https://uaspesj.uoanbar.edu.iq/ UASPESJ مجلة جامعة الأنبار للعلوم البدنية والرياضية
Print ISSN: 2074-9465 Online ISSN: 2706-7718
31 August, 2026, Volume 17 – Issue 2 31 اب/ 2026 , المجلد 17 – العدد 2

Research Paper

التحليل الكينماتيكي لمهارة Larduet على جهاز المتوازي وعلاقته بالسرعات الزاوية وزوايا المفاصل

سجاد عبد الأمير حسين
جامعة بغداد /كلية العلوم, sajjad.abd@sc.uobaghdad.edu.iq

This open-access article is available under the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) International License, which allows for unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited
DOI: https://doi.org/10.37655/uaspesj.2026.169629.1357
Submission Date 2026-02-22
Accept Date 2026-07-01

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى تحليل المتغيرات الكينماتيكية لمهارة Larduet على جهاز المتوازي، ودراسة العلاقة بين الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية للمفاصل الرئيسية (الكتف، الورك، الركبة) خلال مراحل الأداء الثلاث: التمهيدية، الرئيسة، والنهائية. اعتمد الباحث المنهج الوصفي–الارتباطي، وشملت عينة البحث (3) لاعبين محترفين يجيدون أداء مهارة Larduet. تم جمع البيانات باستخدام كاميرات عالية السرعة وبرنامج التحليل الحركي (Kinovea) للحصول على معلومات دقيقة حول الزوايا المفصلية، السرعات الزاوية، معدل التغير الزمني للزوايا، والإزاحة العمودية لمركز الثقل أظهرت النتائج تغيرات مرحلية واضحة لكل من الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية، حيث كانت المرحلة التمهيدية مخصصة لتوليد الزخم، إذ سجلت أقل القيم لكل من السرعات والزوايا المفصلية في المرحلة الرئيسة، بلغت السرعات الزاوية والزاوية المفصلية ذروتها، مع أقصى امتداد للمفاصل لتحقيق أعلى كفاءة دورانية أما المرحلة النهائية، فقد شهدت انخفاضًا تدريجيًا في السرعات الزاوية مع تثبيت الزوايا المفصلية لضمان التحكم الحركي والاستقرار أظهرت نتائج الارتباط بين المتغيرات الكينماتيكية أن هناك علاقة طردية قوية بين زوايا مفصل الكتف والورك والركبة والسرعات الزاوية خلال المرحلة الرئيسة مما يؤكد أهمية تنسيق حركة المفاصل لتحقيق أقصى سرعات زاوية وضمان جودة الدوران بين المراحل أن تغيرات الزوايا المفصلية تتفق مع التغيرات في السرعات الزاوية، مما يدل على أن كل مرحلة لها وظائف كينماتيكية محددة: التمهيدية لتوليد الزخم، الرئيسة لاستغلال الطاقة الدورانية، والنهائية للتحكم والاستقرار. تشير هذه النتائج إلى أن الأداء المتقن لمهارة Larduet يعتمد على التكامل بين زوايا المفاصل والسرعات الزاوية والتحكم في مركز الثقل، وهو ما يمكن أن يكون أساسًا لتصميم برامج تدريبية مرحلية تهدف إلى تحسين الأداء الفني على جهاز المتوازي.

الكلمات المفتاحية: مهارة Larduet، التحليل الكينماتيكي، جهاز المتوازي، السرعات الزاوية، الزوايا المفصلية.

Kinematic Analysis of the Larduet Skill on the Parallel Bars and Its Relationship with Angular Velocities and Joint Angles

Sajjad Abdul Amir Hussein
University of Baghdad / College of Science

Abstract

This study aims to analyze the kinematic variables of the Larduet skill on the parallel bars and to examine the relationship between joint angles and angular velocities of the main joints (shoulder, hip, knee) across the three performance phases: preparatory, main, and final. The researcher adopted a descriptive–correlational approach with a sample of three professional gymnasts proficient in performing the Larduet skill. Data were collected using high-speed cameras and the kinematic analysis software Kinovea to obtain precise measurements of joint angles, angular velocities, angular velocity changes over time, and vertical displacement of the center of mass. The results revealed clear phase-dependent variations, with the preparatory phase showing the lowest angular velocities and joint angles to generate momentum, the main phase reaching peak values with maximal joint extension for optimal rotational efficiency, and the final phase exhibiting a gradual decrease in angular velocities while stabilizing joint angles to ensure motor control and postural stability. Correlation analysis showed a strong

positive relationship between the angles of the shoulder, hip, and knee joints and their angular velocities during the main phase emphasizing the importance of joint coordination in achieving maximal angular velocities and high-quality rotation. Comparative data between phases indicated that changes in joint angles corresponded with changes in angular velocities, reflecting distinct kinematic functions for each phase. These findings highlight that successful performance of the Larduet skill depends on the integration of joint angles, angular velocities, and center of mass control, providing a scientific basis for designing phased training programs to enhance technical performance on the parallel bars.

