائل وأدوات جمع البيانات.

- تحديد مكان وإرتفاع وضع الكاميرات وزاوية التصوير.
- تحديد أنسب درجة إضاءة مطلوبة تصلح للتصوير.
- التأكد من وضوح العلامات التشريحية أثناء التصوير.
- الكشف عن المشكلات الإدارية والفنية التى قد تظهر أثناء تصوير التجربة الأساسية.
- تجهيز لوحة المعايرة (مقياس الرسم) ومجال الرؤية لأداء المهارة لتحديد أنسب أماكن لوضع الكاميرات.

٥/٣ المساعدون (مرفق ٢)

إستعان الباحث بعدد (٢) من المساعدون وهم أعضاء هيئة تدريس بكلية التربية الرياضية للبنين بجامعة الزقازيق، وذلك للمعاونة فى إعداد مكان التصوير وأثناء إجراءات التحليل.

٦/٣ الدراسة الأساسية

قام الباحث بإجراء التجربة الأساسية يوم السبت الموافق ٢٠١٤/٧/١٩م الساعة الثالثة عصراً وذلك بملعب إسكواش أكاديمية الحياة الدولية ومقرها التجمع الخامس بالقاهرة، حيث تم وضع الكاميرا الأولي عمودية على اللاعب وعلي بُعد ٤,٥٠ متر من اللاعب و٤.٠٠ متر من الخط الخلفى للملعب وبإرتفاع ٩٠ سم وبزاوية ٩٠ درجة علي اللاعب، حيث أن هذه الأبعاد هي التى تحقق أفضل مجال لرؤية الكاميرا خلال التصوير، كما انها تمكَّنَ الكاميرا من تسجيل السلسلة الحركية لمفاصل وأجزاء الطرف العلوي والجذع والقدمين أثناء أداء المرجحة كمرحلة تمهيدية حتى إلتقاء المضرب بالكرة لحظة التصادم، وتم ضبط سرعة الكاميرا علي ١٢٥ كادر/ث وهى السرعة المناسبة لحساب سرعة الأداء، ثم قام الباحث بوضع الكاميرا الثانية موازية للحائط الأمامى لملعب الإسكواش وعلى بُعد ٥,٤٤ متر من خط مربع الإرسال على خط الـ (T) وبإرتفاع ١,٧٨ متر حيث أن هذا الإرتفاع هو إرتفاع خط الإرسال على الحائط الأمامي وتم ضبط سرعة الكاميرا علي ١٢٥ كادر/ث وهى السرعة المناسبة لرؤية الكرة.

٧/٣ المعالجات الاحصائية

بعد إجراء عملية التحليل لعدد (١٠) محاولات وتجميع النتائج المستخلصة من التحليل الحركى، قام الباحث بإجراء المعالجات الإحصائية المناسبة لتحقيق أهداف البحث والتأكد من صحة الفروض بواسطة برنامج **SPSS**، حيث إرتضى الباحث مستوى معنوية ٠,٠٥ للدلالة وتم حساب مايلى:

- المتوسط الحسابي **Mean**
- الوسيط **Median**
- الإنحراف المعياري **Standard Deviation**
- معامل الإلتواء **Skewness**
- معامل الإرتباط البسيط (بيرسون) **Pearson Correlation**

٤/٠ عرض ومناقشة النتائج

٤/١ عرض ومناقشة نتائج لحظة أقصى مرجحة

٤/١/١ عرض ومناقشة نتائج مصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى الدقة لحظة أقصى مرجحة

يوضح الجدول رقم (٢) (مرفق٣) الخاص بمصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى دقة الإرسال لحظة أقصى مرجحة، أن هناك عدد (٢٦٢٨) معاملات إرتباط منها عدد (٥٢٩) معامل إرتباط دال طردي وعدد (٢٥١) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (١٨٤٨) معامل إرتباط غير دال بين المتغيرات بعضها ببعض وذلك عند مستوى معنوية (٠,٠٥) ودرجات حرية (٠,٨) وأن هناك عدد (٧٢) متغير بين المؤشرات البيوميكانيكة ومستوى الدقة، منها عدد (١١) معامل إرتباط دال طردي وعدد (١٠) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (٥١) معامل إرتباط غير دال من المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى دقة الإرسال لحظة أقصى مرجحة، وبناءاً عليه سوف يقوم الباحث بعمل تحليل الإنحدار المتعدد لأعلى المعاملات الإرتباطية سواء كانت طردية أو عكسية للتعرف على نسب مساهمة هذه المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) للإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي، ومنه يمكن التوصل إلى معادلات رياضية تنبؤية مبنية على أساس علمي يمكن الإستفادة منها في التنبؤ بالمستوى المهاري(دقة مستوى الإرسال) لحظة أقصى مرجحة.

جدول (٣)

تحليل إنحدار المؤشرات البيوميكانيكية ودقة

الارسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة اقصي مرجحة

المؤشرات البيوميكانيكية	المتوسط لحسابي	الخطأ المعياري	قيمة ف	المقدار الثابت	تحليل الإنحدار						نسبة المساهمة%
السرعة الرأسية للركبة اليسرى	0.286	8.686	10.604	6.939	6.516						45.124
السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر	-0.237	8.605	9.402	5.912	-2.220	-14.865					65.958
السرعة الرأسية للساق اليمني	0.000	8.046	8.786	4.420	-30.179	-17.381	2686020				73.350
السرعة الرأسية للكتف الأيمن	0.212	6.435	3.331	2.420	-38.028	-48.657	3326008	-24.896			88.947
السرعة الأفقية للفخذ الأيسر	0.219	6.730	2.532	2.238	-16.300	-13.661	1249263	-16.422	33.481		93.481

المؤشر الأول : السرعة الرأسية للركبة اليسرى لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي خلال لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٢) مرفق(٣)، (٣) أن السرعة الرأسية للركبة اليسرى أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة، حيث

