

دراسة تحليل حركي لتقنيات الضربة الأمامية (Clear) وضربات الإرسال (Serve) وتأثيرها على
دقة اللعب للاعبين الريشة الطائرة

**A kinematic analysis study of the forehand (clear) and serve techniques
and their impact on the playing accuracy of badminton players**

م.م طه يوسف كريم

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

جامعة كركوك / العراق

M.M. Taha Youssef Karim

Faculty of Physical Education and Sports Sciences

University of Kirkuk / Iraq

Email .tahayoussef@uokirkuk.edu.iq

رقم الهاتف 07728921777

الكلمات المفتاحية: الريشة الطائرة، تحليل حركي، Clear، Serve، دقة اللعب

Keywords: Badminton, Kinematic Analysis, Clear, Serve, Shot Accuracy

المستخلص

تُعد رياضة الريشة الطائرة من الألعاب التي تتطلب مستوى عالٍ من التناسق بين القوة البدنية والدقة التقنية، خصوصاً عند تنفيذ الضربات الأساسية مثل الضربة الأمامية (Clear) وضربات الإرسال (Serve)، إذ يمثل الأداء الحركي الدقيق عاملاً حاسماً في تحديد كفاءة اللاعب. يهدف هذا البحث إلى إجراء تحليل حركي متكامل لتقنيتي Clear و Serve، واستكشاف تأثير المتغيرات الكينماتيكية (مثل زوايا المفاصل، سرعة المضرب، وتوقيت نقل الوزن) على دقة تنفيذ الضربة. تم تطبيق الدراسة على عينة مكونة من 12 لاعباً محترفاً (ذكور وإناث) من المنتخب الوطني، باستخدام نظام تصوير عالي السرعة ونظام تتبع ثلاثي الأبعاد Vicon، إلى جانب استخدام برمجيات تحليل متقدمة مثل Visual3D و Kinovea. كما تم جمع بيانات نوعية من خلال استبيانات موجهة للاعبين والمدربين. أظهرت النتائج وجود علاقات ارتباطية قوية بين السرعة، الزوايا المفصالية، وتوقيت نقل الوزن من جهة، ودقة الأداء من جهة أخرى، كما أثبتت فعالية البرامج التدريبية المستندة إلى التحليل الحركي في تحسين مؤشرات الأداء. تُعد هذه الدراسة مساهمة علمية جديدة لتطوير التدريب المهاري في رياضة الريشة الطائرة.

Abstract

Badminton is a sport that demands a high degree of coordination between physical power and technical precision, particularly in executing fundamental strokes such as the forehand clear and serve. These techniques play a critical role in determining a player's tactical and technical efficiency. This study aims to conduct an in-depth kinematic analysis of the Clear and Serve techniques, examining how specific biomechanical variables—including joint angles, racket speed, and weight transfer timing—affect execution accuracy. A sample of 12 elite national-level players (both male and female) participated in the study. High-speed video capture and a Vicon 3D motion tracking system were utilized, alongside advanced software tools such as Visual3D and Kinovea. Additionally, qualitative data were collected through structured questionnaires administered to both players and coaches. The results revealed statistically significant correlations between the examined variables and performance accuracy. Furthermore, training protocols based on motion analysis were shown to enhance technical outcomes. This research offers valuable scientific insight for the development of evidence-based training interventions in competitive badminton.

1- التعريف بالبحث:

1-1 المقدمة :

تُعَدُّ الرياضات السريعة والتفاعلية مثل الريشة الطائرة من المجالات الرياضية التي تحتل اهتماماً كبيراً في الدراسات الحركية و البيوميكانيكية، وتتميز هذه الرياضة بسرعتها الفائقة وتعدد الحركات التقنية التي تتطلب تفاعلاً دقيقاً بين القوة، الدقة والتنسيق العصبي العضلي، من أهم التقنيات المستخدمة في رياضة الريشة الطائرة تقنية الضربة الأمامية (Clear) التي تُستخدم لإرسال الريشة لمسافة بعيدة من الشبكة بهدف إعادة التنظيم الدفاعي؛ وتقنية ضربات الإرسال (Serve) هي التي تبدأ اللعبة بانطلاقة النقطة وتعاد الإرسال بعد كل نقطة. في هذا البحث، سيتم تناول دراسة تحليلية مفصلة لهذه التقنيات مع تركيز على المتغيرات الكينماتيكية التالية:

- زوايا المفاصل: تحديد الزوايا المثالية للكتف، الكوع والمعصم.
- سرعة المضرب عند نقطة التصادم: قياس تسارع المضرب وكيفية تأثيره على انتقال الطاقة.
- توقيت نقل الوزن: دراسة التزامن بين انتقال الوزن من القدم الخلفية إلى الأمامية.
- الدقة النهائية: قياس انحراف الريشة عن المسار المثالي أو موضع الهدف.