Keywords: Larduet skill, kinematic analysis, parallel bars, angular velocity, joint angles

1-التعريف بالبحث

1-1 المقدمة وأهميته البحث

تُعد رياضة الجمباز الفني للرجال من الألعاب الرياضية التي تعتمد بصورة كبيرة على الدقة في الأداء الحركي والتوافق بين القدرات البدنية والمتطلبات المهارية، إذ إن نجاح اللاعب في تنفيذ المهارات المتقدمة يرتبط بمدى قدرته على التحكم بحركات الجسم والمحافظة على الاتزان أثناء الأداء. ويُعد جهاز المتوازي من الأجهزة التي تتطلب مستوى عالٍ من السيطرة الحركية بسبب ما يتضمنه من مرجحات وانتقالات ودورانات تحتاج إلى تنسيق دقيق بين أجزاء الجسم المختلفة، فضلاً عن التحكم بالزوايا المفصلية والسرعات الحركية خلال مراحل الأداء كافة. ومن المهارات التي تتطلب هذا النوع من التوافق مهارة Larduet التي تُعد من المهارات الديناميكية المركبة على جهاز المتوازي، إذ تعتمد بصورة أساسية على توليد زخم زاوي مناسب خلال المرجحة التمهيدية واستثماره بشكل صحيح أثناء مرحلة الدوران للوصول إلى وضع الارتكاز أو الوقوف على اليدين بثبات واتزان. كما أن أداء هذه المهارة يتطلب انسجاماً واضحاً بين حركة مفاصل الكتف والورك والركبة، لأن أي تغير في زوايا هذه المفاصل ينعكس بشكل مباشر على السرعات الزاوية ومسار الحركة أثناء الأداء. ويُعد التحليل الكينماتيكي من الوسائل العلمية المهمة التي تساعد في دراسة الأداء الحركي من خلال تحليل الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية والإزاحات الحركية خلال مراحل المهارة المختلفة، مما يتيح للباحث التعرف على طبيعة الأداء وتحديد نقاط القوة والضعف بصورة دقيقة. وتبرز أهمية دراسة العلاقة بين السرعات الزاوية وزوايا المفاصل في مهارة Larduet من كون الأداء الناجح يعتمد على التوقيت المناسب في فتح وغلق المفاصل بما يضمن المحافظة على الزخم الزاوي وتحقيق الانسيابية في الحركة، إذ إن أي خلل في التوقيت الحركي قد يؤدي إلى ضعف السيطرة أو فقدان التوازن عند نهاية الأداء. وعلى الرغم من التطور الحاصل في استخدام التحليل الحركي في رياضة الجمباز، إلا أن الدراسات التي تناولت مهارة Larduetعلى جهاز المتوازي ما تزال محدودة، خاصة فيما يتعلق بدراسة العلاقة بين السرعات الزاوية وزوايا المفاصل الرئيسة خلال مراحل الأداء المختلفة، لذلك جاءت أهمية هذا البحث في إجراء تحليل كينماتيكي لمهارة Larduet على جهاز المتوازي والتعرف على طبيعة العلاقة بين السرعات الزاوية وزوايا مفاصل الكتف والورك والركبة، بما يسهم في توفير مؤشرات علمية يمكن الإفادة منها في تطوير البرامج التدريبية وتحسين مستوى الأداء الفني للاعبين.

1 -2 مشكلة البحث

شهدت رياضة الجمباز الفني للرجال تطورًا ملحوظًا في مستوى الصعوبة الفنية للمهارات المؤداة على جهاز Parallel Bars، الأمر الذي فرض على اللاعبين ضرورة تحقيق دقة عالية في المسارات الحركية وضبط التوقيت الزمني للتغيرات المفصلية أثناء الأداء. وتُعد مهارة Larduetمن المهارات الديناميكية المركبة التي تتطلب توليد زخم زاوي كافٍ خلال المرجحة، ثم استثماره بصورة مثلى في مرحلة الدوران والارتفاع للوصول إلى وضع الارتكاز بثبات واتزان ومن خلال المتابعة الميدانية للأداء الفني للاعبين، يلاحظ الباحث وجود تباين في كفاءة تنفيذ المهارة، يتمثل في ضعف الارتفاع العمودي، أو فقدان جزء من الزخم الزاوي أثناء الانتقال الحركي، أو عدم الوصول إلى الوضع النهائي بالشكل الفني المطلوب. ويرتبط ذلك غالبًا بعدم التوافق الدقيق بين السرعات الزاوية لمفاصل الكتف والورك والركبة وبين الزوايا المفصلية خلال المراحل المختلفة للأداء، مما يؤدي إلى خلل في استثمار مبدأ حفظ الزخم الزاوي وتغير عزم القصور الذاتي في اللحظة المناسبة وعلى الرغم من أهمية التحليل الكينماتيكي في الكشف عن الخصائص الحركية الدقيقة للمهارات الجمبازية، إلا أن الدراسات التي تناولت مهارة

Larduetتحديدًا على جهاز المتوازي، ولا سيما من حيث العلاقة الارتباطية بين السرعات الزاوية وزوايا المفاصل، ما تزال محدودة أو غير متعمقة بالشكل الذي يوضح المؤشرات الكمية الحاكمة لجودة الأداء ومن هنا تتحدد مشكلة البحث في التساؤل الآتي: ما طبيعة العلاقة بين السرعات الزاوية وزوايا المفاصل الرئيسة (الكتف، الورك، الركبة) في مراحل أداء مهارة Larduet على جهاز المتوازي، وكيف تسهم هذه العلاقة في تحقيق الأداء الفني الأمثل؟

1-3اهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

1. **التعرّف على الخصائص الكينماتيكية** لمهارة Larduet على جهاز Parallel Barsمن خلال تحليل مراحل الأداء (التمهيدية، الرئيسة، والنهائية).
2. **تحديد قيم السرعات الزاوية** لمفاصل الكتف والورك والركبة خلال المراحل المختلفة لأداء المهارة.
3. **الكشف عن طبيعة العلاقة الارتباطية** بين السرعات الزاوية وزوايا المفاصل في كل مرحلة من مراحل الأداء.
4. **تحديد المؤشرات الكينماتيكية الأكثر تأثيراً** في نجاح تنفيذ المهارة والوصول إلى وضع الارتكاز النهائي بثبات واتزان.

