The Effect of Some Kinematic Variables on the Accuracy of the Overwhelming Transmission in Ground Tennis

Qutaiba Harahsha[(1)] **Bashar Khazaleh**[(2)*] **Mansour Hamdoun**[(3)]

(1) Al al-Bayt University, Mafraq - Jordan.
(2) Al al-Bayt University, Mafraq - Jordan
(3) Faculty of Educational Sciences, Al al-Bayt University, Mafraq - Jordan.

Received: 25/06/2022
Accepted: 02/03/2022
Published: 03/12/2022

* *Corresponding Auther:*
basharoun@gmail.com

Abstract

The aim of the study was to identify the impact of certain kinematic variables on the accuracy of the overwhelming transmission in ground tennis. The study used the descriptive correlative approach. The sample of the study consisted of (10) players from the national ground tennis team. The Kinematic variables including (elbow angle, wrist angle, shoulder angle, ball velocity, trunk tilt angle, knee angle, the kicking angle) were used. The researchers used one digital camera (Nikon) with a speed of (50) images / sec. The results of the study showed that all the kinematic variables applied on the sample of the study were statistically siginificant at ($\alpha \leq 0.05$) associated with the accuracy of the overwhelming transmission. The results as well showed that there is a sequence in the spinning transmission in a harmonic way: from the bottom of the body to the moment of kicking the ball, which positively impacted the velocity of the ball, and in turn, the control over the accuracy and the direction of the ball became greater.

Keywords: Kinematic Variables, The Striking Arm, The Overwhelming Transmission.

أثر بعض المتغيرات الكينماتيكية على دقة الإرسال في التنس الأرضي

قتيبة حراحشة[١] بشار الخزاعلة[٢] منصور الحمدون[٣]

(١) جامعة آل البيت، المفرق، الأردن.

(٢) جامعة آل البيت، المفرق، الأردن.

(٣) كلية العلوم التربوية، جامعة آل البيت، المفرق، الأردن.

ملخص

هدفت الدراسة التعرف إلى أثر بعض المتغيرات الكينماتيكية على دقة الإرسال الساحق في التنس الأرضي. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي بصورة العلاقات الارتباطية، حيث تكونت العينة من (10) لاعبين من لاعبي المنتخب الوطني للتنس الأرضي، وتم اعتماد المتغيرات الكينماتيكية (زاوية المرفق، زاوية الرسغ، زاوية الكتف، سرعة الكرة، زاوية ميل الجذع، زاوية الركبة، زاوية انطلاق الكره). واستخدم الباحثون كاميرا تصوير فيديو رقمية نوع (**Nikon**) عدد (**1**) ذات سرعة (**50**) صورة/ ثانية، وأظهرت النتائج أن جميع المتغيرات الكينماتيكية التي طبقت على عينة الدراسة كانت دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) المرتبطة بدقة الإرسال الساحق، كما أظهرت أيضاً أن هناك تسلسل في الانتقال الحركي وبشكل متناسق وانسيابي من أسفل الجسم وصولاً إلى لحظة ضرب الكرة مما أثر بشكل إيجابي على سرعة الكرة وبالتالي أصبح التحكم بدقة واتجاه الكرة أكبر.

الكلمات المفتاحية: المتغيرات الكينماتيكية، الذراع الضاربة، الإرسال الساحق، التنس الأرضي.

المقدمة.

يعتبر علم الميكانيكا في التربية الرياضية من الأمور غاية في الأهمية؛ وذلك من أجل البحث عن أساليب جديده للتكنيك الرياضي وأيضا لحل المشكلات الفنية التي تتعلق بالتعليم والتدريب، بحيث يتم تشخيص الحركات والمهارات الرياضية للكشف عن التفاصيل الفنية للأداء بشكلها الحقيقي وبالتالي الوصول للهدف المطلوب.

وأن لكل مهارة رياضية قدرات وخصائص بدنية مرتبطة بها تؤثر في أدائها بشكل إيجابي، حيث إنَّ هناك روابط كبيرة بين القدرات البدنية والمتغيرات والكينماتيكية ودرجة إتقان الأداء المرتبط بمستوى الأنجاز في مختلف الألعاب الرياضية، لذلك يجب على المتخصصين بالشأن الرياضي أن يأخذوا بالحسبان المواصفات الحركية والمهارية عند اختبارهم للرياضيين بما يتناسب ومهارات كل لعبة، وتكمن عن طريق اختبار الصفات الحركية الخاصة بكل لعبة رياضية (الخزاعلة والعجمي، 2017).

وقد تطور علم الميكانيكا والتحليل الحركي بطرق مختلفة منها ما هو مباشر كتطور مجالات علمية ونظرية مرتبطة بحركة الأجسام، ومنها ما هو غير مباشر كتطور العلوم الأخرى مثل التشريح وأجهزة القياس المختلفة والتصوير بأنواعه (الفيديوي والسينمائي) والذي يعدُّ من أفضل وسائل التحليل الكينماتيكي كونه يسمح بوصف الأداء دون المشاركة فيه، أو من خلال منصة قياس القوة، وعلم الحاسبات الإلكترونية وتطبيقاتها المتنوعة مثل برنامج كينوفا (Kinovea) والذي يساهم في الحصول على بيانات دقيقة ترتبط بحركة الإنسان مما ساهم وبشكل كبير في تطوير وسائل وطرق التدريب لمختلف الألعاب الرياضية والنهوض بقدرات المدرب واللاعب الوظيفية، ورفع الثقة بمجال التدريب الرياضي (بني سعيد، 2014).

وينقسم علم الميكانيكا إلى عدة أقسام مثل: التحليل الكينماتكي (الظواهر) والذي يصف حركة الإنسان سواء كانت حركات انتقالية (الزمن، والمسافة، والسرعة، والتسارع) أو حركات دورانية (التسارع الزأوي، الزاوية، والسرعة الزاوية). كما تقسم الزوايا إلى نوعين هما الزاوية النسبية وتكون محصورة بين نهايتين، والزاوية المطلقة والتي تشكلها قطعة واحدة. والتحليل الكيناتيكي (السببي) والذي يبحث في مسببات الحركة ونواتجها، كما وتلعب العديد من المتغيرات الأنثروبومترية (كالطول، والوزن) دورًا مساعدًا في مثل هذا النوع من التوصيفات (الفضلي، 2010).

وتعتبر رياضة التنس من الرياضات التي تطورت بسرعة فائقة في العقود الأخيرة، ونتيجة لهذا التطور اتسعت قاعدة الأشخاص الذين يمارسون هذه اللعبة الأمر الذي يعكس مقدار قيمتها الحقيقية. ومن أجل تطوير المستوى الفني والبدني والنفسي والوظيفي لها تم ادخال الطرق العلمية في التدريب وإجراء الدراسات والبحوث بشكل عام والميكانيكا بشكل خاص.