تأتي أهمية الدراسة من الحاجة لإدخال تحسينات مستندة إلى البيانات في برامج التدريب، مما يساعد اللاعبين والمدربين على الوصول إلى مستويات أداء أعلى. كما تُعَدُّ هذه الدراسة مرجعاً علمياً يُمكن اقتباسه في مجالات

محكمة. نهدف من خلال هذه الدراسة إلى تقديم رؤية تحليلية معمقة ومتكاملة لكل متغير من المتغيرات المحددة، ودراسة تفاعلاتها من أجل تحديد الاستراتيجيات التدريبية الأمثل.

2-1 مشكلة البحث:

على الرغم من التطورات التقنية والابتكارات في مجال التدريب الرياضي، ما زالت تقنيات الضربة الأمامية (Clear) وضربات الإرسال (Serve) في رياضة الريشة الطائرة تواجه تحديات كبيرة تؤثر على دقة التنفيذ لدى اللاعبين المحترفين. تتأثر دقة هذه التقنيات بالعديد من العوامل المتداخلة مثل زوايا المفاصل، سرعة المضرب عند نقطة التصادم، وتوقيت نقل الوزن أثناء التنفيذ، مما يؤدي إلى تفاوت ملحوظ في مستوى الأداء والنتائج أثناء المنافسات. كما أن عدم وجود بيانات تحليلية دقيقة وشاملة بشأن العلاقة بين هذه المتغيرات البيوميكانيكية ودقة التنفيذ يجعل من الصعب على المدربين واللاعبين تبني استراتيجيات تدريبية فعّالة. بالتالي، تبرز المشكلة البحثية في السؤال: كيف يمكن من خلال التحليل الحركي المفصل لتقنيات الضربة الأمامية (Clear) وضربات الإرسال (Serve) تحديد العوامل المؤثرة على دقة اللعب واستخدام هذه النتائج لتطوير برامج تدريبية متخصصة تعمل على تحسين الأداء وتقليل الأخطاء أثناء المباريات.

3-1 أهداف البحث:

تهدف الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

1. تحليل المتغيرات الحركية: دراسة الزوايا الديناميكية للمفاصل وسرعة المضرب وتوقيت نقل الوزن خلال تنفيذ الضربة الأمامية وضربة الإرسال.
2. ربط المتغيرات الحركية بالدقة: تحديد العلاقة بين المتغيرات الكينماتيكية ودقة تنفيذ الضربات.
3. توفير بيانات إحصائية دقيقة: جمع بيانات تجريبية من خلال تسجيلات فيديو عالية السرعة واستخدام أنظمة تتبع الحركة ثلاثية الأبعاد، مع تحليل إحصائي متكامل يشمل معاملات التباين وتحليل الارتباط.
4. استخدام استبيانات موجهة: جمع آراء اللاعبين والمدربين حول العوامل التقنية والبدنية المؤثرة على دقة الضربات وتحليل نتائجها مع البيانات الكمية.
5. اقتراح توصيات تدريبية: بناءً على النتائج، صياغة توصيات وإجراءات عملية لتطوير مهارات اللاعبين وتحسين الأداء التقني في المباراة.

4-1 فروض البحث:

- توجد علاقة ارتباطية سالبة دالة إحصائياً بين سرعة المضرب ودقة التنفيذ.
- توجد علاقة ارتباطية سالبة دالة إحصائياً بين زاوية المفاصل ودقة التنفيذ.

- التزامن المثالي في توقيت نقل الوزن يؤدي إلى تحسن في دقة التنفيذ.
- يوجد نموذج تنبؤي دال إحصائيًا يجمع بين المتغيرات الثلاثة يمكنه تفسير التباين في دقة الأداء.

1-5 مجالات البحث:

1-5-1 المجال البشري : لاعبين المنتخب الوطني المصنفين (7ذكور و 5 اناث).

2-5-2 المجال الزمني : 2024/6/1 الى 2024/7/14.

3-5-3 المجال المكاني :قاعة نادي اكاد عنكاوة أربيل .

1-6 تعريف المصطلحات:

- Clear: ضربة أمامية تُستخدم لإبعاد الريشة نحو الخط الخلفي لملاعب الخصم.
- Serve: ضربة الإرسال التي تبدأ بها النقطة.
- التحليل الحركي: استخدام أدوات تكنولوجية متقدمة لتحليل الحركات بدقة زمنية ومكانية.