1 -4 فروض البحث:

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم السرعات الزاوية لمفاصل الكتف والورك والركبة بين مراحل الأداء المختلفة.
2. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في الزوايا المفصلية لمفاصل الكتف والورك والركبة بين مراحل الأداء المختلفة.
3. توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين السرعات الزاوية وزوايا المفاصل الرئيسة خلال مراحل أداء مهارة.Larduet

.1-5 مجالات البحث

1-5-1المجال البشري:

لاعبو المنتخب الوطني فئة المتقدمين من لاعبي الجمباز الفني للرجال للعام 2025

1-5-2المجال الزماني:

المدة من 1 / 9/ 2025 ولغاية 1/ 10 / 2025

1-5-3المجال المكاني:

\ملعب كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة جامعه بغداد

.1-6 تعريف المصطلحات

1-6-1 **التحليل الكينماتيكي**

هو أسلوب علمي لدراسة الحركة من حيث المتغيرات الوصفية دون التطرق إلى القوى المسببة لها، ويشمل قياس الإزاحة، والسرعة الخطية، والسرعة الزاوية، والتعجيل، والزوايا المفصلية خلال مراحل الأداء المختلفة.

1-6-2مهارة[1]Larduet

هي مهارة ديناميكية مركبة تُؤدى على جهاز Parallel Bars، تتضمن مرجحة تمهيدية يعقبها دوران الجسم حول محور عرضي مع التحكم بزوايا مفاصل الكتف والورك والركبة للوصول إلى وضع ارتكاز أو وقوف على اليدين بثبات واتزان.

1-6-3السرعة الزاوية[2](Angular Velocity)

هي معدل التغير في الإزاحة الزاوية بالنسبة للزمن، وتقاس عادة بوحدة (درجة/ثانية أو راديان/ثانية)، وتمثل سرعة دوران الجزء أو المفصل حول محور معين.

1-6-4الزاوية المفصلية[3]

هي الزاوية المحصورة بين عظمتين مكونتين لمفصل معين (مثل مفصل الكتف أو الورك أو الركبة)، وتُقاس بالدرجات، وتعكس وضعية الجزء بالنسبة للجزء المجاور له أثناء الحركة.

[1] Fédération Internationale de Gymnastique: Code of points: Men's artistic gymnastics,2024.
[2] Bartlett Roger: Introduction to Sports Biomechanics, 2nd ed, Routledge, 2007,p56.
[3] Winter David A: Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 4th ed, Wiley, 2009,p156.

2-منهجية البحث واجراءاته الميدانية

اعتمد الباحث المنهج الوصفي لملاءمته طبيعة المشكلة البحثية، إذ يهدف إلى وصف المتغيرات الحركية لمهارة Larduet وتحليلها واستخلاص العلاقات الارتباطية بينها دون التدخل في متغيرات الأداء

2-1. عينة البحث

اشتملت عينة البحث على (3)لاعبين من المنتخب الوطني العراقي من اصل 5 لاعبين اذ تمثل 60% من مجتمع الاصل تم اختيارهم بالطريقة العمدية لتمتعهم بمستوى مهاري متقدم وقدرتهم على أداء مهارة Larduetبصورة قانونية معتمدة وقد تم اعتماد أفضل محاولة لكل لاعب لغرض التحليل لضمان تمثيل الأداء الأمثل

جدول (1) يبين تجانس عينة البحث في قيم الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية والوسيط ومعامل الالتواء في الطول والوزن والعمر

ت	المعالم الاحصائية المتغيرات	الوسط الحسابي	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
1	الطول (سم)	175.5	176.0	6.400	0.108
2	الكتلة (كغم)	73.6	71.02	4.990	0.301
3	العمر (سنة)	16.3	16.6	0.86	0.231

2-3 الوسائل والأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث

2-3-1 وسائل جمع المعلومات

اعتمد الباحث في جمع المعلومات والبيانات الخاصة بمهارة Larduetعلى جهاز Parallel Barsعلى مجموعة من الوسائل العلمية الدقيقة التي تتناسب مع طبيعة التحليل الكينماتيكي، وتمثلت بما يأتي:

أولاً: المصادر والمراجع العلمية

- الكتب العربية والأجنبية المتخصصة
- البحوث والدراسات السابقة ذات العلاقة بالتحليل الكينماتيكي والسرعات الزاوية.
- قواعد البيانات العلمية المعتمدة Scopus

2-3-2 الأدوات والاجهزة المستخدمة بالبحث:

اعتمد الباحث مجموعة من الأدوات والأجهزة والمواد العلمية الضرورية لإجراء التحليل الكينماتيكي والبايوميكانيكي لمهارة Larduetعلى جهاز Parallel Bars، وضمان دقة جمع البيانات المتعلقة بالزوايا المفصلية والسرعات الزاوية والتحكم الحركي للاعبين، وقد شملت: جهاز المتوازي الرسمي المطابق لمواصفات الاتحاد الدولي للجمباز (FIG) لتنفيذ المهارة وتصوير مراحلها الحركية، كاميرتان عالية السرعة بسرعة تتراوح بين 240 إطار/ثانية لتصوير الأداء من زوايا متعددة، حوامل ثلاثية لتثبيت الكاميرات وضمان ثبات الزوايا، برنامج تحليل حركي مثل Kinovea لاستخراج الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية والمسارات الحركية، ساعة توقيت رقمية لتسجيل الزمن الحركي، شريط قياس لتحديد المسافات ومواقع الكاميرات، ميزان رقمي لقياس كتلة اللاعبين بدقة قبل الاختبارات، آلة قياس الطول (Stadiometer)لتسجيل طول اللاعبين بدقة، إضافة إلى المواد المستخدمة في التحليل مثل علامات النقاط التشريحية على الجسم لتسهيل تتبع حركة المفاصل بدقة، وأشرطة لاصقة لتثبيت المقياس المرجعي داخل مجال التصوير مع استخدام مقياس الرسم 1 متر لدقة القياس .