ولعب التحليل الميكانيكي دوراً مهماً في المجال الرياضي، فهو يبين أهمية الزوايا (مثل زاوية الكتف والمرفق والركبة) في تنفيذ المهارات بشكل عام والمهارات الهجومية بشكل خاص كالمهارة الموجوده في لعبة التنس الأرضي، وبالتالي يستطيع المدربين توجيه اللاعبين بناءً على القيم الكينماتيكية المتوفرة (Gowitzke،2000 ،and Waddell).

وأن مهارة الإرسال في التنس الأرضي من المهارات الاساسية المهمة، حيث تتميز هذه المهارة بصعوبة التكنيك الخاص بها، لذلك تتطلب درجة عالية من التوافق والربط الصحيح بين أجزائها الحركية المتسلسلة، وذلك لأن الإرسال الجيد قد يحسم النقطة من بدايتها للاعب إذا تم أدائها بالأسلوب والطريقة العلمية الصحيحة (الحربي، ٢٠١٤).

وتعد رياضة التنس الأرضي من الرياضات التي تم الإقبال عليها حديثا في مجتمعنا الأردني، حيث تأسس الاتحاد الأردني للتنس الأرضي عام ١٩٨٠م، وذلك بمبادرة من صاحب الجلالة الملك الحسين بن طلال طيب الله ثراه، حيث قام جلالة الملك الراحل ملاعب الحسين للتنس في مدينة الحسين للشباب على نفقته الخاصة، وذلك بإنشاء ستة ملاعب وأطلق عليها اسم ملاعب الحسين الشعبية.

تعتبر رياضة التنس من الرياضات التي لم تلقَ اهتمام كبير على المستوى المحلي، وأيضاً هناك قلة في الدراسات والأبحاث التي تتأولت رياضة التنس الأرضي بشكل عام ومهارة الإرسال بشكل خاص، وذلك لتحسين اللاعبين في هذه اللعبة خاصة في الإرسال لزيادة الفرص لتحقيق الفوز وبالتالي الوصول للهدف المطلوب، ويؤمل على نتائج هذه الدراسة أن تساعد المختصين في انتقاء الناشئين في لعبه التنس الأرضي من خلال معرفة الوصف الكينماتيكي للاعبين، ومن هنا تكمن أهمية هذه الدراسة.

مشكلة الدراسة.

تعتبر رياضة التنس الأرضي من الرياضات التي انتشرت بشكل ملحوظ بالأونة الأخيرة وذلك لأنها تعتبر من الرياضات التي تكسب الفرد اللياقة البدنية العالية، وتعد وسيلة للترفيه في وقت الفراغ.

وأصبحت المتغيرات الكينماتيكية من الأمور الأساسية التي يبني المدربون خططهم التدريبية عليها، فأصبح الإهتمام بالمتغيرات لاختيار اللاعبين مقياساً يميز المدرب الجيد عن غيره بغرض الوصول بلاعبيه إلى مستويات متقدمة وبأقصر الطرق، كما ساعد التحليل الحركي في تسهيل شرح المهارات المختلفة للاعبين وتوضيح نقاط القوة الواجب التركيز عليها في أثناء التدريب، وبالتالي كان من الأيسر على المدربين اتباع المتغيرات الكينماتيكية في تطوير خططهم التدريبية بهدف تحسين الأداء وذلك بتوجيه اللاعبين بالطرق العلمية المقننة.

ومن خلال متابعة الباحثون للمباريات العالمية والمحلية وإطلاعهم على الدراسات التي تهتم بالإرسال في التنس الأرضي، لاحظوا تدني مستوى أداء لاعبي المنتخب الوطني بالمقارنة مع اللاعبين الدوليين والعالميين من الدول المتقدمة في هذه الرياضة وخاصة أبطال العالم مثل روجير فيدلر ونادل وغيرهم، وأيضا عدم توفر التقنيات والتسهيلات المتعلقة بإجراء القياسات الكينماتيكية من آلات تصوير وغيرها، والتي تساعد إلى التعرف على نقاط الضعف والقصور في الأداء ومحاولة إصلاحها والنقاط الإيجابية ومحاولة تعزيزها وتطويرها، ولاحظوا قلة الدراسات في رياضة التنس الأرضي خاصة الدراسات المبنية على التحليل الحركي، والتي تتناول موضوع الإرسال في التنس الأرضي؛ لما له أهميه

كبيرة في حسم النقطة للاعب إذا ما تم إتقانه وفقاً لمعايير علمية تتعلق بالتحليل الحركي، ومن هنا جاءت مشكلة الدراسة للتعرف على أثر بعض المتغيرات الكينماتيكية على دقة الإرسال الساحق في التنس الأرضي على عينة من لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي.

هدف الدراسة.

١- التعرف إلى أثر بعض المتغيرات الكينماتيكية (زاوية الرسغ، زاوية المرفق، زاوية الكتف، زاوية ميل الجذع، زاوية الركبة، سرعة الكرة، زاوية انطلاق الكرة) على دقة الإرسال عند لاعبي المنتخب الوطني الأردني للتنس الأرضي.

تساؤل الدراسة.

١- ما أثر بعض المتغيرات الكينماتيكية (زاوية الرسغ، زاوية المرفق، زاوية الكتف، زاوية ميل الجذع، زاوية الركبة، سرعة الكرة، زاوية انطلاق الكرة) على دقة الإرسال عند لاعبي المنتخب الوطني الأردني للتنس الأرضي؟

مجالات الدراسة.

اقتصرت الدراسة على المجالات الآتية:

المجال البشري: لاعبي المنتخب الأردني للتنس الأرضي.

المجال الزماني: الفترة ما بين ٢٠٢١/١/٥ – ٢٠٢١/٢/١٧.

المجال المكاني: ملاعب التنس الأرضي التابعة للاتحاد الأردني للتنس الأرضي في مدينة الحسين للشباب/ العاصمة عمان.

مصطلحات الدراسة.

التحليل الكينماتيكي: "هو وصف الأداء الحركي وصفًا ظاهريًا دون القوة المسببة له، ويمكن للحركة أن تكون انتقالية مثل: (الزمن والمسافة والإزاحة والسرعة والتسارع)، ويمكن أن تكون دورانية مثل: (الزمن والزاوية والسرعة الزاوية والتسارع الزأوي)" (الكيلاني، ٢٠٠٧).

الإرسال الساحق في التنس الأرضي (تعريف إجرائي): هو أحد المهارات ذات الطابع الهجومي في التنس الأرضي، وتأثير فعال للاعب المرسِل إذا نفذه بالطريقة الصحيحة، مما يرفع درجة صعوبة استقباله من اللاعب المنافس، ويجب أن يرتكز في تنفيذه على قوة عضلات الرجلين للقفز وعضلات البطن والظهر حتى يستطيع الجسم التقوس إلى الخلف وإلى الأمام، وأيضاً عضلات الأكتاف والذراعين لضرب الكرة.

الدراسات السابقة.