2- الإطار النظري والدراسات السابقة:

2-1 التحليل الحركي في الرياضة :التحليل الحركي يمثل أحد الأدوات الجوهرية في دراسة الأداء الرياضي، ويعتمد على تسجيل الحركات ومراقبتها باستخدام تقنيات رقمية وتقنيات تصوير عالية الدقة، ويُستخدم لاستخلاص بيانات كمية دقيقة تتعلق بالزوايا، السرعة، والتوقيت. ويُعد التحليل الكينماتيكي من أبرز فروع هذا المجال، حيث يركّز على المتغيرات الميكانيكية الظاهرة المرتبطة بالحركة دون النظر إلى القوى المؤثرة عليها. يشمل ذلك: موضع الجسم، سرعة الحركة، التعجيل الزاوي، وزوايا المفاصل.

وقد أشار (محمد احمد صابر ، 2023) إلى أهمية توظيف البنية التحتية التكنولوجية في المؤسسات الرياضية لدعم تطبيقات التدريب والتحليل، وهو ما يتوافق مع هدف هذه الدراسة في استخدام تقنيات التحليل الحركي المتقدمة لتطوير الأداء المهاري للاعب الريشة الطائرة

2-2 تقنيتا Clear و Serve في الريشة الطائرة :تقنية Clear تُستخدم عندما يكون اللاعب تحت

الضغط أو يرغب في استعادة الوضع الدفاعي، وهي ضربة طويلة تستهدف المنطقة الخلفية من ملعب الخصم. أما تقنية Serve ، فهي بداية اللعب وتمثل الأساس التكتيكي لكل نقطة، وتتنوع ما بين إرسال قصير أو طويل، منخفض أو مرتفع. يتطلب تنفيذ هذه الضربات دقة عالية في التوقيت والتنسيق بين الأجزاء المختلفة من الجسم.

2-3 المتغيرات المؤثرة على دقة الأداء :تشير الأدبيات إلى أن زوايا المفاصل وخاصة الكتف والمعصم، لها

دور محوري في تحديد مسار الضربة. كما وجد (معد مانع علاوي ، 2024) علاقات معنوية بين مدى حركة



المفاصل وبعض المتغيرات الكينماتيكية لمسار الثقل في رفعة النتر، وهو ما يؤكد ضرورة استخدام التحليل الحركي الدقيق لتحسين الأداء الفني في رياضة الريشة الطائرة. كما أن سرعة حركة المضرب عند لحظة التصادم مع الريشة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالدقة، إذ أن السرعة الزائدة قد تؤدي إلى خروج الريشة عن الهدف. كذلك، فإن توقيت نقل الوزن من القدم الخلفية إلى الأمامية يلعب دوراً تكميلياً في تحقيق التوازن والثبات الحركي.

4-2 النظريات الحركية ذات الصلة:

- نظرية Fitts: تفترض أن الوقت اللازم لأداء حركة دقيقة يعتمد على مدى ودقة الهدف، وهو ما ينطبق على الضربات في الريشة الطائرة، حيث يتطلب إصابة هدف ضيق بأداة (المضرب) سريعة.
- نظرية Schmidt للحركات العامة: تؤكد أن كل حركة يتم تعلمها ضمن نطاق واسع من المعايير (Generalized Motor Programs)، ما يعني أن تحسين Clear و Serve يتطلب تنويع الممارسة لتكوين أنماط حركية مستقرة وفعالة.

5-2 دراسات سابقة:

- دراسة: Kumar & Zhang (2017) استخدمت تحليل ثلاثي الأبعاد لتقنيات Clear ووجدت أن زاوية الكتف تمثل عاملاً مؤثراً في نقل الطاقة.
 - Lee et al (2018): بينت أن سرعة الإرسال تعتمد على تزامن حركة المعصم والكتف.
 - Smith & Chen (2019): بحثت العلاقة بين توقيت نقل الوزن والأداء في الضربات السريعة.
 - Al-Fahad & Al-Sulaiti (2020): أكدت على أهمية البرامج التدريبية المتخصصة في تحسين الدقة.
 - Chen et al (2022): درست تأثير التعب العضلي على سرعة المضرب والدقة.
- تلخيصاً، توضح الأدبيات أن الأداء الحركي في الريشة الطائرة يخضع لتفاعل معقد بين عناصر بيوميكانيكية ونفسية، مما يبرر الحاجة إلى دراسات تحليلية متقدمة كتلك التي يقدمها هذا البحث.

3 - 1 منهج الدراسة : تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي بأسلوب دراسة الحالة، وهو الأنسب لطبيعة هذا البحث الذي يتطلب تحليلاً دقيقاً لحركات تقنية محددة في ظروف تدريبية مضبوطة.

3-2 العينة البحث :

تم اختيار عينة من 12 لاعباً محترفاً من رياضة الريشة الطائرة بمختلف الجنسين، وتتراوح أعمارهم بين 18 و25 سنة، ويمتلكون خبرة تدريبية متوسطة 6 سنوات. تم اختيار المشاركين بناءً على معايير محددة تشمل المستوى التقني، التصنيف الوطني والمشاركة في البطولات الدولية، تم اختيار اللاعبين الذين لديهم سجل تنافسي مثبت لضمان دقة البيانات وتحقيق نتائج قابلة للتعميم على المستوى الاحترافي.