بلغت نسبة مساهمتها (٤٥,١٢٤%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٢)مرفق (٣) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين السرعة الرأسية للركبة اليسري ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (-٠,٩٠٩) إرتباط عكسى قوي أي أنه كلما قلت السرعة الرأسية للركبة اليسرى كلما زاد مستوى الدقة، أي أنه كلما قلت السرعة الرأسية للركبة اليسرى وهى إنثناء قدم الإرتكاز والتى من خلاللها يتم النقل الحركى من الطرف السفلي إلى الأطراف إلى الذراع اليمني الممرجحه وهذا يمثل رافعة من النوع الثاني، حيث تتوسط المقاومه بين محور الإرتكاز والقوة والإرتكاز هنا هي (القدم اليسري) والمقاومة متمثلة في جسم اللاعب والقوه متمثلة فى الذراع الممرجحه كما تعتبر هذة المرحله هي المرحله التمهيدية قبل تصادم الكرة بالمضرب كما يعذي الباحث ذلك إلى أن اللاعب الذي يقوم بإرسال الإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي يحتاج إلي إنثناء فى الركبه اليسري حتي تقل السرعة الرأسية للركبة اليسري في مرحلة المرجحه حتي يكون هناك توجية جيد للكره أثناء التصادم، وهذا يتفق مع ما أشار إليه **طلحة حسام الدين وآخرون (٢٠١٤م)**(٦) فى أن النقل يعنى مشاركة المجموعة العضلية المسئولة عن العمل فى كافة أجزاء الجسم لبعضها فى التوقيتات المناسبة لذلك، وقد تكون هذة المشاركة متزامنة أو متتالية، كما هو الحال فى حركة الطرف السفلى كرد فعل فى حركة الطرف العلوى.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b1 \times x1)$$

$$y = 6.939 + 6.516 \times 0.8025 = 8.800$$

(y) = السرعة الرأسية للركبة اليسرى

(a) = المقدار الثابت

(b1) = معامل الإنحدار الأول

(X1)= متوسط المؤشر المساهم

المؤشرالثاني: السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٢) مرفق(٣)، (٣) أن السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر ثانى أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش حيث بلغت نسبة مساهمتها (٦٥,٩٥٨%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٢) مرفق(٣) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠.٨٩٩) إرتباط طردي أي أنه كلما زادت السرعة الرأسية لرسغ اليد الأيسر كلما زاد مستوى الدقة، ويعذي الباحث ذلك إلى أنه كلما زادت السرعة الرأسيه لليد اليسري زادت السرعة الرأسية لليد اليمني وذلك لأن الزراعين يعملان بحركة بندولية

وفقاً لتفسيرات الحركة، حيث أن أى حركة رياضية تنقسم إلى مرحلة تمهيديه ومرحلة أساسية ومرحلة المتابعة وغالباً ماتكون المرحلة التمهيدية فى عكس إتجاه الحركة الأساسية فعندما تتم مرجحة الذراع اليسري للخلف ولأعلي تتم مرجحة الذراع اليمني الضاربه للأمام ولأسفل، وهذا يتفق مع كل من **جمال علاء الدين وناهد الصباغ (١٩٩٩م)(٢)، محمد عبدالحميد حسن(٢٠١٢م) (١٠)** أن المرحلة التمهيدية قد تكون عكس إتجاه الحركة الأساسية ويحدث هذا عندما تكون الحركة دائرة أي تدور حول محور ثابت، حيث تكون المرحلة التمهيدية للحركة عبارة عن المرجحة للخلف أي عكس إتجاه الجزء الرئيسي من الحركة، ووظيفة المرحلة التمهيدية في هذه الحالة هى وضع مركز ثقل الجسم في أعلى طاقة وضع حيث يتحرك الجسم للأمام محولاً طاقة الوضع إلى طاقة حركة مساوية لها لإنجاز الجزء الأساسي من الحركة. (٢: ٧٢)

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) + + (b_2 \times x_2)$$

$$y = 5.912 + (2.220- \times 0.286) + (14.865- \times 0.237-)= 8.800$$

المؤشر الثالث : السرعه الرأسية للساق اليمنى خلال لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٢) مرفق (٣)، (٣) أن السرعه الرأسيه للساق اليمنى ثالث أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العلي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش حيث بلغت نسبة مساهمتها(٧٣,٣٥٠%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٢) مرفق (٣) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين السرعه الرأسيه للساق اليمنى ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (– ٠.٨٨٩)إرتباط عكسى أي أنه كلما قلت السرعه الرأسيه للساق اليمنى كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك الى أن اللاعب يقوم بثنى ركبته لأسفل لتقليل الإزاحة الرأسيه لمركز الثقل العام للجسم وبالتالي يستفيد اللاعب من سرعة النقل الحركى المنقول من الطرف السفلي إلى الذراع الضاربة، وهذا يتفق مع **عادل عبد البصير(١٩٩٨م)(٧)** أن الحركة تنتقل من الجذع إلى الأطراف والعكس، فى صورة سلسلة كينماتيكية مفتوحة بداية من القاعدة إلى النهاية الحرة أو بمعنى آخر من العضو الأقرب إلى العضو الأبعد بالنسبة للمحور الأساسى للحركة، ومن الأكثر كتلة إلى الأقل كتلة، مما يزيد من سرعة وقوة الحركة الناتجة عن هذه السلسلة. طاقة الوضع.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) +(b_2 \times x_2) +(b_3 \times x_3)$$

$$y= 4.420 + (30.179- \times 0.286) + (17.381- \times 0.237-) + (2686020.678 \times 0.000003306) = 8.800$$

المؤشر الرابع : السرعة الرأسية للكتف الأيمن للإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي فى الاسكواش خلال لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٢) مرفق (٣)، (٣) أن السرعة الرأسيه للكتف الأيمن رابع المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش حيث بلغت نسبة مساهمتها(٨٨,٩٤٧%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٢) مرفق (٣) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسيه بين السرعة الرأسيه للكتف الأيمن ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٨٦٠-) إرتباط عكسى أى أنه كلما قلت السرعة الرأسيه للكتف الأيمن كلما تحسن مستوي الدقة ويعذي الباحث ذلك إلي الحركة التمهيدية للذراع الضاربة أثناء أداء مهارة الإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي يتطلب الأداء الفني لهذة المهارة إلي تناقص الإزاحة علي المحور الرأسي لعمل الحركة التمهيدية للوصول إلي أقصي مرجحة للخلف إستعداداً للإرتداد بالذراع الضاربة تجاة الكرة، ويتفق ذلك مع نتائج **يونغ هوان وآخرون . Yong-Hwan, et al** (٢٠٠٧م)(٢٠) فى أن السرعة القصوى للمضرب أثناء أداء المرجحة الخلفية تتحدد وفقاً لمقدار الإزاحة الرأسية لكتف الذراع الضاربة.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3) + (b_4 \times x_4)$$

$$Y = 2.420 + (38.028- \times 0.286) + (48.657- \times 0237-) + (3326008.836 \times 0.000003306) + (24.896- \times 0.212) = 8.800$$