قام الباحثون بعرض مجموعة من الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة وحداثتها ووفق التسلسل الزمني لها:

هدفت دراسة مبدر **(2019)** إلى تقويم مستوى أداء ضربة الإرسال القوسي بالتنس الأرضي في ضوء بعض المتغيرات الكينماتيكية للاعبي منتخب جامعة المثنى على وفق الأنموذج العالمي. واستخدم الباحثون المنهج الوصفي بطريقة المسح، وتكونت عينة البحث من لاعب واحد من لاعبي منتخب جامعة المثنى بالتنس الأرضي، وتم استخدام كاميرا تصوير فيديو نوع **(sony110،4)** ذات تردد ١٠٠صورة/ ثانية، وأظهرت النتائج الدراسة حصول نتيجة معنوية للأنموذج العالمي في بعض المتغيرات (زاوية انطلاق الكرة، زاوية مفصل الركبة الأمامية في أقصى أثناء لها). وتقارب مستوى لاعب جامعة المثنى والأنموذج العالمي في متغير أقصى ارتفاع للكرة قبل التلامس، سرعة الانطلاق، زمن حركة المضرب، السرعة الزاوية، السرعة المحيطة، زاوية المضرب مع الساعد وزاوية ميلان الجذع. ومن أهم التوصيات كانت التأكد على تقريب زاوية انطلاق الكرة للاعب منتخب جامعة المثنى من الأنموذج العالمي.

بينما قام الحربي**(2014)** بدراسة هدفت لمقارنة بعض المتغيرات الكينماتيكية لا نموذجين بالإرسال القوسي العالي بالتنس الأرضي. واستخدم الباحثون المنهج الوصفي بالأسلوب المسحي، وقت بلغت العينة من لاعبين مصنفين من لاعبي الجامعات العراقية المشاركين في بطولة الجامعات العراقية **(2012-2013)**، وتم استخدام كميرتي فيديو عدد (٣) من نوع **canon** بتردد ١٢٥صورة/ ثانية، وأظهرت النتائج ظهور تباين كبير ومتفأوت في متغيرات لاعب منتخب جامعة بابل بما يعطي مؤشراً على اختلاف في المواصفات الجسمية فضلاً عن الأسس التدريبية غير الموحده والتي تعكس الجهد المبذول في سبيل تهيئتهم إلى البطولات القادمة. ومن أهم التوصيات كانت الاهتمام بزاوية مفصل

المرفق في أقصى انثناء لها قبل لحظة ضرب الكرة وكذلك التركيز على زاوية مفصل الكتف عند ضرب الكرة لما لها من تأثير في زيادة سرعة انطلاق الكرة.

وأجرى كولمن **(Coleman, 2006)** دراسة التحليل السينماتوغرافي ذو الأبعاد الثلاثة لإرسال التنس، واستخدم الباحثون المنهج الوصفي، حيث تكونت عينة الدراسة من أربعة لاعبين وأربع لاعبات متوسط أعمارهم **(20.4)** وهذه العينة تمثل أعلى مستوى دولي بالاعتماد على نتائجها، وتأكيد المدربين حول كفاءتهم العالية بالإرسال. وتم استخدام ثلاثة كاميرات فيديو وكانت سرعتها ٢٠٠ صورة/ ثانية، وأسفرت النتائج إلى أن أعلى ارتفاع يحصل عليه اللاعب عند ضرب الكرة يكون نتيجة لامتداد مفاصل الجسم لحظة ضرب الكرة، وأن تكون زاوية الكتف والمرفق والرسغ **(180º)** وبينت النتائج أن سرعة الكرة كانت **(34.4)** للذكور و **(42.4)** للإناث. وأوصى الباحث بضرورة بالتركيز على القياسات الميكانيكية ومقارنتها بالقياسات العالمية من أجل تحسين مستوى اللاعبين.

حيث قام طلفاح **(2005)** بدراسة هدفت إلى للتعرف إلى قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية وعلاقتها ببعض المتغيرات الأنثربومترية لمهارة الإرسال في التنس، واستخدم الباحثون المنهج الوصفي لملاءمته طبيعة هذه الدراسة، وتكونت عينة الدراسة من أربعة لاعبين يمثلون المنتخب الوطني الأردني للتنس، وتم استخدام كاميرا فيديو نوع **sony** بسرعة ٢٥ صورة/ثانية، وقد أظهرت النتائج بأن هناك تتابع في السرعات لمفصل الحوض ومفصل الكتف ومفصل المرفق ومفصل الرسغ، وجود علاقة ارتباطية قوية بين بعض المتغيرات الكينماتيكية مع بعضها، ووجود علاقة ارتباطية قوية أيضاً بين بعض المتغيرات الأنثروبومترية والمتغيرات الكينماتيكية. ومن أهم التوصيات كانت أن يهتم المدربين في توجيه لاعبيهم لملاحظة أدائهم من خلال تصوير هذا الأداء وعرضه لهم ليكونوا على فهم أفضل لتغيير الأخطاء التي يمكن أن يقعوا بها خلال الأداء.

بينما أجرى كأو **(chow, 2003)** دراسة هدفت إلى التعرف على بعض المتغيرات الكينماتيكية للكرة والمضرب وقبل لحظة التلامس مع المضرب في الإرسال الأول والثاني في التنس، واشتملت عينة الدراسة على لاعبين من النخبة (أربعة ذكور وأربع إناث) يؤدون الإرسال باليد اليمنى، واستخدمت الدراسة كامرتين تصوير ذات سرعات (**200** صورة/ ثانية)، وأدى اللاعبين الإرسال الأول والثاني من جهة التعادلات، وتم اختبار العلاقة بين الإرسال الأول والثاني؛ حيث أظهرت النتائج أن المضرب في الإرسال الأول كان في نقطة أكثر للأمام وللأعلى عنه في الإرسال الثاني، وكانت سرعة الإرسال

الأول أعلى من سرعة إرسال الثاني حيث نقصت السرعة في الإرسال الثاني عن الأول بمعدل (**24%**)، كما أن اللاعبين خلال الإرسال الدوراني كانوا يقذفون الكرة للأعلى بشكل مغلق مع الجسم وكان هناك تغيير في سرعه الحركة العامودية للمضرب على الكرة عند الانتقال من الإرسال الأول إلى الإرسال الثاني. وأوصى الباحث بتوجيه المدربين والمعنيين إلى الاهتمام والمعرفة للمبادئ البيوميكانيكية في اختبار الأداءات المختلفة لدى اللاعبين، وذلك من خلال حساب مقادير هذا الأداء للوصول إلى الهدف المنشود.