3-3 الأجهزة والأدوات

تم استخدام معدات وأجهزة متقدمة لتحقيق أعلى درجات الدقة في جمع البيانات الكينماتيكية، وهي كالتالي:

ت	الجهاز	الوظيفة	المواصفات
1	كاميرات عالية السرعة	تسجيل الحركات الدقيقة خلال تنفيذ التقنيات	6 كاميرات بدقة 1000 إطار/ثانية
2	نظام تتبع ثلاثي الأبعاد	تتبع الحركة الكاملة وتحديد النقاط التشريحية بدقة	نظام Vicon مع 12 حساساً
3	أدوات التقييم البيوميكانيكي	قياس ردود فعل القوة أثناء تنفيذ الضربات	منصة قياس قوة دفع متطورة
4	المضارب والريش	ضمان توحيد أدوات اللعب لدى جميع المشاركين	Yonex (600)
5	برامج تحليل الحركة	استخراج وتحليل المتغيرات الكينماتيكية بتفصيل	Kinovea و Visual3D

يوفر استخدام كاميرات عالية السرعة ونظام تتبع ثلاثي الأبعاد القدرة على تحليل الحركات الديناميكية بدقة تصل إلى الألف إطار في الثانية، مما يمكن الباحثين من استخراج بيانات دقيقة حول كل متغير حركي، كما يتيح استخدام برامج التحليل ثلاثي الأبعاد مثل Visual3D تحليل المسارات الحركية للعلامات العاكسة الموضوعة على اللاعبين.

3-4 تصميم التجربة: تم تقسيم التجربة إلى ثلاث مراحل: أولاً: التحضير — شمل تسجيل البيانات الشخصية ووضع العلامات العاكسة على النقاط التشريحية. ثانياً: التنفيذ — أدى كل لاعب (10) تكرارات من أربع تقنيات: Clear طويل، Clear قصير، Serve طويل، Serve قصير. ثالثاً: التوثيق — تم تسجيل الأداء الكامل باستخدام الكاميرات، ونقل البيانات إلى برامج التحليل.

3-5 المتغيرات:

- المتغيرات المستقلة: زاوية الكتف، زاوية الكوع، زاوية المعصم، سرعة حركة المضرب، توقيت نقل الوزن.
- المتغير التابع: دقة التنفيذ (مقاسة بالانحراف الزاوي أو بالخطأ في المسافة).

3-6 إجراءات التحليل: تم تحليل البيانات باستخدام:

- معامل التباين (CV) لقياس اتساق الأداء.
- اختبار الارتباط لبيرسون (Pearson) لدراسة العلاقات بين المتغيرات.
- تحليل التباين (ANOVA) لمقارنة تقنيات الأداء.
- الانحدار الخطي المتعدد لبناء نموذج تنبؤي بدقة الأداء.
- تحليل محتوى نوعي للاستبيانات المفتوحة.

3-7 صدق وثبات الأدوات: تم التحقق من الصدق الظاهري لأداة الاستبيان من خلال عرضها على (5) خبراء في التحليل الحركي وتدريب الريشة الطائرة. أما الثبات، فتم التحقق منه باستخدام معامل ألفا كرونباخ وبلغ (0.87) مما يدل على مستوى عالٍ من الاتساق الداخلي.

4- البيانات الإحصائية والنتائج:

4-1 تقديم عام للنتائج: في هذا الفصل، تم تحليل البيانات المستخلصة من تسجيلات الأداء (Vicon) الحركي للاعبين باستخدام أدوات تحليل متقدمة تشمل أنظمة تتبع ثلاثية الأبعاد وبرامج التحليل Visual3D و SPSS. وشملت البيانات 480 تكرارًا موزعة على أربع تقنيات (Clear الطويل والقصير، و Serve الطويل والقصير)، ركز التحليل على المتغيرات الكينماتيكية الرئيسية: زاوية الكتف والمعصم، سرعة المضرب، توقيت نقل الوزن، ومستوى دقة التنفيذ.

4-2 تحليل تقنية Clear: تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لمجموعة اللاعبين في أداء Clear الطويل والقصير.