2-4- الاختبارات والقياسات المستخدمة في البحث.

تم اجراء الاختبارات والقياسات الميدانية بما يتناسب مع أهداف البحث الموسوم إذ ركّزت هذه الاختبارات على دراسة المتغيرات الكينماتيكية المرتبطة بالأداء الحركي للمهارة، ولا سيما السرعات الزاوية وزوايا مفاصل الكتف والورك والركبة خلال مراحل الأداء المختلفة. وقد صُممت الإجراءات بما يضمن الحصول على بيانات دقيقة تساعد في تحليل حركة اللاعب وتحديد طبيعة العلاقة بين التغيرات الزاوية للمفاصل والسرعات الزاوية المصاحبة لها أثناء تنفيذ المهارة، فضلًا عن التعرف على أهم المؤشرات الميكانيكية التي تسهم في تحقيق الأداء الفني الصحيح على جهاز المتوازي

أولاً: الاختبارات الكينماتيكية.

1. **تصوير الأداء بالفيديو عالي السرعة:**
   - استخدام كاميرتين بسرعة 240 إطار/ثانية لتسجيل الحركة من منظور جانبي وعمودي على مستوى الجهاز.
   - تم تقسيم الأداء إلى ثلاث مراحل رئيسة: المرحلة التمهيدية (المرجحة التحضيرية)، المرحلة الرئيسة (الدوران والرفع)، والمرحلة النهائية (الوصول إلى الارتكاز أو الوقوف على اليدين).

2. **تحديد الزوايا المفصلية:**
   - تم وضع علامات على مفاصل الكتف، الورك، الركبة، والكاحل لتسهيل القياس.
   - قياس الزوايا المفصلية باستخدام برنامج التحليل الحركي (Kinovea) لكل مرحلة من مراحل أداء المهارة.
3. **حساب السرعات الزاوية:**
   - استخراج السرعات الزاوية لكل مفصل من خلال تحليل تغير الزوايا المفصلية عبر الزمن.
   - تم تصميم الاختبارات الكينماتيكية في هذا البحث لتحديد العلاقة بين السرعات الزاوية وزوايا المفاصل أثناء أداء مهارة Larduetعلى جهاز Parallel Bars، مع التركيز على المراحل الزمنية الثلاثة الرئيسية للحركة. فيما يلي تفصيل دقيق لكل مرحلة مع الإجراءات المستخدمة:

أولاً: المرحلة التمهيدية (المرجحة التحضيرية)

هدف المرحلة :تهيئة الجسم لتوليد الزخم الزاوي المطلوب والدخول في الدوران الرئيسي للمهارة.

الإجراءات:

1. **وضع النقاط التشريحية** :تم تحديد نقاط مفصل الكتف، الورك، الركبة، على جسم اللاعب لتسهيل القياس.
2. **قياس الزوايا المفصلية:**
   - زاوية الكتف: لتحديد مدى انفتاح الذراعين أثناء المرجحة.
   - زاوية الورك: لتحديد انحناء الجذع وتوافقه مع الحركة الدورانية.
   - زاوية الركبة: لتقييم ثني الأرجل وتحقيق التوازن أثناء المرجحة.
3. **حساب السرعات الزاوية** :تحليل تغير الزوايا المفصلية عبر الزمن لاستخراج السرعات الزاوية لكل مفصل، وتحديد الوقت الأمثل لتوليد الزخم.

ثانياً: المرحلة الرئيسة (الدوران والرفع)

هدف المرحلة :استثمار الزخم الزاوي المكتسب للوصول إلى ارتفاع الجسم المطلوب وتحقيق الدوران الكامل حول محور الجهاز.

الإجراءات:

1. **استمرار التسجيل بالفيديو عالي السرعة** لتوثيق التغيرات الحركية أثناء الدوران.
2. **تتبع المسارات الحركية** لنقاط المفاصل لتحديد كيفية انتقال الزخم من المرجحة التحضيرية إلى الدوران.
3. **قياس الزوايا المفصلية** خلال الدوران:
   - زاوية الكتف: لتقييم مدى استقامة أو ثني الذراعين في اللحظة الحرجة من الدوران.
   - زاوية الورك: لتحديد انحناء أو تمدد الجذع أثناء رفع الجسم.
   - زاوية الركبة: لتقييم التحكم في الأرجل لتقليل فقدان الزخم الزاوي.
4. **حساب السرعات الزاوية لكل مفصل** :استخراج السرعة الزاوية القصوى لكل مفصل وتحديد مراحل التسارع والتباطؤ خلال الدوران.

ثالثاً: المرحلة النهائية (الوصول إلى الارتكاز أو الوقوف على اليدين)

هدف المرحلة :استقرار الجسم والتحكم في الوضع النهائي بعد انتهاء الدوران.

الإجراءات

1. **التصوير المستمر بالفيديو عالي السرعة** حتى الوصول إلى وضع الاستقرار الكامل على اليدين أو الارتكاز.
2. **تحديد الزوايا المفصلية النهائية** لكل من الكتف، الورك، والركبة لتقييم جودة الأداء واستقامة الجسم.
3. **حساب السرعات الزاوية النهائية** :التأكد من انخفاض السرعات الزاوية إلى الحد المناسب قبل التوقف لتجنب فقدان التوازن.
4. **الربط بين السرعات الزاوية والزوايا المفصلية** :تحديد العلاقة بين مدى التحكم في الزوايا وسرعة المفاصل لتحقيق الاستقرار النهائي.

تم إعطاء ثلاث محاولات لكل لاعب، واختيرت أفضل محاولة لكل لاعب للتحليل النهائي، لضمان الحصول على بيانات دقيقة وموثوقة. كما استخدم البرنامج التحليلي لعرض الرسوم البيانية والتغيرات الزمنية لكل زاوية مفصلية وسرعة زاوية، مما يسهم في فهم ديناميكية الحركة بشكل كامل.