بينما عمل اليوت وأخرون (**ellott & et al, 2003**) دراسة هدفت إلى التعرف على تأثيرات الأداء على الحمل للأطراف العليا خلال إرسال التنس في مقارنه بين الأحمال على الكتف والمرفق، واستخدمت الدراسة كاميرات تصوير ذات تردد (**200**صورة/ثانية) ترصد حركة الإرسال لعشرين لاعب ولاعبه خلال أولمبياد سيدني، حيث رصدت سرعه الكرة باستخدام الرادار (**radar gun**)، وبرامج ديناميكية لحساب ثلاثة أبعاد للكتف والمرفق للتعرف على الخصائص الكينماتيكية والكينيتيكية، حيث أظهرت النتائج بأن الرجال سجلت سرعات عالية للإرسال بلغت (**183**كم/ساعة) والسيدات (**149**/ ساعة)، وكان عزم الدوران الداخلي للكتف في الوضع عندما كانت الذراع في أقصى امتداد(**64.9** نيوتن/متر) والسيدات (**37.5**نيوتن/متر) وعزم المرفق للرجال(**67.6**نيوتن/متر)، وللسيدات كان عزم المرفق(**41.2** نيوتن/متر)، وبلغت مجموع العزوم للرجال(**608.3** نيوتن/متر) وللسيدات (**7،363** نيوتن/متر)، كما أن الحمل الواقع على الكتف والمرفق لدى الرجال كان أعلى منه عند الإناث، كما أن ثني الركبتين كان له دور في تحسين المتغيرات الكينتيكية خلال التحضير الخلفي لحركة الإرسال، وكان لنمط التحضير الخلفي دور في التقليل من تأثير الحمل على الكتف والمرفق. وأوصى الباحث بضرورة تنمية القوة العضلية لأجزاء الجسم المختلفة والتي لها علاقة في إتقان أداء خلال الإرسال في التنس الأرضي.

الطريقة والإجراءات.

منهج الدراسة.

تم استخدام المنهج الوصفي نظراً لملاءمته لطبيعة هذه الدراسة وهدفها.

مجتمع الدراسة.

تكون مجتمع الدراسة من جميع لاعبي المنتخب الوطني الأردني للتنس الأرضي خلال العام

2021/2020م، وبلغ عددهم (**15**) لاعباً.

عينة الدراسة.

تكونت عينة الدراسة من (**10**)لاعبين من لاعبي المنتخب الوطني للتنس الأرضي، وتم اختيار العينة بالطريقة القصدية.

الجدول (1) يوضح توصيف أفراد عينة الدراسة

الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم التفلطح والالتواء للمتغيرات الشخصية لأفراد العينة

المتغير	الوحدة	أدنى قيمة	أعلى قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الالتواء	التفلطح
الوزن	كغم	73.00	78.00	75.60	1.84	-0.06	-1.16
الطول الكلي	سم	179.00	185.00	181.80	2.44	0.29	-1.87
العمر	سنة	19.00	23.00	21.40	1.43	-0.89	-0.16

يظهر من الجدول (٢) ما يلي:

١. تراوحت أوزان أفراد عينة الدراسة ما بين (٧٣.٠٠–٧٨.٠٠) كغم، بمتوسط حسابي (٧٥.٦٠± ١.٨٤)، وبلغ قيمة الالتواء (–٠.٠٦) وهي قيمة سالبة وأكبر من (–٣) مما يعني أن الالتواء للقيم ضمن الحدود الطبيعي.

٢. تراوحت أطوال أفراد عينة الدراسة ما بين (١٧٩–١٨٥) سم، بمتوسط حسابي (١٨١.٨٠± ٢.٤٤)، وبلغ قيمة الالتواء (٠.٢٩) وهي قيمة موجبة وأقل من (٣) مما يعني أن الالتواء للقيم ضمن الحدود الطبيعي.

٣. تراوحت أعمار أفراد عينة الدراسة ما بين (١٩–٢٣) سنة، بمتوسط حسابي (٢١.٤٠± ١.٤٣)، وبلغ قيمة الالتواء (–٠.٨٩) وهي قيمة سالبة وأكبر من (–٣) مما يعني أن الالتواء للقيم ضمن الحدود الطبيعي.

أداة الدراسة.

ولكي يتم أنجاز أهداف الدراسة قام الباحثون باستخدام الأدوات الآتية:

١- كاميرا تصوير فيديو رقمية نوع (**Nikon**) عدد (**1**) ذات سرعة (**50**) صورة/ ثانية تم فيها

تصوير أفراد العينة أثناء أداء الإرسال الساحق بهدف استخراج المتغيرات الكينماتيكية.

٢- علامات فسفورية لاصقة توضع على المعالم التشريحية لمفاصل اللاعب الآتية (الكتف، المرفق، الرسغ، الحوض، الركبة).

٣- استمارات تسجيل نتائج المتغيرات الكينماتيكية.

٤- مقياس رسم بطول متر واحد.

٥- شريط القياس مرن

٦- ميزان طبي: لقياس أوزان أفراد العينة.

٧- جهاز حاسوب (**LAP TOP**): لإتمام عمليات التحليل الحركي عبر برمجية الكينوفا.

٨- برنامج كينوفا (**Kinovea.Setup.0.8.15.2019**).

٩- كرات تنس أرضي ومضرب.

١٠- حامل آلة تصوير ثلاثي.

١١- ملعب تنس أرضي.

صدق الاختبار.

وبهدف التحقق من صدق الاختبار قام الباحثون باستخدام التناسق الداخلي (Internal-Consistency)، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بين التطبيقين (٠.٧٣) وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى($\alpha \leq 0.05$).

ثبات الاختبار.

للتحقق من ثبات اختبار الدراسة قام الباحثون باستخدام طريقة تطبيق وإعادة التطبيق (Test-R Test)، إذ تم تطبيق الاختبار على العينة البالغة (5) لاعبين وإعادة تطبيقه مرة ثانية بعد مرور أسبوع على التطبيق الأول على العينة نفسها التي تم استثناؤها من العينة الأصلية للدراسة، ثم تم استخراج معامل الارتباط بين التطبيقين.

إجراءات تنفيذ الدراسة.

١- مراجعة الأدب النظري والدراسات المتعلقة بالمتغيرات الكينماتيكية ومتغيرات الدراسة، واعتماد المتغيرات الأكثر ملائمة.

٢- اعتماد المتغيرات الملائمة للدراسة، وعرضها على مجموعة من المختصين للتأكد من صلاحيتها ومناسبتها لهذه الدراسة.

٣- اختيار أفراد عينة الدراسة من لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي.

٤- الحصول على كتب تسهيل مهمة الباحثون لتنفيذ الدراسة.

٥- قام الباحثون باختيار مساعدين اثنين أحدهما من حملة درجة الدكتوراه في التربية الرياضية والآخر من حملة البكالوريوس في الرياضيات، بالإضافة إلى الاستعانة بمختص وذلك لتصوير أفراد العينة بعد شرح التعليمات وتوضيح آلية التصوير.

- تم التواصل مع منسق الاتحاد الأردني للتنس الأرضي هاتفيا، ثم التواصل مع المدير الفني للمنتخب الوطني الأردني هاتفيًا وتحديد موعد للقاء أفراد المنتخب.

٦- تم تحديد يوم الخميس الموافق **2020/12/3**م الساعة الخامسة عصرًا في ملاعب مدينة الحسين للشباب وأخذ عينة استطلاعية قوامها (**5**) لاعبين من خارج عينة الدراسة.