جدول 1: تحليل المتغيرات الكينماتيكية لتقنية Clear

المتغير	Clear طويل (M±SD)	Clear قصير (M±SD)
زاوية الكتف (°)	112.4 ± 6.1	107.6 ± 5.2
زاوية المعصم (°)	55.2 ± 4.3	60.1 ± 3.5
سرعة المضرب (م/ث)	19.18 ± 1.75	17.77 ± 1.44
توقيت نقل الوزن (ث)	0.132 ± 0.037	0.108 ± 0.031
دقة التنفيذ (° انحراف)	2.59 ± 0.81	3.06 ± 1.02

أظهرت بيانات Clear الطويل أن زاوية الكتف بلغت متوسط $112.4 \pm 6.1^\circ$ ، بينما كانت في Clear القصير $107.6 \pm 5.2^\circ$. هذا يشير إلى تمدد أكبر في الذراع عند تنفيذ Clear الطويل، ما يساعد على إرسال الريشة لمسافة أطول. كذلك، كانت سرعة المضرب في Clear الطويل 19.18 م/ث، وهي أعلى من Clear القصير الذي سجل 17.77 م/ث. توقيت نقل الوزن سجل 0.132 ثانية في Clear الطويل، مقابل 0.108 ثانية في القصير. أما دقة التنفيذ فكانت أفضل في Clear الطويل (2.59° انحراف) مقارنة بالقصير (3.06°).

4-3 تحليل الأداء الكينماتيكي لتقنيات Serve

جدول 2: تحليل المتغيرات الكينماتيكية لتقنية Serve

المتغير	Serve طويل (M±SD)	Serve قصير (M±SD)
زاوية الكتف (°)	94.8 ± 4.2	89.7 ± 3.4
زاوية المعصم (°)	78.4 ± 5.3	61.7 ± 4.0
سرعة المضرب (م/ث)	14.56 ± 1.58	11.23 ± 1.39
توقيت نقل الوزن (ث)	0.091 ± 0.021	0.079 ± 0.018

أظهرت البيانات أن زاوية الكتف في Serve الطويل بلغت $94.8 \pm 4.2^\circ$ ، بينما في Serve القصير كانت أقل ($89.7 \pm 3.4^\circ$)، مما يعكس تغيراً في وضع الجسم أثناء التحضير للإرسال. كما لوحظ أن زاوية المعصم في Serve الطويل بلغت $78.4 \pm 5.3^\circ$ ، مقارنة بـ $61.7 \pm 4.0^\circ$ في Serve القصير، مما يعكس مرونة أعلى عند الإرسال الطويل. سرعة المضرب كانت 14.56 م/ث في Serve الطويل و 11.23 م/ث في القصير، أما توقيت نقل الوزن فكان أسرع في القصير.

4-4 تحليل معاملات التباين والارتباط: تم احتساب معامل التباين (CV - Coefficient of Variation)

لكل متغير كدليل على استقرار الأداء، حيث كان التباين الأكبر في توقيت نقل الوزن ودقة التنفيذ، مما يشير إلى أن هذه المتغيرات تحتاج إلى مزيد من التدريب المستهدف.

جدول 3: معامل التباين (CV)

المتغير	Serve قصير	Serve طويل	Clear قصير	Clear طويل
زاوية الكتف	3.2%	4.4%	4.8%	5.4%
زاوية المعصم	6.5%	6.7%	5.8%	7.8%
سرعة المضرب	12.3%	10.9%	8.1%	9.1%
توقيت نقل الوزن	24.2%	21.7%	26.1%	28.5%
دقة التنفيذ	30.3%	34.9%	32.7%	31.2%

أما تحليل معاملات الارتباط (Pearson) بين المتغيرات ودقة التنفيذ فقد أظهر علاقات سالبة قوية، خاصة بين سرعة المضرب ودقة التنفيذ، وهو ما يؤكد أن الزيادة المتحكم بها في السرعة تحسن من دقة الضربة.

جدول 4: معاملات الارتباط (Pearson) بين المتغيرات ودقة التنفيذ

المتغير	دقة (r) Serve	دقة (r) Clear
زاوية الكتف	-	-0.64 (p<0.01)
زاوية المعصم	-0.71 (p<0.001)	-
سرعة المضرب	-0.67 (p<0.01)	-0.81 (p<0.001)
توقيت نقل الوزن	-0.49 (p<0.05)	-0.54 (p<0.05)

التحليل: العلاقات السالبة القوية بين سرعة المضرب والدقة تعني أن زيادة السرعة ضمن النطاق الفسيولوجي الأمثل تقلل الخطأ. كذلك تشير نتائج توقيت نقل الوزن إلى دوره المحوري في التنسيق الحركي والدقة.

4-5 نتائج الاستبيانات :أظهرت نتائج الاستبيانات أن:

- 83% أكدوا أن زاوية الكتف والمعصم عنصران حاسمان في دقة الضربة.
- 78% أشاروا إلى أن توقيت نقل الوزن يتطلب تدريبات حسية-حركية.
- 91% من المدربين أفادوا بضرورة إدخال التحليل الحركي في البرامج التدريبية.
- 87% من اللاعبين أبدوا رغبتهم في استخدام التغذية البصرية (Slow motion feedback) لتحسين الأداء.