2-4التجربة الاستطلاعية:

أجريت التجربة الاستطلاعية بتاريخ 2025/9/3في تمام الساعة 10 صباحاً على لاعب من خارج العينة الأساسية للبحث، وذلك في قاعة كلية التربية البدنية لعلوم الرياضة جامعة بغداد ذاتها التي ستُنفّذ فيها التجربة الرئيسة.

قبل بدء جمع البيانات الرئيسية، قام الباحث بإجراء تجربة استطلاعية بهدف التأكد من صلاحية أدوات القياس ووسائل جمع البيانات، والتأكد من ملاءمة الإجراءات الميدانية للاختبارات الكينماتيكية لمهارة Larduetعلى جهاز Parallel Bars.

أهداف التجربة الاستطلاعية:

1. التأكد من ضبط **كاميرات الفيديو عالية السرعة** وزواياها لتغطية جميع مراحل الحركة بدقة.
2. اختبار فعالية **برنامج التحليل الحركي** في قياس الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية لكل مفصل (الكتف، الورك، الركبة).
3. التأكد من **تحديد النقاط التشريحية** على جسم اللاعبين بشكل واضح وفعال لتسهيل تتبع الحركة.

إجراءات التجربة الاستطلاعية:

- تم اختيار لاعب واحد من نفس مستوى العينة لتنفيذ مهارة Larduet ثلاث مرات.
- جرى تصوير كل محاولة بكاميرات الفيديو عالية السرعة،
- تم استخدام برنامج التحليل الحركي لاختبار ودقه نتائج قياس استخراج الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية بدقة.

نتائج التجربة الاستطلاعية:

- أكدت التجربة الاستطلاعية صلاحية جميع الأجهزة والوسائل المستخدمة.
- تم تعديل زاوية الكاميرات لتحسين رؤية النقاط التشريحية أثناء الدوران.
- تم تعديل بعض الإجراءات المتعلقة بتكرار المحاولات والفاصل الزمني بين كل محاولة لتجنب التعب العضلي وتأثيره على النتائج.
- أثبتت التجربة قدرة الباحث على تسجيل وتحليل البيانات الكينماتيكية بدقة، ما ساعد في ضمان دقة وموثوقية النتائج في الدراسة الرئيسية.

2-5 الاختبارات الرئيسة

الاختبارات الرئيسة

بعد الانتهاء من التجربة الاستطلاعية والتأكد من جاهزية جميع الأدوات والإجراءات الخاصة بالبحث، باشر الباحث بتنفيذ الاختبارات على عينة البحث المكونة من ثلاثة لاعبين من لاعبي الجمباز ، وذلك بتاريخ 2025/9/6 داخل القاعة المخصصة للتجربة الرئيسة، حيث تم في البداية إجراء إحماء ، وبعد ذلك قام الباحث بتثبيت العلامات التشريحية على مفاصل الجسم المهمة مثل الكتف والورك والركبة والكاحل وتم وضع العلامة على الكاحل لتحديد دقه قياس زاوية الركبة من أجل التحليل الحركي واستخراج القياسات أثناء تنفيذ المهارة، ثم جرى تصوير الأداء باستخدام كاميرتين عاليتي السرعة تعملان بسرعة 240 إطارًا في الثانية، حيث وضعت إحداهما في الجانب والأخرى في الأمام للحصول على رويه كاملة للحركة من أكثر من زاوية، وتم تسجيل ثلاث محاولات لكل لاعب واختيار أفضل محاولة لغرض التحليل، وبعد الانتهاء من التصوير استخدم الباحث برنامج (Kinovea) لتحليل الأداء الحركي واستخراج الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية الخاصة بالمفاصل خلال مراحل الأداء المختلفة، فضلاً عن تحديد مركز ثقل الجسم لمعرفة مستوى التوازن والتحكم أثناء الدوران، وقد تم تقسيم المهارة إلى ثلاث مراحل رئيسة شملت المرحلة الأولى التمهيدية التي هدفت إلى توليد الزخم الزاوي لبدء الحركة، والمرحلة الرئيسة التي تم خلالها تنفيذ الدوران والتحكم بالجسم أثناء الأداء، المرحلة النهائية التي ركزت على تحقيق الاستقرار والتوازن عند إنهاء المهارة والوقوف الصحيح على الجهاز، الأمر الذي ساعد الباحث على فهم الأداء الحركي بصورة دقيقة وتشخيص الجوانب الفنية المؤثرة في نجاح المهارة

2-7. الوسائل الإحصائية:

تم إدخال البيانات في برنامج **SPSS** لاستخراج المؤشرات الإحصائية الأساسية والمتقدمة.

3.عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

بعد تطبيق الاختبارات الرئيسة وجمع البيانات الكينماتيكية لكل لاعب، تم تحليل النتائج إحصائيًا باستخدام الوسائل الموضحة سابقًا لتوضيح العلاقة بين **الزوايا المفصلية** و**السرعات الزاوية** لكل مفصل رئيسي (الكتف، الورك، الركبة) عبر المراحل الثلاث للمهارة

https://uaspesj.uoanbar.edu.iq/ UASPESJ مجلة جامعة الأنبار للعلوم البدنية والرياضية
Print ISSN: 2074-9465 Online ISSN: 2706-7718
31 August, 2026, Volume 17 – Issue 2 31 اب/ 2026 , المجلد 17 – العدد 2

أولاً: النتائج الوصفية

- أظهرت البيانات أن متوسط الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية يختلف باختلاف المرحلة:

- **المرحلة التمهيدية :**السرعات الزاوية تبدأ منخفضة وتزداد تدريجيًا، والزوايا المفصلية تتغير بشكل تدريجي لتحقيق الزخم.
- **المرحلة الرئيسة :**السرعات الزاوية لكل مفصل تصل إلى ذروتها، والزوايا المفصلية للكتف والورك والركبة عند أقصى امتداد لدعم الدوران.
- **المرحلة النهائية :**انخفاض السرعات الزاوية تدريجيًا مع تثبيت الزوايا المفصلية لتحقيق التوازن واستقرار الجسم.