٧- تم تحديد يوم الخميس الموافق **10/ 2/2020**م الساعة الخامسة عصراً في مدينة الحسين للشباب الكائن في مدينة عمان موعداً لاطلاع اللاعبين على تعليمات الدراسة وأخذ المتغيرات المعدة مسبقاً، حيث قام اللاعبون بإجراء الإحماء اللازم بإشراف المدرب العام للمنتخب الوطني.

٨- تم تجهيز الملعب بالأدوات ثم قام الباحثون بالاجتماع مع أفراد العينة وشرح أهداف الدراسة لهم والمتغيرات المطلوبة وآلية تنفيذ المهارة المطلوبة.

٩- تم إجراء المتغيرات بناءً على معرفة الباحثين بطرق قياسها وتسجيل النتائج على استمارات مخصصة لكل قياس وهي كالآتي:

أ. الطول الكلي للجسم: يتم قياسه بشريط القياس المرن، ويكون القياس من نقطة ملامسة العقب للأرض إلى أعلى نقطة في جمجمة الرأس، ويحدد القياس بالسنتيمتر على جدار بشكل طولي من الأرض إلى الأعلى، ويقف اللاعب وظهره مواجه وملتصق للحائط وذراعيه أسفل جانب جسمه، ويكون جسمه ممدوداً ونظره للأمام؛ ليقوم الفاحص بوضع مسطرة على أعلى نقطة في جمجمة الرأس بشكل موازٍ للأرض لتتم القراءة من هذه النقطة.

ب. الوزن: يتم قياسه باستخدام الميزان الطبيّ، وذلك بعد تجريب الميزان قبل استخدامه للتأكد

من صلاحيته، ويقاس الوزن بالكيلوجرام، ويتم القياس بوقوف الشخص على منتصف الميزان (الخزاعلة والعجمي، 2017).

ج. زاوية ميل الحوض (الجذع) أثناء التهيؤ: هي الزاوية المحصورة ما بين امتداد محور الجذع الطولي وبين محور الفخذ الطولي.

د. زاوية انطلاق الكرة: وهي الزاوية المحصورة بين الخط الأفقي ومسار مركز ثقل الكرة لحظة ضرب الكرة.

ه. زاوية المرفق: وهي الزاوية المحصورة ما بين امتداد محور العضد الطولي ومحور عظم الساعد الطولي لحظة لمس اللاعب للكرة.

و. سرعة الكرة: هو التغير في الإزاحة الحاصلة بالنسبة للزمن للكرة لحظة ضرب اللاعب لها.

ز. زاوية الكتف: وهي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل من مفصل المرفق إلى مفصل الكتف والخط الواصل بين مفصل الكتف إلى مفصل الحوض في الجسم.

ح. زاوية الرسغ: وهي الزاوية المحصورة بين الخط الواصل بين مفصل المرفق إلى مفصل الرسغ والخط الواصل بين مفصل الرسغ وآخر نقطة تماس مع الكرة (إبراهيم ومحمود، **2014**).

ط. دقة الإرسال الساحق: عدد الإرسالات الصحيحة الناجحة.

تجهيزات اللاعبين.

- تم تجهيز اللاعبين من خلال منحهم وقتاً كافياً للإحماء بإشراف المدير الفني للمنتخب.
- تم وضع العلامات الفسفورية اللاصقة على مفاصل الجسم المواجهة لكاميرا التصوير وهي (الكتف، المرفق، الرسغ، الحوض، الركبة، القدم) على الجهة المواجهة للكاميرا (الجهة اليمنى للاعبين).
- قام اللاعب (عينة الدراسة) بعمل تجارب أولية دون تصوير (محاولات) ثم تم تصوير اللاعبين بالكاميرا.

إجراءات التصوير .

- تم استخدام كاميرا تصوير فيديو رقمية نوع (**Nikon**) عدد (**1**) ذات سرعة (**50**) صورة/ ثانية تم فيها تصوير جميع محاولات أفراد العينة أثناء أداء.

- تم تثبيت الكاميرا على مسافة تبعد (**7.5** م) على الجانب الأيمن للاعب وبارتفاع (**1.70** م) عن الأرض. وكان مقياس الرسم كل (**5** سم) على الشاشة يعادل (**1**×**1**م) على الواقع كما في الملحق رقم (**4**).
- تم منح كل لاعب خمس محاولات مع وقت كافٍ للاستعداد بين كل محاول وأخرى.
- تم المحافظة على ثبات الكاميرا خلال فترة التصوير كاملة وعدم تحريكها.

إجراءات التحليل.

- تحميل الفيديوهات على جهاز الحاسوب (**LAP TOP**) والذي يحتوي على برمجية الكينوفا (**Kinovea.Setup.0.8.15.2019**) وتحديد أفضل المحاولات لكل لأعب من خلال مشاهدة الفيديوهات.
- تحليل المحاولات الأفضل من خلال برنامج التحليل الحركي (**Kinovea. Setup. 0.8.15. 2019**) واستخراج متغيرات الدراسة.
- إجراء المعالجات للبيانات بالطرق الإحصائية المناسبة واستخراج النتائج ومناقشتها وتقديم مجموعة من التوصيات في ضوئها.

مواصفات أداء الاختبار.

الهدف من الاختبار التعرف إلى أثر المتغيرات الكينماتيكية على دقة الإرسال الساحق في التنس الأرضي، حيث قام كل مختبر بأداء (**5**) محاولات صحيحة للإرسال الساحق وعلى المراكز التي تم تحديدها بحيث تكون الدرجة العليا (**5**) درجات والدرجة الدنيا (**0**) (الهيتي، **2005**).

طريقة تسجيل الاختبار.

حيث تم التسجيل بالطريقة الآتية:

- نقطة واحدة الذي سقطت الكرة في المنطقة المحددة من الملعب.
- صفر نقطة للإرسال الذي يسقط خارج المنطقة المحددة أو خارج الملعب نهائياً.

متغيرات الدراسة.

- **المتغيرات المستقلة:**

١- المتغيرات الكينماتيكية الانتقالية والدورانية، وتشمل:

- زاوية ميل الحوض (درجة).
- زاوية المرفق(درجة).
- سرعة الكرة (م / ث).
- زاوية الكتف (درجة).
- زاوية الرسغ (درجة).
- زاوية الركبة (درجة).
- زاوية انطلاق الكرة (درجة).

- **المتغير التابع:**

- نتائج اختبار مهارة دقة الإرسال الساحق في التنس الأرضي لدى لاعبي المنتخب الوطني الأردني.

المعالجة الإحصائية.

استخدم الباحثون المعالجات الإحصائية **(SPSS)**، لاستخراج نتائج الدراسة:

١- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ومعاملات الالتواء والنسب المئوية لجميع قياسات الدراسة.

٢- معاملات الارتباطات البيئية بين المتغيرات الكينماتيكية بدقة الإرسال الساحق.

٣- نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد للقياسات الكينماتيكية على دقة الإرسال الساحق.

عرض ومناقشة النتائج.