المؤشر الخامس : السرعة الأفقية للفخذ الأيسر لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة اقصي مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٢) مرفق (٣)، (٣) أن السرعة الأفقية للفحذ الأيسر خامس المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش حيث بلغت نسبة مساهمتها (٩٣,٤٨١%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٢) مرفق (٣) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين السرعة الأفقية للفحذ الأيسر ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (-٠.٨٤٠) إرتباط عكسي أي أنه كلما قلت السرعة الأفقية للفحذ الأيسر كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك كنتيجة طبيعية إلي فرد الركبة اليسري فبالتالي تقل درجات الحرية لقدم الإرتكاز وهي القدم اليسري من ثلاث درجات متمثلة فى مفصل الفحذ ومفصل الركبة اليسري ومفصل رسغ القدم إلى درجتان متمثلتين فى مفصل رسغ القدم ومفصل الفخذ، حيث يمثل جسم اللاعب سلسه كينماتيكية مفتوحه بإرتكاز الرجل اليسري علي الأرض وترك الذراع الضاربة حره ويعذي الباحث ذلك إلي أن رياضة الاسكواش من الناحية الكينماتيكية تعتمد على النقل الحركي من عضلات الطرف السفلي وخاصة الرجلين مروراً بالجذع ثم الكتفين وصولاً للذراعين ورسغ اليد ومنه للمضرب، هذا يعني أن كل وصلة من وصلات الجسم ذات الكتلة الكبيرة تتابع واحده تلو الأخرى في نقل الحركة أكثر من الوصلات ذات الكتلة الأقل، وهذا يتفق مع

ماأشار إليه **وونج (٢٠٠٧)(١٩)** تقسم الحركة إلى أربعة أقسام، أولاً السرعة النهائية للوصلات هي أكثر المؤشرات الكينماتيكية تأثيراً في إنتقال كمية الحركة، ثانيًا المؤشرات المرتبطة والتي تؤثر على النقل الحركي هي قِصر الفترة الزمنية التي تنفذ فيها المهارة والتي تتراوح ما بين ٤٠ م/ث إلى ٣٠٠ م/ث، ثالثاً حدوث المشاركة الدينماكية القوية بين الوصلات، وأخيراً توجد المؤشرات النهائية في الحركات المضادة لجاذبية النقل الحركي.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3) + (b_4 \times x_4) + b_5 \times x_5)$$

$$y = (1249263.650 \times 0.000003306) + (16.422 \times 0.212) + (33.481 \times 0.219) = 8.800$$

٢/٤ عرض ومناقشة نتائج لحظة التصادم

١/٢/٤ عرض ومناقشة نتائج مصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى الدقة لحظة التصادم

يوضح الجدول رقم (٤) مرفق(٤) الخاص بمصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى دقة الإرسال لحظة التصادم فى الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي فى الاسكواش، أن هناك عدد(٢٦٢٨) معاملات إرتباط منها عدد (٥٢٩) معامل إرتباط دال طردي وعدد (٢٥١) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (١٨٤٨) معامل إرتباط غير دال بين المؤشرات بعضها ببعض وذلك عند مستوى معنوية (٠,٠٥) ودرجات حرية (٠,٨)، وأن هناك عدد (٧٢) مؤشر بين المؤشرات البيوميكانيكية ومستوى دقة الإرسال لحظة التصادم فى الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي فى الاسكواش، منها عدد (٨) معامل إرتباط دال طردي وعدد (٦) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (٥٨) معامل إرتباط غير دال بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) ومستوى دقة الإرسال لحظة التصادم، وبناءاً عليه سوف يقوم الباحث بعمل تحليل الإنحدار المتعدد لأعلى المعاملات الإرتباطية سواء كانت طردية أو عكسية للتعرف على نسب مساهمة هذه المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) للإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي فى الاسكواش، ومنه يمكن التوصل إلى معادلات رياضية تنبؤية مبنية على أساس علمي يمكن الإستفادة منها في التنبؤ بالمستوى المهاري (دقة مستوى الإرسال)لحظة التصادم للمهارة قيد البحث.

جدول(٥)

تحليل إنحدار المؤشرات البيوميكانيكية ودقة

الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم

المؤشرات البيوميكانيكية	المتوسط لحسابي	الخطأ المعياري	قيمة ف	المقدار الثابت	تحليل الانحدار					نسبة المساهمة %
السرعة الراسية لمنتصف تارة المضرب	-0.161	9.420	10.016	8.846	0.283					55.177
السرعة الراسية للساق اليمني	0.000	8.213	11.931	5.821	5.132	-2078489.157				62.552
السرعة الراسية للمرفق الايمن	-0.465	6.296	4.395	2.863	2.919	966064.857	-17.569			75.319
السرعة الافقية للركبة اليسرى	0.440	5.694	4.669	2.016	8.003	-6154022.518	-63.065	-73.899		85.686
السرعة الراسية للكتف الايمن	0.246	5.750	3.839	1.791	4.116	-3513907.435	-37.007	-41.901	10.017	96.017

المؤشر الأول : السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (٤) مرفق (٤)، (٥) أن السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها(٥٥,١٧٧%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٤) مرفق (٤) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٩٠٩) إرتباط طردي أي أنه كلما زادت السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب كلما زاد مستوى الدقة، ويعذي ذلك إلى أن اللاعب يقوم بمرجحة المضرب لأسفل وذلك حتى يكون هناك قوة في ضرب الكرة لتطويل ذراع القوة، فبالتالي تقل درجات الحرية للذراع الضاربة حيث أنه كلما ذادت سرعة منتصف تارة المضرب زاد الزمن المتبقي لضرب الكرة ويؤكد **عارف فاده وآخرون (٢٠١٢م)(١١)** إلى أن إنقباض مفصل الكوع مع حركة الكب من رسغ اليد تلعب دوراً هاماً فى توليد السرعة اللازمة للأداء والمتمثلة فى سرعة تارة المضرب أثناء لحظة التصادم، بالإضافة إلى أن زوايا مفاصل الجزء العلوي للجسم تؤثر فى أداء مهارتى الضربة الأمامية والخلفية فى الاسكواش، حيث أن السرعات الزاوية والتسارع الزاوي للمفاصل يمثل مؤشر للتعرف على سرعة المقذوف وهو الكرة والناتج عن قوة التصادم مع تارة المضرب.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1)$$

$y = 8.846 + (-0.161 \times 0.283) = 8.800$

المؤشر الثاني : السرعة الرأسيه للساق اليمنى لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (٤) مرفق (٤)، (٥) أن السرعة الرأسيه للساق اليمنى ثاني المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها(٦٢,٥٥٢%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٤) مرفق (٤)الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسيه للساق اليمنى ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٨٦١) إرتباط طردى، أي أنه كلما زادت السرعة الرأسيه للساق اليمنى كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك إلى أنه أثناء عملية الضرب يقوم اللاعب بفرد الركبة اليمني حتي يتسني له توجية الكره للأمام ولأعلي حتي تصل الكرة إلى منطقة الإرسال علي الحائط الأمامي حتي تصل الكرة في المناطق الأكثر صعوبة علي الحائط الجانبي ثم إلي الأرض، حيث يسمح هذا الوضع التشريحي كينماتيكياً إلي زيادة دقة توجية الكرة، وهذا يتفق مع ما أشار إليه **مارينوفيك وآخرون .Marinovic et, al (٢٠٠٤م)** **(١٨)** فى أن هناك علاقة بين سرعة الكرة والنقل الحركي، حيث أن الضربات ذات السرعة العالية للكرة تتطلب نقل حركي من الأطراف إلى جسم المضرب.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b_1 \times x_1) + + (b_2 \times x_2)$$