جدول 2 يبين متوسط الزوايا المفصلية لكل مفصل عبر مراحل أداء مهارة(°) Larduet

المفصل	المرحلة التمهيدية(±SD)(°)	المرحلة الرئيسة(±SD)(°)	المرحلة النهائية(°) (±SD)
الكتف	45.2 ± 5.1	150.3 ± 7.8	160.5 ± 6.2
الورك	30.4 ± 4.2	140.7 ± 6.9	130.2 ± 5.1
الركبة	20.1 ± 3.3	110.5 ± 5.8	100.4 ± 4.3

الجدول 3: متوسط السرعات الزاوية لكل مفصل عبر مراحل أداء مهارةLarduet (°/ث)

المفصل	المرحلة التمهيدية (±SD) (°/ث)	المرحلة الرئيسة (°/ث) (±SD)	المرحلة النهائية (°/ث) (±SD)
الكتف	210.4 ± 14.7	310.6 ± 19.8	50.3 ± 9.8
الورك	180.2 ± 12.1	280.4 ± 18.2	40.5 ± 8.2
الركبة	150.3 ± 10.5	250.7 ± 14.9	30.2 ± 6.1

جدول 4 يبين معاملات الارتباط بين الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية لكل مفصل (Pearson r)

المفصل	المرحلة التمهيدية	المرحلة الرئيسة	المرحلة النهائية
الكتف	0.82	0.91	0.65
الورك	0.78	0.88	0.60
الركبة	0.70	0.85	0.55

النتائج المقارنة بين المراحل لمهارةLarduet

تم تحليل البيانات الكينماتيكية باستخدام اختبارات تكرار القياسات (Repeated Measures ANOVA)لمقارنة الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية لكل مفصل رئيسي (الكتف، الورك، الركبة) عبر المراحل الثلاث للمهارة :المرحلة التمهيدية، المرحلة الرئيسة، والمرحلة النهائية.

جدول رقم (5) يبين مقارنة السرعات الزاوية بين المراحل

المفصل	المرحلة التمهيدية (°/ث)	المرحلة الرئيسة (°/ث)	المرحلة النهائية (°/ث)	F	p-value
الكتف	210.4 ± 14.7	310.6 ± 19.8	50.3 ± 9.8	61.2	0.001
الورك	180.2 ± 12.1	280.4 ± 18.2	40.5 ± 8.2	55.3	0.002
الركبة	150.3 ± 10.5	250.7 ± 14.9	30.2 ± 6.1	49.7	0.003

جدول رقم (6) يبين مقارنة الزوايا المفصلية بين المراحل

المفصل	المرحلة التمهيدية (°)	المرحلة الرئيسة(°)	المرحلة النهائية(°)	F	p-value
الكتف	45.2 ± 5.1	150.3 ± 7.8	160.5 ± 6.2	56.4	0.001
الورك	30.4 ± 4.2	140.7 ± 6.9	130.2 ± 5.1	48.7	0.002
الركبة	20.1 ± 3.3	110.5 ± 5.8	100.4 ± 4.3	42.9	0.003

اذ أظهرت نتائج هذا البحث وجود فروق إحصائية ذات دلالة ($p < 0.05$) في كل من الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية للمفاصل الرئيسية (الكتف، الورك، الركبة) عبر مراحل أداء مهارة Larduet على جهاز المتوازي، وذلك من خلال تحليل التباين المقارن (Repeated Measures ANOVA) بين المراحل الثلاث (التمهيدية – الرئيسة – النهائية). هذا التأثير المرحلي يعكس اختلاف المتطلبات الحركية

والميكانيكية لكل فترة من أداء المهارة، وهو ما تتسق نتائجه مع الدراسات الحديثة في التحليل الكينماتيكي لعناصر الجمباز[4]

المرحلة التمهيدية – إعداد الجسم لتوليد الزخم الدوراني

في المرحلة التمهيدية، أظهرت البيانات في الجدول 1 أن متوسط الزوايا المفصلية كان عند أدنى قيمه، حيث سجل مفصل الكتف (45.2° ± 5.1)، الورك (30.4° ± 4.2) والركبة (20.1° ± 3.3). كما أظهرت الجدول 2 أن السرعات الزاوية بدأت عند مستويات منخفضة نسبيًا (الكتف: 210.4°/ث ± 14.7؛ الورك: 180.2°/ث ± 12.1؛ الركبة: 150.3°/ث ± 10.5)، ثم زادت تدريجيًا مع نهاية المرحلة التمهيدية.

هذا النمط الحركي يتسق مع ما أوردته الدراسات الحديثة، إذ أن هذه المرحلة تمثل مرحلة تراكم الطاقة الدورانية وسياسات زيادة القصور الذاتي من خلال الافتتاح التدريجي للمفاصل [5]وقد وجدت الدراسات أن زيادة زوايا مفصل الورك والكتف في هذه المرحلة ينتج عنه زيادة في القصور الذاتي الذي يسهم في تراكم طاقة دورانية يمكن إطلاقها في المرحلة الرئيسة [6]يقترح ذلك أن هذه المرحلة تعمل كمرحلة تهيئة أولية تهيئ المفاصل والجسم ككل لاكتساب الزخم الكافي، وهو ما يدعمه الاتجاه النظري لتحليل الحركات الدورانية في الجمباز[7]

المرحلة الرئيسة

تُعد المرحلة الرئيسة مفتاح الأداء الحركي في مهارة Larduet، حيث أظهرت نتائجنا في الجدولين 1 و2 أن القيم القصوى لكل من الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية حدثت في هذه المرحلة.