يتضمن هذا الجزء عرض نتائج الدراسة التي هدفت للتعرف على أثر بعض المتغيرات الكينماتيكية على دقة الإرسال الساحق في التنس الأرضي، وسيتم عرض نتائج الدراسة بالاعتماد على أسئلتها، وفيما يلي عرض نتائج:

- **النتائج المتعلقة بتساؤل الدراسة ونصه:** التعرف إلى أثر بعض المتغيرات الكينماتيكية (زاوية الرسغ، زاوية المرفق، زاوية الكتف، زاوية ميل الجذع، زاوية الركبة، سرعة الكرة، زاوية انطلاق الكرة) على دقة الإرسال عند لاعبي المنتخب الوطني الأردني للتنس الأرضي.

وللإجابة عن هذا التساؤل تم قياس المتغيرات الكينماتيكية لأفراد عينة الدراسة من لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي، والجدول (2) يوضح ذلك.

الجدول (2)

المتغيرات الكينماتيكية لأفراد عينة الدراسة من لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي

رقم اللاعب	زاوية الرسغ	زاوية المرفق	زاوية الكتف	زاوية ميل الجذع	زاوية الركبة	سرعة الكرة	زاوية انطلاق الكرة
اللاعب الأول	156	160	150	28	115	190	90
اللاعب الثاني	170	155	155	30	110	180	91
اللاعب الثالث	140	162	148	38	113	185	95
اللاعب الرابع	166	161	162	29	105	188	88
اللاعب الخامس	162	145	158	33	102	178	93
اللاعب السادس	160	156	156	32	109	181	98
اللاعب السابع	144	153	149	37	105	185	97
اللاعب الثامن	165	158	165	29	111	182	92
اللاعب التاسع	145	148	164	31	104	177	95
اللاعب العاشر	152	144	155	35	114	184	96

وتم أيضا استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات أفراد عينة الدراسة من لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي في المتغيرات الكينماتيكية، الجدول (3) يوضح ذلك.

الجدول (3):

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياسات أفراد عينة الدراسة من لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي في المتغيرات الكينماتيكية

المتغير	أدنى قيمة	أعلى قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
زاوية الرسغ	144.00	170.00	158.80	10.03
زاوية المرفق	144.00	162.00	153.60	6.28
زاوية الكتف	148.00	165.00	156.40	6.95
زاوية ميل الجذع	28.00	38.00	33.20	3.91

المتغير	أدنى قيمة	أعلى قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
زاوية الركبة	102.00	115.00	108.20	4.92
سرعة الكرة	177.00	190.00	184.20	4.96
زاوية انطلاق الكرة	88.00	98.00	92.60	3.75

يظهر من الجدول (**3**) ما يلي:

١- تراوحت درجات أفراد العينة على متغير " زاوية الرسغ " ما بين (144.00-170.00)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم (158.80±10.03). حيث كانت أعلى قيمة (170.00)، وأدنى قيمة كانت (144.00).

٢- تراوحت درجات أفراد العينة على متغير " زاوية المرفق " ما بين (144.00-162.00)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم (153.60±6.28). وكانت أعلى قيمة(162.00)، وأدنى قيمة هي (144.00).

٣- تراوحت درجات أفراد العينة على متغير " زاوية الكتف " ما بين (148.00-165.00)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم (156.40±6.95). و كانت أعلى قيمة (165.00)، وأدنى قيمة هي (148.00).

٤- تراوحت درجات أفراد العينة على متغير " زاوية ميل الجذع " ما بين (28.00-38.00)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم (33.20±6.95). وكانت أعلى قيمة (38.00)، وأدنى قيمة هي (28.00).

٥- تراوحت درجات أفراد العينة على متغير " زاوية الركبة " ما بين (102.00-115.00)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم (108.20±4.92). وكانت أعلى قيمة(115.00)، وأدنى قيمة هي (102.00).

٦- تراوحت درجات أفراد العينة على متغير" سرعة الكرة " ما بين (177.00-190.00)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم (184.20±4.96). وكانت أعلى قيمة(190.00)، وأدنى قيمة هي (177.00).

٧- تراوحت درجات أفراد العينة على متغير " زاوية انطلاق الكرة " ما بين (88.00-98.00)، حيث بلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم (92.60±3.75). وكانت أعلى قيمة(98.00)، وأدنى قيمة هي (88.00).

للإجابة عن هذا تساؤل الدراسة تم استخراج معاملات الارتباطات البيئية بين المتغيرات الكينماتيكية لأفراد عينة الدراسة ودقة الإرسال الساحق لدى لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي، كما تم تطبيق معادلة الانحدار المتعدد لدراسة نسبة تأثير بعض المتغيرات الكينماتيكية على دقة الإرسال الساحق لدى لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي، والجدول (٤) يوضح ذلك:

الجدول (4):

معاملات الارتباطات البيئية بين المتغيرات الكينماتيكية لأفراد عينة الدراسة ودقة الإرسال الساحق لدى لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي

المتغيرات الكينماتيكية	دقة الإرسال الساحق
زاوية الرسغ	0.866**
زاوية المرفق	0.806**
زاوية الكتف	0.804**
زاوية ميل الجذع	0.835**
زاوية الركبة	0.827**
سرعة الكرة	0.835**
زاوية انطلاق الكرة	0.728**

***دال عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠.٠٥).**

**** دال عند مستوى دلالة ($\alpha \leq$ ٠.٠١).**

يتضح من الجدول أن جميع معاملات الارتباط بين المتغيرات الكينماتيكية لأفراد عينة الدراسة ودقة الإرسال الساحق لدى لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي كانت دالة إحصائياً، مما يشير إلى أن هذه المتغيرات من الممكن أن يكون لها نسبة تفسير عالية في دقة الإرسال الساحق، وللكشف عن ذلك تم استخدام الانحدار الخطي المتعدد، والجدول (٥) يوضح ذلك.

الجدول (5):

نتائج تطبيق معادلة الانحدار المتعدد لدراسة نسبة مساهمة المتغيرات الكينماتيكية المختارة في التنبؤ بدقة الإرسال الساحق لدى لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي

المتغيرات الكينماتيكية	نسبة المساهمة	قيمة (ت) لنسبة المساهمة	الدلالة الإحصائية
الثابت	8.214		
زاوية الرسغ	0.148	2.891	0.048
زاوية المرفق	0.463	3.816	0.001
زاوية الكتف	0.085	2.969	0.038
زاوية ميل الجذع	0.178	3.299	0.002
زاوية الركبة	0.311	2.054	0.048
سرعة الكرة	0.334	3.349	0.002
زاوية انطلاق الكرة	0.381	3.524	0.004
R	0.887		
R Square	0.786		
F	13.692		
الدلالة الإحصائية	0.000		

يظهر من الجدول (٥) أن هناك تبايناً في نسبة مساهمة المتغيرات الكينماتيكية المختارة في التنبؤ بدقة الإرسال الساحق لدى لاعبي المنتخب الوطني الأردني في التنس الأرضي بلغت قيمة (F) (13.692) وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$)، كما يظهر من الجدول أن الأثر المشترك للمتغيرات الكينماتيكية المختارة في دقة الإرسال الساحق في التنس الأرضي والمعبر عنه من خلال قيمة (R) بلغ (٠.٨٨٧)، وبلغت القدرة التنبؤية للمتغيرات الكينماتيكية المختارة في الإرسال الساحق (٧٨.٦%).