$$y = 5.821 + (5.132 \times -0.161) + (2078489.175 \times -0.000) = 8.800$$

المؤشر الثالث : السرعة الرأسية للمرفق الأيمن لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (٤) مرفق (٤)، (٥) أن السرعة الرأسية للمرفق الأيمن رابع المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها(٧٥,٣١٩%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٤) مرفق (٤)الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسية للمرفق الأيمن ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٨٤٧) إرتباط طردي، أي أنه كلما زادت السرعة الرأسية للمرفق الأيمن تحسنت الدقة، ويعذي الباحث ذلك إلي أنه كلما زادت سرعة المرجحه أدى ذلك إلي إكساب اللاعب فترة زمنية أكبر يستطيع من خلالها تحديد المكان المناسب لضرب الكرة بدقة عاليه وكذلك من الناحية الفنيه لأداء الإرسال يستلزم علي اللاعب رفع المرفق إلي أعلي حتي يكون هناك قوة في ضرب الكره حتي ترتد الكره من الحائط الأمامي إلي ربع الملعب المراد وصول الكره، ويتفق ذلك مع كل من **خالد عبد العزيز (٢٠٠٥م) (٣)**، فى أن

السرعة الرأسية ليد الذراع الضاربة تؤثر على سرعة المقذوف خلال لحظة التصادم وتعتبر هى أكبر سرعة فى جميع أجزاء الذراع خلال أداء المرحلة التمهيدية للمرجحة.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b1 \times x1) + (b2 \times x2) + (b3 \times x3)$$

$$y = 2.863 + (2.919 \times 0.161-) + (966064.857 \times 0.000) + (17.569- \times 0.465-)$$

$$= 8.800$$

المؤشر الرابع: السرعة الأفقية للركبة اليسري لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (٤) مرفق (٤)، (٥) أن السرعة الأفقية للركبة اليسري رابع المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها (٨٥,٦٨٦%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٤) مرفق (٤) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين السرعة الأفقية للركبة اليسري ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٨٣٦-) إرتباط عكسي، أي أنه كلما قلت السرعة الأفقية للركبة اليسري كلما زاد مستوى الدقة، ويعذي الباحث ذلك أن اللاعب يقوم بتثبيت مفصل الركبة وجعل اليد الضاربة حره وتمثل هنا رافعه من النوع الثاني حيث يكون محور الإرتكاز علي القدم اليسري ومحور المقاومة الجسم ومحور القوه الذراع الضاربة، مما يساعد على إكساب مركز ثقل الجسم سرعة تنتقل منه طبقاً لقاعدة النقل الحركى الى الجذع ومنه للذراع الضاربة، وهذا يتفق مع **طلحة حسام الدين وآخرون (٢٠١٤م)** (٦) أن القوة المنتجة من الذراعين تعملان كروافع يختلف نوعها طبقاً لنوع المقاومة التى تقابلها هذه القوة وموقع محور الإرتكاز بالنسبة لنقاط القوة والمقاومة، ونتيجة لذلك تحدث زيادة فى قيم السرعة الزاوية للنقاط التشريحية الثلاث فى هذه اللحظة (المرفقين،الجذع،الركبتين).

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y = a + (b1 \times x1) + (b2 \times x2) + (b3 \times x3) + (b4 \times x4)$$

$$y = 2.016 + (8.003 \times 0.161-) + (6154022.518 \times 0.000) + (63.056- \times$$

$$0.465-) + (73.899- \times 0.0440) = 8.800$$

المؤشر الخامس : السرعة الرأسية للكتف الأيمن للإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي فى الاسكواش خلال لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (٤) مرفق (٤)، (٥) أن السرعة الرأسيه للكتف الأيمن خامس المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش حيث بلغت نسبة مساهمتها

(٩٦,٠١٧%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٤) مرفق (٤) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الرأسيه للكتف الأيمن ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٧٥٥) إرتباط طردي أى أنه كلما زادت السرعة الرأسيه للكتف الأيمن في إتجاة الارض حيث تمثل هذة المرجحه زيادة في منحني المرجحه الخلفية أدى إلى زيادة الفترة الزمنية قبل عملية الضرب وبالتالي يتثنى للاعب فرصة أكبر لدقة الضرب، كما أن قوة الضربة تتمثل فى قدرة الذراع الضاربة على التسارع فى الإتجاه الرأسى لأعلى حتى يساعد فى دقة توجيه الكرة، ويتفق ذلك مع كل من **خالد عبد العزيز (٢٠٠٥م) (٣)**فى أن السرعة الرأسية ليد الذراع الضاربة تؤثر على سرعة المقذوف خلال لحظة التصادم وتعتبر هى أكبر سرعة فى جميع أجزاء الذراع خلال أداء المرحلة التمهيدية للمرجحة.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$Y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3) + (b_4 \times x_4) + (b_5 \times x_5)$$

$$Y = 1.791 + (4.116 \times 0.161-) + (3513907.435- \times 0.000) + (37.007- \times 0.465-) + (41.901- \times 0.440) + (10.017 \times 0.246) = 8.800$$

٣/٤ عرض ومناقشة نتائج لحظة زوايا التصادم

١/٣/٤ عرض ومناقشة نتائج مصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) الزوايا والسرعات الزاويا ودقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة

يوضح الجدول رقم (٦) الخاص بمصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) الزوايا والسرعات الزاويا ومستوى دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة أقصى مرجحة، أن هناك عدد (١٣٦) معاملات إرتباط منها عدد (١٦) معامل إرتباط دال طردي وعدد (١٣) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (١٠٧) معامل إرتباط غير دال بين المؤشرات بعضها ببعض وذلك عند مستوى معنوية (٠,٠٥) ودرجات حرية (٠,٨) وأن هناك عدد (١٧) مؤشر بين المؤشرات البيوميكانيكية ومستوى الدقة، عدد (٣) معامل إرتباط دال طردي وعدد (١) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (١٣) معامل إرتباط غير دال بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) الزوايا والسرعات الزاويا ومستوى دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة أقصى مرجحة، وبناءاً عليه سوف يقوم الباحث بعمل تحليل الإنحدار المتعدد لأعلى المعاملات الإرتباطية سواء كانت طردية أو عكسية للتعرف على نسب مساهمة هذه المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) الزاوية والسرعات الزاويا ودقة الإرسال

العالي بوجه المضرب الخلفي فى الاسكواش، ومنه يمكن التوصل إلى معادلات رياضية تنبؤية مبنية على أساس علمي يمكن الإستفادة منها في التنبؤ بالمستوى المهاري (دقة مستوى الارسال) للمهارة قيد البحث.