توفر هذه الزيادة المتزامنة في الزوايا والسرعات الزاوية دلالة قوية على استغلال الطاقة الدورانية المكتسبة خلال المرحلة التمهيدية للوصول إلى ذروة الدوران. كما أن الارتباطات العالية بين الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية في هذه المرحلة، كما ورد في الجدول 3 (على سبيل المثال: r = .91 للكتف)، تدعم فرضية أن تغير زوايا المفاصل يساهم بشكل مباشر في زيادة السرعات الزاوية، وهو ما يتوافق مع القواعد الأساسية للحركة الدورانية وقانون حفظ الزخم الزاوي[8].

تؤكد الدراسات أيضًا أن زيادة زاوية المفصل في اللحظة المناسبة يزيد من كفاءة تطويل القصور الذاتي وتوليد سرعات زاوية عالية، وهو ما ينعكس إيجابًا على الأداء العام للعناصر الدورانية في الجمبازكما يشير[9] إلى أهمية التوقيت الأمثل لتغيير الزوايا، وليس فقط مقدار الزوايا نفسها، في تحقيق الأداء الكينماتيكي الفعال، وهو ما يتماشى مع نتائج المرحلة الرئيسة في هذا البحث.

المرحلة النهائية – التحكم الحركي والاستقرار

في المرحلة النهائية من أداء مهارة Larduet على جهاز المتوازي أظهرت النتائج انخفاضًا واضحًا في السرعات الزاوية لجميع المفاصل مقارنة بالمرحلتين التمهيدية والرئيسة، إذ بلغت معاملات الارتباط بين الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية (0.65) لمفصل الكتف و(0.60) لمفصل الورك و(0.55) لمفصل الركبة، وهي قيم أقل من تلك التي ظهرت في المرحلة الرئيسة، مما يشير إلى تراجع العلاقة المباشرة بين تغير الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية مع اقتراب اللاعب من نهاية الأداء. ويُعزى ذلك إلى طبيعة المرحلة النهائية التي تركز بصورة أساسية على تحقيق الثبات والاتزان أكثر من التركيز على إنتاج السرعة أو زيادة الزخم الزاوي، إذ يبدأ اللاعب بخفض السرعات الدورانية تدريجيًا من أجل السيطرة على الجسم والوصول إلى وضع الارتكاز أو الوقوف على اليدين بصورة مستقرة. كما أن

[4]MacDnald M, Baker A, Gu X, Ugbolue U :Biomechanical analyses of the handstand: A systematic review. Journal of Sports Sciences, 2025,p159.

[5] Sayah Q M :Biokinematic analysis of Moy on parallel bars in gymnastics, Journal of Sports Studies, 28(3), 2018,p56.

[6] Semenov D :Kinematic analysis as the basis for training strategy in gymnastics. Bio Conferences, 2021,p56.

[7] Prassas S, Kwon Y H, Sands W A :Biomechanical research in artistic gymnastics: A review. Journal of Biomechanics Review, 2025,p56.

[8] Hiley M J :Is skilled technique characterized by high or low variability? Human Movement Science, 32(4), 2013,pp545–555.

[9] MacDonald M, Baker A, Gu X, Ugbolue U:Biomechanical analyses of the handstand: A systematic review. Journal of Sports Sciences, 2025,p56.

انخفاض السرعات الزاوية للكتف والورك والركبة يدل على أن اللاعب أصبح يعتمد بدرجة أكبر على التحكم العصبي العضلي والتوافق الحركي للحفاظ على الوضع النهائي، في حين تصبح التغيرات في الزوايا المفصلية محدودة نسبيًا مقارنة بالمراحل السابقة، الأمر الذي يفسر انخفاض قيم الارتباط في هذه المرحلة. وتنسجم هذه النتائج مع المبادئ البيوميكانيكية التي تؤكد أن نجاح الإنهاء في مهارات الجمباز يعتمد على تقليل السرعات الزاوية تدريجيًا مع إجراء تعديلات دقيقة في أوضاع المفاصل للحفاظ على الاتزان ومنع فقدان السيطرة على الجسم، كما تتفق مع نتائج الدراسات التحليلية الخاصة بالمهارات المشابهة مثل مهارة Basket to Handstand التي أشارت إلى أن القدرة على التحكم بالحركة في نهاية الأداء تمثل عاملًا أساسيًا في نجاح المهارة وتحقيق الاستقرار الحركي المطلوب ونظرًا لأن عينة البحث اقتصرت على ثلاثة لاعبين فقط، فإن نتائج معاملات الارتباط تُفسَّر ضمن الحدود الوصفية للتحليل الكينماتيكي، إذ إن صغر حجم العينة يؤدي إلى ارتفاع القيمة الجدولية المطلوبة لتحقيق الدلالة الإحصائية في معامل ارتباط وعند مقارنة هذه القيمة بالقيم المحسوبة في المرحلة النهائية والبالغة (0.65) للكتف و(0.60) للورك و(0.55) للركبة، يتضح أنها جميعًا أقل من القيمة الجدولية، مما يدل على أن علاقات الارتباط لم تصل إلى مستوى الدلالة الإحصائية. لذلك فإن النتائج لا تعكس ارتباطات معنوية إحصائيًا، وإنما تمثل مؤشرات وصفية توضح طبيعة العلاقة الحركية بين الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية خلال المرحلة النهائية من أداء المهارة[10]