4-6 اختبار تجريبي لأثر التدريب الموجه: تم تنفيذ برنامج تدريبي متخصص على مجموعة من 6 لاعبين، بينما احتفظت المجموعة الأخرى بنفس الروتين التقليدي. أظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في أداء المجموعة التجريبية.

جدول 5: مقارنة نتائج الأداء بين المجموعتين

المتغير	مجموعة التدريب	المجموعة الضابطة	الفرق (%)
سرعة المضرب (م/ث)	20.1 ± 1.7	17.6 ± 1.9	+14.2%
دقة (°) Clear	2.4 ± 0.7	3.3 ± 1.0	-27.3%
توقيت نقل الوزن (ث)	0.12 ± 0.03	0.14 ± 0.04	-14.3%

التحليل: تشير البيانات إلى فعالية البرامج التدريبية المستندة إلى تحليل حركي في تحسين السرعة والتزامن وبالتالي رفع دقة الأداء. التحسن في سرعة المضرب ارتبط مباشرة بتحسين في دقة التنفيذ وتناسق التوقيت، ما يعكس دور التغذية الراجعة العلمية في تقوية المسار الحركي لدى اللاعب.

4-7 مناقشة النتائج :

- أظهرت النتائج أن تنفيذ ضربة Clear الطويل تميز بزوايا كتف أكبر (112.4°) وسرعة مضرب أعلى (19.18 م/ث)، مع توقيت نقل وزن مثالي يقارب (0.13 ثانية). هذه القيم تدل على أن اللاعبين الذين تمكنوا من تحقيق مدى أكبر في تمديد الذراع وتوليد سرعة مناسبة في حركة الضرب، كانوا أكثر دقة في إرسال الريشة نحو هدفهم. هذه النتيجة تتوافق مع دراسة (Kumar & Zhang (2017 التي أكدت أن زوايا الكتف والمرونة في حركة الذراع من المحددات الجوهرية لدقة Clear .
- من جهة أخرى، كان توقيت نقل الوزن عاملاً حاسماً، حيث أظهر ارتباطاً سالباً مع الدقة ($r = -0.54$) ، مما يشير إلى أن تزامن الانتقال الحركي بين الأطراف السفلية والعلوية ضروري لتحقيق ضربة دقيقة، وهو ما يتوافق مع نتائج Smith & Chen (2019).
- أما في تقنية Serve ، فقد أظهرت البيانات أن الزوايا المثالية للمعصم (61°-78°) وسرعة المضرب (11-14 م/ث) وتوقيت نقل الوزن السريع (أقل من 0.09 ثانية) كلها تساهم في تحسين دقة الإرسال. العلاقة السالبة القوية

بين زاوية المعصم ودقة Serve ($r = -0.71$) تؤكد أن أي انحراف عن الزاوية المثلى يؤدي إلى إخلال بمسار الريشة.

هذه النتيجة تدعم ما جاء في دراسة Lee et al. (2018) التي شددت على أهمية تحكم المعصم عند تنفيذ الإرسال القصير والدقيق. كما أن العلاقة بين سرعة المضرب والدقة ($r = -0.67$) توضح أن التحكم في التسارع وليس زيادته فقط هو المفتاح لتحقيق الإرسال الفعال.

- عند دراسة التفاعل بين المتغيرات الثلاثة (زاوية المفصل، سرعة المضرب، توقيت نقل الوزن)، تبين أن التحسن في أحدها قد يؤدي إلى تحسين الدقة، لكن تحقيق التناسق الكامل بينها يُعد العامل الحاسم. ويدعم ذلك نتائج الانحدار الخطي التي أظهرت أن النموذج المتكامل لهذه المتغيرات يفسر ما يزيد عن 72% من التباين في دقة الأداء. التفاوت في توقيت نقل الوزن بين اللاعبين كما ظهر في معاملات التباين العالية (أكثر من 25%) يشير إلى الحاجة لتدريب موجه يعتمد على التكرار الحسي الحركي واستخدام مؤثرات بصرية وصوتية لضبط التوقيت.
- توافقت نتائج الاستبيان مع البيانات الكمية، حيث أشار 83% من اللاعبين إلى أهمية زوايا المفاصل في التحكم بالدقة، وهو ما ينسجم مع القيم العددية المستخرجة من التحليل الحركي. كما أكدت الغالبية أن توقيت نقل الوزن يمثل تحديًا كبيرًا، مما يعكس الوعي الذاتي للاعبين بمشكلاتهم الحركية، وهو ما يعزز موثوقية النتائج.
- دلالة أخرى برزت من خلال تقييم المدربين الذين أكد 91% منهم على ضرورة إدخال التحليل الحركي ضمن البرامج التدريبية، وهي نقطة تدعم التوصية بتبني تقنيات مثل Visual3D و Kinovea كجزء من العمل اليومي في إعداد اللاعبين.
- أظهرت التجربة الميدانية أن المجموعة التي خضعت لتدريب قائم على التحليل الحركي حققت تحسنًا بنسبة 27% في دقة Clear ، و 14% في سرعة المضرب، و 14.3% في توقيت نقل الوزن. هذه النتائج تؤكد فرضيات الدراسة المتعلقة بأهمية استخدام البيانات الكينماتيكية في تصميم البرامج التدريبية.
- يتطابق هذا مع دراسة Al-Fahad & Al-Sulaiti (2020) التي أثبتت فعالية التدريب المعتمد على التقييم البيوميكانيكي في رفع مستوى الأداء. كما تتماشى النتائج مع نظرية Schmidt حول "برامج الحركة المعممة" التي تقترح أن تنويع التمرين وتعزيز الوعي الحركي يؤديان إلى تطوير أنماط حركية أكثر ثباتًا.
- أظهر التحليل أن الفروق في الأداء والدقة لم تكن متعلقة بشكل مباشر بالجنس (ذكور/إناث)، بل بخبرة اللاعب ومستوى تنسيقه الحركي. إذ لوحظ أن اللاعبين ذوي الخبرة الأعلى أظهروا توقيتًا أدق لنقل الوزن وزوايا مفصلية أكثر اتساقًا. هذا يدعو إلى ضرورة إعداد برامج تدريبية فردية تأخذ بعين الاعتبار الخصائص الحركية لكل لاعب.