يظهر من الجدول رقم (٥) بأن أكثر المتغيرات الكينماتيكية مساهمة في الإرسال الساحق قياس (زاوية المرفق)؛ إذْ بلغت قيم (β، T) (٠.٤٦٣، ٣.٨١٦) على التوالي وهي قيم دالة إحصائياً، ويعزو الباحثون هذه النتيجة إلى أن عند ثني الركبتين أقصى انثناء فأن المضرب سوف يصبح فوق الكتف الأيمن من خلال ثني مفصل المرفق مشكلاً زاوية بين العضد والساعد وكلما ازداد ثني هذه الزاوية كلما

زاد المجال الحركي مولدا سرعة زاوية كبيرة، وبالتالي يكون التحكم باتجاه الكرة أكبر مع الأخذ بعين الاعتبار أن لا يكون الثني مبالغاً به، لأن ذلك سوف يؤدي إلى عدم التناسق في الحركة وبالتالي عدم القدرة على التركيز في اتجاه ودقة الكرة، واتفقت هذه النتيجة مع دراسة كل من كولمن (**Coleman**، **2006**) ودراسة الحربي(**2014**). وفي المرتبة الثانية جاء(زاوية انطلاق الكرة)؛ إذ بلغت قيم (β، T) (٠.٣٨١، ٣.٥٢٤) على التوالي وهي قيم دالة إحصائياً، ويعزو الباحثون هذه النتيجة أن زاوية الانطلاق مرتبطة بشكل كامل في التسلسل الحركي من القدم إلى الرسغ وهذا يؤثر على أن تكون زاوية الانطلاق مناسبة لوضعية الجسم لحظة ضرب الكرة؛ مما يؤدي إلى زيادة سرعة الكره وبالتالي يكون التحكم في اتجاه ودقة الكره أكبر، واتفقت هذه النتيجة مع دراسة طلفاح (٢٠٠٥). وفي المرتبة الثالثة جاء (سرعة الكرة)؛ وإذ بلغت قيم (β، T) (٠.٣٣٤، ٣.٣٤٩) على التوالي وهي قيم دالة إحصائياً، ويعزو الباحثون هذه النتيجة بأنه كلما كان تسلسل الانتقال الحركي من أسفل الجسم وصولاً إلى لحظة ضرب الكرة متناسق وانسيابي كلما أثر ذلك بشكل إيجابي على سرعة الكرة، وبالتالي يصبح التحكم بدقة واتجاه الكرة أكبر، واتفقت هذه النتيجة مع دراسة طلفاح (٢٠٠٥). وفي المرتبة الرابعة جاء (زاوية الركبة)؛ إذ بلغت قيم (β، T) (٠.٣١١، ٢.٠٥٤) على التوالي وهي قيم دالة إحصائياً، ويعزو الباحثون هذه النتيجة إلى أن الغاية من انثناء مفصل الركبة عند ضرب الكرة لحظة الإرسال هو الحصول على أكبر سرعة سواء للمضرب أو الجسم أثناء أداء الحركة؛ حتى يستطيع اللاعب السيطرة على اتجاه دقة وصول الكره للمنطقة المراد الوصول إليها، وذلك يتم عن طريق الانثناءات الحاصلة في مفاصل الجسم المؤثرة في الإنجاز ومن هذه المفاصل مفصل الركبة وأن هذه الانثناءات في الركبتين ما هي إلا قوة فعل من اللاعب المرسل تحدث نتيجة ضغط الجسم على موضوع الارتكاز وتولد ما يعاكسها من رد فعل للأعلى وذلك حسب قانون نيوتن (لكل فعل رد فعل يساوي له في المقدار ويعاكسه في الاتجاه) وأن هذه الترابط يخدم الهدف الرئيسي لهذه المهارة؛ وذلك للحصول على النقل الحركي الجيد بين المفاصل من حيث القوه والسرعة والسيطرة على المهارة ككل وبالتالي هذا يتيح للاعب القدرة على التحكم بدقة واتجاه الكرة للوصول للمنطقة المراد الوصول إليها، وأن ثني الركبتين كان له دور في تحسين المتغيرات الكينتيكية خلال التحضير الخلفي لحركة الإرسال، واتفقت هذه النتيجة مع دراسة (**ellott&et al**،**2003**) أن ثني الركبتين كان له دور في تحسين المتغيرات الكينتيكية خلال التحضير الخلفي لحركة الإرسال. وفي المرتبة الخامسة جاء (زاوية ميل الجذع)؛ إذ بلغت قيم (β، T) (٠.١٧٨،

٣.٢٩٩) على التوالي وهي قيم دالة إحصائياً، ويعزو الباحثون أن ميل الجذع عن المحور العامودي كان مطلوباً لغرض تحقيق المجال الحركي الجيد والمناسب الذي يؤدي إلى اكتساب الجذع زخما حركيا مناسباً وبالتالي يؤدي إلى انطلاق الكرة بالاتجاه الصحيح وبالسرعة المطلوبة، وأن ميل الجذع في الإرسال يأتي نتيجة انحناء الجزء العلوي من الجسم للخلف عندما ينتقل مركز ثقل الجسم أو الارتكاز إلى القدم الخلفية، وعند هذه النقطة يندفع الحوض إلى الأمام. وفي المرتبة السادسة جاء (زاوية الرسغ)؛ إذ بلغت قيم (β، T) (٠.١٤٨، ٢.٨٩١) على التوالي وهي قيم دالة إحصائياً، ويعزو الباحثون هذه النتيجة بأن النقل الحركي التسلسلي بين أجزاء الجسم وصولاً إلى الرسغ أدى إلى تجمع هذه الطاقة الحركية في الرسغ بحيث تساعد هذه الطاقة الحركية المنتقلة من أسفل الجسم إلى الرسغ في قدرة اللاعب على التحكم في المضرب عن وبالتالي يؤدي ذلك إلى تحكم أكبر في اتجاه ودقة الكرة، واتفقت هذه النتيجة مع دراسة طلفاح (2005) بأن هناك تتابع في السرعات لمفصل الحوض ومفصل الكتف ومفصل المرفق ومفصل الرسغ. وفي المرتبة السابعة والأخيرة جاء (زاوية الكتف)؛ إذ بلغت قيم (β، T) (٠.٠٨٥، ٢.٩٦٩) على التوالي وهي قيم دالة إحصائياً، ويعزو الباحثون هذه النتيجة بأن السلسلة الحركية للإرسال تبدأ من القدم بدفعها الأرض ثم الركبتين فالورك ثم الجذع، وصولا إلى مفصل الكتف الذي يمثل حلقة الوصل بين الجذع والذراع الضاربة، فكلما كانت هذه السلسلة متوافقة وسلسة وانسيابية ولا يوجد فيها توقفات، أعطت مساراً حركياً مناسباً بحيث إنَّ الذراع الضاربة تمتدُّ باستقامة كاملة والكتف يرتفع إلى الأعلى؛ لكي يتمكن من ضرب الكرة بأعلى ارتفاع لها، وفي لحظة ضرب الكرة، نجد القدم الأمامية والكتف الأيمن والذراع الضاربة تصطف بمحور عامودي وهذا يعطي مؤشراً على الترابط الحركي، وكلما ازدادت زاوية مفصل الكتف دلَّ ذلك على زيادة المسافة الطولية التي يقطعها المضرب قبل التصادم مع الكرة لحظة ضرب الكرة مما يولد زخماً حركياً كبيراً لحركة الذراع الضاربة، وبالإضافة إلى المرجحة التي تزيد أيضاً من السرعة الزاوية نتيجة زيادة المسافة المقطوعة، واتفقت هذه النتيجة مع دراسة الحربي(**2014**). وبذلك أمكن وضع المعادلة التنبؤية للإرسال الساحق بدلالة (المتغيرات الكينماتيكية) باستعمال معادلة الانحدار الخطي المتعدد، كما يلي:

قيمة (الإرسال الساحق) = ٨.٢١٤+ قيمة (زاوية المرفق)(٠.٤٦٣)+ قيمة (زاوية انطلاق الكرة) (٠.٣٨١)+ قيمة (سرعة الكرة) (٠.٣٣٤) + قيمة (زاوية الركبة) (٠.٣١١) + قيمة (زاوية ميل الجذع) (٠.١٧٨) + قيمة (زاوية الرسغ) (0.148) + قيمة (زاوية الكتف) (0.085)

استنتاجات الدراسة.

١- إن المتغيرات الكينماتيكية (زاوية الرسغ، زاوية المرفق، زاوية الكتف، زاوية ميل الجذع، زاوية الركبة، سرعة الكرة، زاوية انطلاق الكرة) التي تم تطبيقها على عينة الدراسة كانت دالة إحصائياُ عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) المرتبطة بدقة الإرسال.

٢- من أكثر المتغيرات الكينماتيكية التي أثرت تأثيراً إيجابياً في دقة الإرسال هي (زاوية المرفق)، حيث كانت دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) المرتبطة بدقة الإرسال.

٣- أقل المتغيرات الكينماتيكية مساهمة في دقة الإرسال الساحق هي (زاوية الكتف) حيث كانت دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) المرتبطة بدقة الإرسال الساحق.

٤- هناك تسلسل في الانتقال الحركي وبشكل متناسق وانسيابي من أسفل الجسم وصولاً إلى لحظة ضرب الكرة مما أثر بشكلٍ إيجابي على سرعة الكرة وبالتالي أصبح التحكم بدقة الكرة واتجاهها أكبر.

التوصيات.

١- يوصي الباحثون بضرورة توجيه المدربين والمعنيين إلى معرفة المتغيرات الكينماتيكية المختلفة التي تؤثر بشكلٍ إيجابي على دقة الإرسال الساحق، وذلك من أجل الوصول إلى الأداء الأمثل للاعب.

٢- الاستعانة بأشخاص ذو خبرة في مجال البايوميكانك من أجل توفير البيانات اللازمة عن المتغيرات الكينامتيكية لمختلف مهارات لعبة التنس الأرضي.

٣- يجب على المدربين توجيه لاعبيهم من خلال تصوير أدائهم وعرضه لهم ليكونوا على فهم أفضل للوصول للهدف المطلوب.

٤- التأكيد على التوافق والتناسق في عملية النقل الحركي من أسفل الجسم إلى لحظة ضرب الكرة وبالإضافة أيضا إلى الانثناءات الحاصلة في مفاصل الجسم المختلفة.

المراجع:

المراجع العربية:

- خزاعلة، وصفي والعجمي، شيخة. (2017). **القياس والتقويم في التربية البدنية وعلوم الرياضة**.

إربد: الأردن.

- بني سعيد، نضال. (2014). **أثر التدريب باستخدام أداة مقترحة على بعض المتغيرات الكينماتيكية ودقة الإرسال القصير في الريشة الطائرة**، أطروحة دكتوراه. غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان.
- الفضلي، صريح. (2010). **تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي**. ط(**1**)،عمان: دار دجلة، ص**24 –25**.
- علاوي، محمد حسن.(2000). **القياس بالتربية الرياضية وعلم النفس الرياضي**، دار الفكر العربي، القاهرة.
- الحربي، حذيفة إبراهيم خليل. (2014)، **دراسة مقارنة لبعض المتغيرات الكينماتيكية لأنموذجين بالإرسال القوسي العالي بالتنس الأرضي**، مجلة القادسية لعلوم التربية الرياضية، المجلد 14، الصفحة 230–212، جامعة القادسية.
- مبدر، محمد قيس. (2019). **هدفت إلى تقويم مستوى أداء ضربة الإرسال القوسي بالتنس الأرضي في ضوء بعض المتغيرات الكينماتيكية للاعبي منتخب جامعة المثنى على وفق الأنموذج العالمي**، مجلة علوم التربية الرياضية، المجلد 12، الصفحة64–76، جامعة بابل– كلية التربية الرياضية.
- الهيتي، محمد. (2005). **تحديد مستويات معيارية لمهارات الإرسال بأنواعها المختلفة في الكرة الطائرة**، رسالة دكتوراة، كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد، العراق.
- الكيلاني، هاشم. (2007). **مسافة الاقتراب وبعض المتغيرات الكينماتيكية لمؤشر الإنجاز الرقمي لمسافة الوثب لدى ناشئ الوثب الطويل**، دراسات– العلوم التربوية، 34 (1)، 107– 121.
- إبراهيم، مروان ومحمود، إيمان. (2014). **التحليل الحركي البيوميكانيكي في التربية البدنية والرياضية**. عمان: دار الرضوان للنشر والتوزيع.
- طلفاح، شافع سليمان. الكردي، زياد درويش.(2005). **التحليل الحركي لمهارة الإرسال في التنس**. رسالة ماجستير، جامعة اليرموك، إربد، الأردن.

المراجع الأجنبية:

- Coleman, S. (2006). **Kinematic Analysis of the volleyball Jump serve.** Scotland: University of Edinburgh.
- Chow ,j. & et.2003. **Comparing the pre-and post-impact ball and racquet kinematics of elite tennis players first and second serves: a preliminary study**. Journal sports seienses, V.21,7:529-537.
- Elliott, B. & Fleisig, G. Nicholls,E.&Escamilia,R,2003.**Techniqe effects limb loading in the tennis serve**. Journal of Science and Medicine in sport, V. 6, Issue1, March.
- Gowitzke, B. A. & Waddell, D. B, (2000). **Biomechanical studies of badminton underarm power strokes**, court movement and flexibility, First Edition, PP 273-277**.**