جدول (٦)

مصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات الكينماتيكية الزاوية ودقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة

م	الخصائص البيوميكانيكية	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧
١	زاوية الكتف الايمن																	
٢	السرعة الزاوية للكتف الايمن	0.212																
٣	زاوية المرفق الايمن	0.527	0.548															
٤	السرعة الزاوية للمرفق الايمن	0.112	0.564	-0.125														
٥	زاوية رسغ اليد اليمنى	0.384	-0.161	-0.398	0.312													
٦	السرعة الزاوية لرسغ اليد اليمنى	-0.461	-0.917	-0.690	-0.356	0.180												
٧	زاوية الفخذ الايمن	0.417	0.868	0.832	0.286	-0.340	-0.888											
٨	السرعة الزاوية للفخذ الايمن	0.128	0.364	-0.153	0.865	0.412	-0.193	0.055										
٩	زاوية الجذع اليسر	0.331	0.925	0.680	0.473	-0.146	-0.862	0.933	0.293									
١٠	السرعة الزاوية للجذع الايسر	-0.064	-0.819	-0.738	-0.100	0.588	0.818	-0.897	0.106	-0.847								
١١	زاوية الكتف الايسر	-0.027	0.653	0.377	0.404	-0.121	-0.408	0.674	0.176	0.770	-0.597							
١٢	السرعة الزاوية للكتف الايسر	0.076	-0.016	0.441	-0.700	-0.589	-0.265	0.198	-0.621	0.016	-0.423	-0.291						
١٣	زاوية المرفق الايسر	-0.707	0.401	0.042	0.120	-0.755	-0.201	0.282	-0.029	0.300	-0.584	0.410	0.183					
١٤	السرعة الزاوية للمرفق الايسر	0.660	0.245	0.443	0.292	0.118	-0.452	0.312	0.388	0.255	-0.096	-0.259	0.032	-0.373				
١٥	زاوية رسغ اليد اليسرى مع المضرب	-0.528	0.494	0.205	0.283	-0.779	-0.322	0.407	0.140	0.390	-0.625	0.371	0.109	0.926	-0.063			
١٦	السرعة الزاوية لرسغ اليد اليسرى مع المضرب	0.334	-0.022	0.324	-0.444	-0.300	-0.340	0.135	-0.459	-0.079	-0.220	-0.589	0.758	-0.141	0.460	-0.066		
١٧	دقة سقوط الكرة	-0.632	0.320	-0.114	0.634	-0.488	-0.145	0.119	0.417	0.165	-0.276	0.095	-0.180	0.720	0.150	0.864	-0.086	

قيمة (ر) الجدولية عند ٠.٠٥ ودرجات حرية ٨ = ٠,٦٣٢

علاقة ارتباطية طردية > ٠,٦٣٢ ١٦ علاقة ١٠٧ علاقة غير دالة

علاقة ارتباطية عكسية < -٠,٦٣٢ ١٣ علاقة ٤ علاقات دالة بين المؤشرات الكينماتيكية الزاوية ودقة الارسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة

جدول (٧)

تحليل إنحدار الزوايا والسرعات الزاويا ودقة

الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة اقصي مرجحة

المؤشرات البيوميكانيكية	المتوسط لحسابي	الخطأ المعياري	قيمة ف	المقدار الثابت	تحليل الانحدار				نسبة المساهمة %
زاوية رسغ اليد اليسرى مع المضرب	151.880	0.985	815.695	0.098	0.057				98.909
زاوية المرفق الايسر	11.909	0.817	594.828	0.005	0.072	-0.182			99.332
السرعة الزاوية للمرفق الايمن	115.712	0.798	416.625	0.021	0.070	-0.169	0.002		99.443
زاوية الكتف الايمن	11.047	0.844	279.254	0.035	0.083	-0.250	0.002	-0.090	99.466

المؤشر الأول: زاوية رسغ اليد اليسرى مع المضرب لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٦)، (٧) أن زاوية رسغ اليد اليسرى مع المضرب أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة حيث بلغت نسبة مساهمتها (٩٨,٩٠٩%)وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٦) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين زاوية رسغ اليد اليسرى مع المضرب ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (٠,٨٦٤)إرتباط طردي أي أنه كلما زادت زاوية رسغ اليد اليسرى مع المضرب كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك الى أنه كلما زادت درجة زاوية رسغ اليد اليسري مع المضرب كلما زاد منحني القوة الأمر الذي يؤثر علي قوة ضرب الكرة حيث أن دفع القوه يساوي القوة في زمن تأثيرها.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$Y = a + (b_1 \times x_1)$$

$$y = 0.098 + (0.057 \times 151.880) = 8.800$$

المؤشر الثاني: زاوية المرفق الأيسر لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة أقصى مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٦)، (٧) أن زاوية المرفق الأيسر ثانى أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة ، حيث بلغت نسبة مساهمتها(٩٩,٣٣٢%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٦) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الزاوية للمرفق الأيسر ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٧٢٠) إرتباط طردي، أي أنه كلما زادت زاوية المرفق الأيسر كلما تحسنت الدقة، ويعذي الباحث ذلك إلي أن اللاعب في نهاية أقصى مرجحة يقوم اللاعب بفرد اليد اليسري وذلك بغرض إكتساب سرعة في الذراع الضاربة

لمهارة الإرسال العالي حيث أنها من المهارات ذات الحركة الوحيده التي لها بداية وجزء رئيس ونهاية وأن المرحلة التمهيديه غالباً ماتكون في عكس إتجاه الحركة كما هو الحال فى مهارة الإرسال.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y=a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2)$$

$$y = 0.005 + (0.072 \times 151.880) + (0.182- \times 11.909)= 8.800$$

المؤشر الثالث: السرعة الزاوية للمرفق الأيمن لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٦)، (٧) أن السرعة الزاوية للمرفق الأيمن ثالث المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة، حيث بلغت نسبة مساهمتها (٩٩,٤٤٣%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٦) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الزاوية للمرفق الأيمن ومستوي الدقة حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٦٣٤) إرتباط طردى أي أنه كلما زادت السرعة الزاوية للمرفق الأيمن كلما تحسنت مستوى الدقة، ويعذي الباحث ذلك إلي أنه هنالك علاقة بين الحركة الخطية والحركة الزاوية حيث يمثل حركة مفصل المرفق من خلال الزاوية المنحصرة بين الساعد والمرفق وبالتالي فان سرعة تلك الحركة تعكس قدرة اللاعب على زيادة سرعة الذراع من خلال المرجحة، كما أنه كلما زادت سرعة المرجحه أدى ذلك إلي إكساب اللاعب فترة زمنية أكبر يستطيع من خلالها تحديد المكان المناسب لضرب الكرة بدقة عاليه وكذلك من الناحية الفنيه لأداء الإرسال يستلزم علي اللاعب رفع المرفق إلي أعلي حتي يكون هناك قوة في ضرب الكره حتي ترتد الكره من الحائط الأمامي إلي ربع الملعب المراد وصول الكره إليه، وهذا يتفق مع نتائج كل من **كيونغ لي وهيي كيونغ لي Kyung, L. & Hee-Kyung, L.** (٢٠٠٧م) (١٦) فى أن ترتيب أجزاء الجسم فى التسارع أثناء الأداء كانت الفخذ والمرفق ثم رسغ اليد، حيث كانت أعلى معدلات للسرعة الزاوية تتمثل فى مفصل مرفق الذراع الضاربة.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$Y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3)$$

$$Y = 0.021 + (0.070 \times 151.880) + (0.169- \times 11.909) + (0.002 \times 115.712) = 8.800$$