5- الاستنتاجات والتوصيات :

1-5 الاستنتاجات :

- بناءً على تحليل البيانات الكمية والنوعية، وتفسير العلاقات بين المتغيرات الكينماتيكية والأداء الفني، يمكن استخلاص الاستنتاجات الآتية:
1. تُعد سرعة المضرب العامل الأكثر تأثيراً في دقة الأداء، إذ أن زيادة السرعة في إطار تقني مضبوط تسهم في تقليل الخطأ وتحقيق إصابة دقيقة للهدف.
 2. الزوايا المفصلية المثالية، خصوصاً زاويتي الكتف والمعصم، تؤدي دوراً جوهرياً في دقة تنفيذ الضربات، حيث يسهم تحقيق هذه الزوايا في تحسين التوجيه والاستقرار الحركي.
 3. توقيت نقل الوزن بين القدمين يُعد من العوامل الحاسمة في التنسيق الحركي، حيث أظهر ارتباطاً واضحاً مع مستوى دقة التنفيذ.
 4. العلاقة التفاعلية بين المتغيرات الثلاثة (الزاوية، السرعة، التوقيت) تشكل نموذجاً بيوميكانيكياً متكاملًا يمكن من خلاله تفسير معظم التباينات في مستوى أداء اللاعبين.
 5. أظهرت نتائج الاستبيانات اتفاقاً كبيراً بين تقييمات اللاعبين والمدربين من جهة، والنتائج التحليلية من جهة أخرى، مما يعكس موثوقية المخرجات البحثية.
 6. برامج التدريب القائمة على التحليل الحركي أثبتت فعاليتها في رفع دقة الأداء، وزيادة السرعة، وتحسين التوقيت لدى لاعبي الريشة الطائرة المحترفين.
 7. لا توجد فروقات جوهريّة في الأداء بين الذكور والإناث، وإنما تعود الفروق الفردية إلى مستوى الخبرة والتحكم الحركي.

2-5 التوصيات :

استناداً إلى الاستنتاجات السابقة، يوصي الباحث بالتالي:

1. بناءً على التحليل التفصيلي والمعمق للبيانات، نقدم التوصيات التالية لتطوير الأداء الفني للاعبي الريشة الطائرة: اعتماد تقنيات التحليل الكينماتيكي ثلاثي الأبعاد في تقييم الأداء الفني للاعبين خلال الوحدات التدريبية الرسمية.
2. تصميم برامج تدريب فردية تركز على تحليل أداء كل لاعب حسب نقاط القوة والضعف في الزوايا المفصلية وسرعة التنفيذ.
3. إدماج تدريبات توقيت نقل الوزن ضمن البرامج الحسية الحركية، باستخدام أدوات سمعية وبصرية لضبط الاستجابة.



4. توظيف تقنيات التصوير البطيء (Slow Motion Feedback) والتغذية الراجعة الفورية لتحسين وعي اللاعبين بوضعيات أجسامهم أثناء الأداء.
5. إقامة ورش تدريبية للمدربين لتعريفهم ببرمجيات التحليل الحركي (مثل Visual3D ، Dartfish ، Kinovea) وتطبيقاتها العملية في الريشة الطائرة.
6. التوسع في الأبحاث المستقبلية من خلال مقارنة تقنيات أخرى مثل Smash و Drop Shot، وتحليل الاختلافات بين المبتدئين والمحترفين.
7. التعاون بين الجامعات والمؤسسات الرياضية لتأسيس مختبرات تحليل حركة متقدمة يمكن أن تدعم العملية التدريبية والتطويرية.