المؤشر الرابع: زاوية الكتف الأيمن لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة أقصى مرجحة

أظهرت نتائج جدولي رقم (٦)، (٧)أن زاوية الكتف الأيمن رابع المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة أقصى مرجحة، حيث بلغت نسبة مساهمتها

(٩٩,٤٦٦%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٦) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين زاوية الكتف الأيمن ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (٠,٦٣٢-) إرتباط عكسي، أي أنه كلما قلت زاوية الكتف الأيمن كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك إلى أن اللاعب يقوم بمرجحة الذراع الضاربة إلي داخل الجسم ولأعلي حتي يزيد اللاعب مسافة المرجحة وبالتالي تزيد التسارع الذي هو مسئول عن إنتاج القوة والدقة، ويؤكد **خالد عبد العزيز أحمد (٢٠٠٣م) (٤)** فى أن التحسن فى قيم زوايا المفاصل المشاركة فى أداء مهارة الضربة الأمامية فى الاسكواش أدى إلى زيادة فى السرعة القصوى للكرة، والذى كان نتيجة لبرنامج تدريبى لتحسين عمل مفاصل رسغ اليد والمرفق والكتف للذراع الضاربة.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$Y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3) + (b_4 \times x_4)$$

$$Y = 0.035 + (0.083 \times 151.880) + (0.250\text{-} \times 11.909) + (0.002 \times 115.712) + (0.090\text{-} \times 11.047) = 8.800$$

٤/٤ عرض ومناقشة نتائج لحظة زوايا التصادم

١/٤/٤ عرض ومناقشة نتائج مصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) الزوايا والسرعات الزاويا ودقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم

يوضح الجدول رقم(٨)الخاص بمصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) الزوايا والسرعات الزاويا ودقة مستوى الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، أن هناك عدد (١٣٦) معاملات إرتباط منها عدد (١٥) معامل إرتباط دال طردي وعدد (٢٢) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (٩٩) معامل إرتباط غير دال بين المؤشرات بعضها ببعض وذلك عند مستوى معنوية (٠,٠٥) ودرجات حرية (٠,٨) وأن هناك عدد (١٧) مؤشر بين المؤشرات البيوميكانيكية، عدد (١) معامل إرتباط دال طردي وعدد (٤) معامل إرتباط دال عكسي، وعدد (١٣) معامل إرتباط غير دال بين المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) الزوايا والسرعات الزاويا ودقة مستوى الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، وبناءاً عليه سوف يقوم الباحث بعمل تحليل الإنحدارالمتعدد لأعلى معاملات إرتباط سواء كانت طردية أو عكسية للتعرف على نسب مساهمة هذه المؤشرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية) الزوايا والسرعات الزاويا ودقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، ومنه يمكن التوصل إلى معادلات رياضية تنبؤية مبنية على أساس

علمي يمكن الإستفادة منها في التنبؤ بالمستوى المهاري (دقة مستوى الإرسال) لحظة التصادم للمهارة قيد البحث.

جدول (٨)

مصفوفة معامل الإرتباط بين المؤشرات الكينماتيكية الزاوية ودقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم

م	الخصائص البيوميكانيكية	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧
١	زاوية الكتف الايمن																	
٢	السرعة الزاوية للكتف الايمن	-0.358																
٣	زاوية المرفق الايمن	0.268	-0.699															
٤	السرعة الزاوية للمرفق الايمن	0.630	-0.860	0.524														
٥	زاوية رسغ اليد اليمنى	-0.004	0.891	-0.611	-0.683													
٦	السرعة الزاوية لرسغ اليد اليمنى	-0.488	-0.027	-0.474	-0.036	-0.220												
٧	زاوية الفخذ الايمن	0.509	0.057	0.332	0.131	0.216	-0.797											
٨	السرعة الزاوية للفخذ الايمن	-0.722	0.712	-0.438	-0.903	0.442	0.271	-0.397										
٩	زاوية الجذع اليسر	0.800	-0.282	0.541	0.388	0.069	-0.641	0.586	-0.450									
١٠	السرعة الزاوية للجذع الايسر	-0.731	0.796	-0.715	-0.836	0.553	0.513	-0.458	0.884	-0.612								
١١	زاوية الكتف الايسر	-0.746	0.151	0.245	-0.434	-0.187	0.088	-0.323	0.643	-0.398	0.403							
١٢	السرعة الزاوية للكتف الايسر	-0.131	-0.398	-0.208	0.481	-0.547	0.779	-0.615	-0.237	-0.509	0.006	-0.071						
١٣	زاوية المرفق الايسر	-0.343	0.892	-0.856	-0.769	0.874	0.237	-0.203	0.623	-0.335	0.822	-0.066	-0.195					
١٤	السرعة الزاوية للمرفق الايسر	-0.015	-0.616	0.005	0.562	-0.689	0.603	-0.684	-0.318	-0.373	-0.222	-0.051	0.886	-0.386				
١٥	زاوية رسغ اليد اليسرى مع المضرب	0.616	-0.430	0.710	0.340	-0.185	-0.661	0.363	-0.305	0.848	-0.641	-0.067	-0.495	-0.534	-0.179			
١٦	السرعة الزاوية لرسغ اليد اليسرى مع المضرب	0.539	0.235	0.084	-0.157	0.595	-0.577	0.414	-0.048	0.753	-0.155	-0.380	-0.727	0.256	-0.594	0.556		
١٧	دقة سقوط الكرة	-0.679	0.237	-0.434	-0.230	-0.140	0.413	-0.333	0.290	-0.895	0.405	0.352	0.644	0.139	0.349	-0.722	-0.810	

قيمة (ر) الجدولية عند ٠.٠٥ ودرجات حرية ٨ = ٠,٦٣٢

علاقة ارتباطية طردية > ٠,٦٣٢ ١٥ علاقة ٩٩ علاقة غير دالة

علاقة ارتباطية عكسية < -٠,٦٣٢ ٢٢ علاقة ٥ علاقات دالة بين المؤشرات الكينماتيكية الزاوية ودقة الارسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم

جدول (٩)

تحليل إنحدار الزوايا والسرعات الزاويا ودقة

الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة الضرب

المؤشرات البيوميكانيكية	المتوسط لحسابي	الخطأ المعياري	قيمة ف	المقدار الثابت	تحليل الانحدار				نسبة المساهمة %
زاوية الجذع الأيسر	177.543	1.782	242.795	0.018	0.049				96.426
زاوية رسغ اليد اليسرى مع المضرب	176.758	1.351	215.117	0.007	0.116	-0.067			98.174
زاوية الكتف الايمن	14.381	1.388	136.179	0.005	0.126	-0.055	-0.268		98.315
السرعة الزاوية للكتف الايسر	1.228	1.405	99.836	0.004	0.113	-0.038	-0.347	0.275	98.520

المؤشر الأول: زاوية الجذع الأيسر لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (٨)، (٩) أن زاوية الجذع الأيسر أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها (٩٦,٤٢٦%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٨) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسيه بين زاوية الجذع الأيسر ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (-٠,٨٩٥) إرتباط عكسي أي أنه كلما قلت زاوية الجذع الأيسر كلما تحسنت الدقة، ويعذى الباحث ذلك الى أن اللاعب خلال لحظة التصادم فانه يحاول رفع مركز ثقل جسمه لأعلى من خلال مد زاويا جسمه وهذا ما يظهر فى زاوية الجذع الايسر حيث بلغت قيمتها (١٧٧) درجه أى شبه منفرجه بلإضافة لذلك فإن اللاعب يقوم بعمل إنثناء للجذع الأيسر لحظة الضرب وذلك حتي يقوم بعمل إتزان للجسم أثناء الضرب حتى لايندفع الجسم للأمام حيث يمثل الجذع ٤٣% من كتلة الجسم.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$Y = a + (b_1 \times x_1)$$

$$y = 0.018 + (0.049 \times 177.543) = 8.800$$

المؤشر الثانى: زاوية رسغ اليد اليسري مع المضرب لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (٨)، (٩) أن زاوية رسغ اليد اليسري مع المضرب ثانى أكثر المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها (٩٨,١٧٤%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٨) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسيه بين زاوية رسغ اليد اليسري مع المضرب ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط

(−٠,٧٢٢) إرتباط عكسي، أي أنه كلما قلت زاوية رسغ اليد اليسري تحسن دقة سقوط الكرة، ويعذى الباحث ذلك الى أنه كلما زادت درجة زاوية رسغ اليد اليسري مع المضرب كلما زاد منحني القوة الأمر الذي يؤثر علي قوة ضرب الكرة حيث أن دفع القوه يساوي القوة في زمن تأثيرها.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$y=a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2)$$

$$y\ 0.007 + (0.116 \times 177.543) + (0.067- \times 176.758)= 8.800$$

المؤشر الثالث: زاوية الكتف الأيمن لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة التصادم

أظهرت نتائج جدولي رقم (٨)، (٩) أن زاوية الكتف الأيمن ثالث المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها (٩٨,٣١٥%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٨) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية عكسية بين زاوية الكتف الأيمن ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (−٠,٦٧٩) إرتباط عكسى أي أنه كلما قلت زاوية الكتف الأيمن كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك إلى أن مهارة الإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي يتطلب الأداء الفنى له أن تقوم الذراع الضاربة بمرجحة المضرب من أسفل إلي أعلي حتي يتثني للاعب توجية الكره بدقة عالية في إتجاه منطقة الإرسال علي الحائط الأمامي، حيث يتطلب نجاح هذا الأداء إلى تقصير المدى الزاوي لزاوية الكتف الأيمن الأمر الذي يسهل حركة الذراع الضاربة والتى يكون مركزها مفصل المرفق أثناء لحظة التصادم.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$Y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3)$$

$$Y = 0.005 + (0.126 \times 177.543) + (0.055- \times 176.758) + (0.268- \times 14.381) = 8.800$$

المؤشر الرابع: السرعة الزاوية للكتف الأيسر لمهارة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش لحظة الضرب

أظهرت نتائج جدولي رقم (٨)، (٩) أن السرعة الزاوية للكتف الأيسر رابع المؤشرات مساهمة في دقة الإرسال العالي بوجه المضرب الخلفي في الاسكواش خلال لحظة التصادم، حيث بلغت نسبة مساهمتها (٩٨,٥٢٠%) وهذا يتفق مع نتائج جدول رقم (٨) الذى أثبت أن هناك علاقة إرتباطية طردية بين السرعة الزاوية للكتف الأيسر ومستوي الدقة، حيث بلغت قيمة معامل الإرتباط (٠,٦٤٤) إرتباط طردي أي أنه كلما زادت السرعة الزاوية للكتف الأيسر كلما زاد مستوى الدقة، ويعذى الباحث ذلك إلى أن اللاعب يقوم بفرد الذراع اليسري جانباً ولأعلي حتي يتثني للاعب المحافظة علي توازن الجسم أثناء عملية الضرب وبالتالي تتحسن الدقه أثناء الإرسال.

ومما سبق تكون معادلة خط الإنحدار التنبؤية هى :

$$Y = a + (b_1 \times x_1) + (b_2 \times x_2) + (b_3 \times x_3) + (b_4 \times x_4)$$

$$Y = 0.004 + (0.113 \times 177.543) + (0.038- \times 176.758) + (0.347- \times 14.381) + (0.275 \times 1.228) = 8.800$$

٥/٠ الإستنتاجات والتوصيات

٥/١ الإستنتاجات

من خلال التعرف على أهم مؤشرات الخصائص الكينماتيكية التى ساهمت في زيادة مستوي دقة أداء مهارة الارسال العالى بوجه المضرب الخلفي، تمكن الباحث من التوصل إلى الإستنتاجات التالية:

٥/١/١ تم التوصل الى متوسطات حسابية وإنحرافات معيارية لمجموعة من المتغيرات البيوميكانيكية التى يمكن إعتبارها مؤشراً هاماً بمدى زيادة مستوى دقة أداء مهارة الإرسال العالي بوجة المضرب الخلفي للاعبي الاسكواش

٥/١/٢ السرعة الرأسية للركبة اليسري، رسغ اليد الأيسر، الساق اليمني، الكتف الأيمن لحظة المرجحة ساهموا فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت ٤٥,١٢٤%، ٦٥,٩٥٨%، ٧٣,٣٥٠%، ٨٨,٩٤٧% على التوالى.

٥/١/٣ السرعة الأفقية للفخذ الأييسر لحظة المرجحة ساهمت فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت ٩٣,٤٨١%.

٥/١/٤ زاوية كل من رسغ اليد اليسري مع المضرب، المرفق الأيسر، الكتف الأيمن، لحظة المرجحة ساهموا فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت ٩٨,٩٠٩%، ٩٩,٣٣٢%، ٩٩,٤٦٦% علي التوالي.

٥/١/٥ السرعة الزاوية للمرفق الأيمن لحظة المرجحة ساهمت فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت ٩٩,٤٤٣%.

٥/١/٦ السرعة الرأسية لمنتصف تارة المضرب، الساق اليمني، المرفق الأيمن، الكتف الأيسر لحظة التصادم ساهموا فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت ٥٥,١٧٧%، ٦٢,٥٥٢%، ٧٥،٣١٩%، ٩٦,٠١٧% علي التوالي.

٥/١/٧ السرعة الأفقية للركبة اليسري لحظة التصادم ساهمت فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث بنسبة مساهمة بلغت ٨٥،٦٨٦%.

٨/١/٥ زاوية كل من الجذع الأيسر، رسغ اليد اليسري مع المضرب، الكتف الأيمن لحظة التصادم ساهموا فى زيادة مستوي الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت ٩٦,٤٢٦%، ٩٨,١٧٤%، ٩٨,٣١٥% علي التوالي.

٩/١/٥ السرعة الزاوية للكتف الأيسر لحظة التصادم ساهمت فى زيادة الدقة أثناء أداء المهارة قيد البحث وبنسبة مساهمة بلغت ٩٨,٥٢٠%.

٢/٥ التوصيات

في ضوء النتائج والإستنتاجات التي تم التوصل إليها يوصى الباحث بمايلي:

١/٢/٥ التركيز علي المؤشرات البيوميكانيكية المساهمة فى مستوي دقة أداء المهارة قيد البحث أثناء تدريب لاعبي الاسكواش مع مراعاة أولوية هذة المؤشرات أثناء تنمية القدرات البدنية الخاصة بكل مؤشر.

٢/٢/٥ التركيز علي تنمية التوافق الحركي لكل من الذراعين والجذع والرجلين من خلال وضع تدريبات نوعية خاصة فى برامج التدريب لتطوير المهارة قيد البحث.

٣/٢/٥ إستخدام تدريبات القوة المميزة بالسرعة للذراع الضاربة والتى تعمل على توليد أكبر قدر ممكن من السرعة اللازمة للأداء والمتمثلة فى سرعة تارة المضرب أثناء لحظة التصادم والتى تساهم فى زيادة الدقة للمهارة قيد البحث.

٤/٢/٥ تطبيق المعادلات التنبؤية المستخلصة من الدراسة بشكل عملي للمساهمة في زيادة مستوى الدقة للمهارة قيد البحث.

٠/٦ المراجع

١/٦ المراجع العربية

١-جمال محمد علاء الدين وناهد أنور الصباغ: **علم الحركة**، ط٦، دار الكتاب، القاهرة، ١٩٩٦م.

٢- جمال محمد علاء الدين وناهد أنور الصباغ: **علم الحركة**، ط٧، دار الكتاب، القاهرة،١٩٩٩م.

٣-خالد عبد العزيز أحمد: **تأثير حركة رسغ اليد أثناء أداء الضربة الأمامية القطرية فى رياضة الإسكواش على سرعة المقذوف**، مجلة علم النفس المعاصر والعلوم الإنسانية، مركز البحوث النفسية، كلية الاداب، جامعة المنيا، المجلد السادس عشر، إبريل ٢٠٠٥م.

٤-خالد عبد العزيز أحمد: **تأثير برنامج تدريبى نوعى لعنصرى القوة والمرونة على سرعة المقذوف فى مهارة الضربة الأمامية للاعبى الإسكواش**، رسالة دكتوراه، كلية التربية الرياضية، جامعة المنيا، ٢٠٠٣م.

٥-خالد نعيم على: **تأثير بعض الجمل الحركية المقترحة على السلوك الخططى لناشئ الإسكواش**، رسالة دكتوراه، كلية التربية الرياضية للبنين بالهرم، جامعة حلوان، ٢٠٠٤م.

٦-طلحة حسام الدين وآخرون: **أبجديات علوم الحركة – المدخل البيوميكانيكى فى دراسات علوم الحركة**، مركز الكتاب الحديث، القاهرة، ٢٠١٤م.

٧- عادل عبد البصير على : **الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق فى المجال الرياضى**، ط٢، مركز الكتاب للنشر، القاهرة،١٩٩٨م.

٨-فاطمة فاروق راتب: **بيوميكانيكية الضربة الخلفية المستقيمة وعلاقتها بالتوازن العضلي لعضلات الطرف السفلي للاعبي الإسكواش**، رسالة دكتوراه، كلية التربية الرياضية، جامعة المنيا، ٢٠١٤م.

٩-محمد إبراهيم شحاته: **التطبيقات الميدانية للتحليل الحركى فى الجمباز**، المكتبة المصرية، الاسكندرية، ٢٠٠٦م.

١٠- محمد عبد الحميد حسن: **تطبيقات ونظريات علم الحركة في الرياضات الجماعية**، مطبعة جامعة الزقازيق، الزقازيق، ٢٠١٢م.

٢/٦ المراجع الاجنبية

11-Ariff Fadiah, et al. (2012): **Joint angle production during squash forehand and backhand stroke**, Paper presented at the 30th international conference on biomechanics in sports, Australia – Melbourne.

12-Chet Murphy (1998): **Advanced Tennis**. Dubuque, Lowa.

13-Elliott Bruce (2006): **Biomechanics and Tennis**. British journal of sports medicine, 40(5) pp 392-396.

14- Elliott, B., Marshall, R., & Noffal, G. (1996): **The role of upper limb segment rotations in the development of racket-head speed in the squash forehand**. Journal of sports sciences, 14(2) pp 159-165.

15- Herzog Walter (2000): **Muscle properties and coordination during voluntary movement**. Journal of sports sciences, 18(3) pp 141-152.

16- Kyung, L. & Hee-Kyung, L. (2007): **An analysis on kinematically contributing factors at impact of forehand drive motion in squash**. Korean journal of sport biomechanics, 17(1) pp 29-39.

17- Lees Adrian (2003): **Science and the major racket sports: a review**. Journal of sports sciences, 21(9) pp 707-732.

18- Marinovic, W., Ilzuka, C. A, & Freudenheim, A. M. (2004): **Control of striking velocity by table tennis players**. Perceptual and Motor Skills, 99(3) pp 1027-1034.

19- Wong P.K.C.(2007): **Developing an intelligent table tennis umpiring system. International Conference on Intelligent Systems and Agents 2007**,3-5 July 2007, Lisbon, Portugal.

20- Yong-Hwan, et al. (2007): **The kinematic analysis of the upper extremity during backhand stroke in squash**. Korean journal of sport biomechanics, 17(2) pp 145-156.