المصادر

1. Kumar, N., & Zhang, L. (2017). Biomechanical Analysis of Badminton Strokes: A 3D Approach. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(2), 304-312.
2. Lee, H., Kim, S., & Park, J. (2018). Influence of Kinematic Variables on the Accuracy of Badminton Serves. *International Journal of Sports Science*, 25(1), 45-57.
3. Smith, J., & Chen, X. (2019). The Role of Weight Transfer in Explosive Movements: A Biomechanical Perspective. *Sports Biomechanics*, 18(3), 250-267.
4. Al-Fahad, A., & Al-Sulaiti, S. (2020). Training Protocols to Enhance Coordination and Precision in Badminton. *Asian Journal of Sports Medicine*, 11(4), 315-326.
5. Johnson, P. (2016). *Applied Biomechanics in Racquet Sports*. Springer, New York.
6. محمد احمد صابر (2023)؛ حاضنات الأعمال التكنولوجية كآلية لدعم تطبيقات بحوث الإدارة الرياضية (دراسة مقارنة بين مصر والعراق): (مجلة REVISTA IBEROAMERICANA DE PSICOLOGÍA DEL EJERCICIO Y EL DEPORTE
7. معد مانع علاوي (2012)؛ المدى الحركي لبعض مفاصل الجسم وعلاقته ببعض المتغيرات الكينماتيكية لمسار قضيب الثقل بين الجانبين الأيمن والأيسر في قسم الرفع إلى الصدر – رفعة النتر. مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، مجلد(7)، العدد(3).

ملحق (1):

استبيان العوامل المؤثرة في دقة الأداء في تقنيتي Clear و Serve في رياضة الريشة الطائرة

المحور الأول: زوايا المفاصل ودقة الأداء

يرجى تحديد مدى موافقتك على العبارات التالية باستخدام المقياس التالي:

رقم	العبارة	لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة
1	ألاحظ أن زاوية مفصل الكتف تؤثر بشكل واضح على دقة إرسال Clear.	☐	☐	☐	☐	☐
2	هناك علاقة بين زاوية المعصم ونجاح إرسال Serve القصير.	☐	☐	☐	☐	☐
3	يمكن تحسين دقة الضربات بتعديل بسيط في زاوية الذراع أثناء التنفيذ.	☐	☐	☐	☐	☐
4	أخضع زوايا مفاصلي إلى تدريب متكرر لزيادة الدقة.	☐	☐	☐	☐	☐

المحور الثاني: سرعة حركة المضرب ودقة التنفيذ

رقم	العبارة	لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة
5	زيادة سرعة حركة المضرب تؤدي إلى دقة أكبر في Clear عند التنفيذ الصحيح.	☐	☐	☐	☐	☐
6	أحياناً تؤدي السرعة الزائدة للمضرب إلى فقدان السيطرة على اتجاه الضربة.	☐	☐	☐	☐	☐
7	أفضل أدائي تحدث عندما أتحكم بسرعة المضرب لا عندما أزيدها فقط.	☐	☐	☐	☐	☐
8	أستخدم أدوات لقياس سرعة المضرب ضمن التدريب.	☐	☐	☐	☐	☐

المحور الثالث: توقيت نقل الوزن ودقة الأداء

رقم	العبارة	لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة
9	توقيت نقل الوزن من القدم الخلفية إلى الأمامية يؤثر على فعالية الضربة.	☐	☐	☐	☐	☐
10	تدريب التوازن والتزامن الحركي يساعد في تحسين نقل الوزن بدقة.	☐	☐	☐	☐	☐
11	أواجه صعوبة في ضبط توقيت نقل الوزن أثناء المباريات التنافسية.	☐	☐	☐	☐	☐
12	أستخدم تمارين خاصة لتطوير تنسيق توقيت نقل الوزن في التدريب.	☐	☐	☐	☐	☐

المحور الرابع: استخدام التحليل الحركي والتغذية الراجعة

رقم	العبارة	لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة
13	التحليل البصري البطيء (slow motion) يساعدني في اكتشاف أخطائي الحركية.	☐	☐	☐	☐	☐
14	أستخدم برامج تحليل حركي مثل Kinovea أو Visual3D خلال التدريب.	☐	☐	☐	☐	☐
15	التدريب المبني على بيانات التحليل الحركي يساهم بفعالية في تحسين أدائي.	☐	☐	☐	☐	☐
16	أحتاج إلى تدريب إضافي على قراءة وتحليل التغذية الراجعة الحركية.	☐	☐	☐	☐	☐