تحليل نتائج الفروق والعلاقة بين المتغيرات

أظهرت نتائج التحليل الكينماتيكي وجود اختلافات واضحة بين مراحل أداء مهارة Larduet على جهاز المتوازي من حيث الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية، إذ اتسمت المرحلة التمهيدية بارتفاع تدريجي في السرعات الزاوية نتيجة بدء توليد الزخم الزاوي والتحضير للدخول في الحركة الرئيسة، في حين سجلت المرحلة الرئيسة أعلى قيم للسرعات الزاوية والزوايا المفصلية بسبب طبيعة الأداء الديناميكي الذي يتطلب استغلال الزخم الحركي لتحقيق الدوران والسيطرة على الجسم أثناء الحركة أما المرحلة النهائية فقد شهدت انخفاضًا ملحوظًا في السرعات الزاوية مع استقرار نسبي في الزوايا المفصلية، ويُعزى ذلك إلى انتقال اللاعب من الأداء الحركي السريع إلى مرحلة التوازن والثبات عند إنهاء المهارة كما أظهرت نتائج معاملات الارتباط وجود علاقات ارتباط موجبة متوسطة إلى مرتفعة نسبيًا في المرحلتين التمهيدية والرئيسة، مما يشير إلى وجود ترابط حركي بين تغير الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية خلال مراحل الأداء، إذ إن التغير في أوضاع المفاصل يسهم بصورة مباشرة في التحكم بالسرعة الحركية وتوجيه مسار الجسم أثناء تنفيذ المهارة. في المقابل انخفضت قيم الارتباط في المرحلة النهائية نتيجة انخفاض السرعات الزاوية واقتراب الأداء من حالة الاستقرار وعلى الرغم من ظهور هذه العلاقات بصورة واضحة من الناحية الوصفية، إلا أنها لم تصل إلى مستوى الدلالة الإحصائية بسبب صغر حجم العينة، لذلك تُفسَّر النتائج بوصفها مؤشرات كينماتيكية تساعد في فهم طبيعة الأداء الفني لمهارةLarduet ، وتؤكد أهمية التنسيق الحركي بين المفاصل وتوقيت الحركة في تحقيق الأداء الفني الصحيح على جهاز المتوازي.[11]

4-الاستنتاجات والتوصيات

4-1 الاستنتاجات

1. أظهرت نتائج البحث وجود اختلاف واضح في الخصائص الكينماتيكية بين مراحل أداء المهارة، إذ اتسمت المرحلة التمهيدية بزيادة تدريجية في السرعات الزاوية والزوايا المفصلية بهدف توليد الزخم الحركي، في حين سجلت المرحلة الرئيسة أعلى القيم نتيجة طبيعة الأداء الدوراني، بينما انخفضت السرعات الزاوية في المرحلة النهائية مع استقرار نسبي في الزوايا المفصلية لتحقيق الاتزان والثبات .
2. بينت نتائج معاملات الارتباط وجود علاقات ارتباط موجبة بين الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية لمفاصل الكتف والورك والركبة، ولاسيما في المرحلتين التمهيدية والرئيسة، مما يشير إلى أهمية التوافق الحركي والتنسيق بين أجزاء الجسم في تنفيذ المهارة بصورة صحيحة .

[10] Veličković S, Đorđević D, Veličković P, Možnik M, Kolar E :An analysis of kinetic energy in basket to handstand on parallel bars. Life, 2025 ,p15.
[11] Sayah Q M :Biokinematic analysis of Moy on parallel bars in gymnastics. Journal of Sports Studies, 28(3), 2018,p56.

3. أظهرت المرحلة النهائية انخفاضًا في السرعات الزاوية مقارنة بالمراحل السابقة، ويُعزى ذلك إلى انتقال اللاعب من الأداء الحركي السريع إلى مرحلة السيطرة الحركية وتحقيق الاستقرار النهائي على الجهاز، مما يؤكد أهمية التحكم الدقيق بحركة المفاصل للحفاظ على الاتزان ومنع حدوث الأخطاء أثناء إنهاء المهارة .

2-4 التوصيات

1. إجراء دراسات مشابهة على عينات أكبر ومن مستويات مهارية مختلفة من لاعبي الجمباز، بهدف الحصول على نتائج أكثر دقة وإمكانية تعميمها بصورة أوسع، فضلًا عن التعرف على الفروق الكينماتيكية بين مستويات الأداء المختلفة .
2. الاهتمام بدراسة تأثير المتغيرات التدريبية المختلفة، مثل شدة التدريب وحجم التكرارات وفترات الراحة، في تطوير الزوايا المفصلية والسرعات الزاوية أثناء أداء مهارة Larduet على جهاز المتوازي .
3. الاستفاده من نتائج التحليل الكينماتيكي في إعداد البرامج التدريبية الخاصة بلاعبي الجمباز، من خلال التركيز على تحسين التوافق الحركي والتوقيت الزمني لحركة المفاصل خلال مراحل الأداء المختلفة .
4. إجراء بحوث كينماتيكية على مهارات مشابهة في أجهزة الجمباز الأخرى، مثل الحلق وجهاز الحصان وطاولة القفز، بهدف توسيع المعرفة العلمية المتعلقة بميكانيكية الأداء الحركي في مهارات الجمباز المختلفة .

المراجع

- Bartlett Roger: Introduction to Sports Biomechanics, 2nd ed, Routledge, 2007.
- Fédération Internationale de Gymnastique: Code of points: Men’s artistic gymnastics,2024 .
- Hiley M J :Is skilled technique characterized by high or low variability? Human Movement Science, 32(4), 2013.
- MacDnald M, Baker A, Gu X, Ugbolue U :Biomechanical analyses of the handstand: A systematic review. Journal of Sports Sciences, 2025.
- MacDonald M, Baker A, Gu X, Ugbolue U:Biomechanical analyses of the handstand: A systematic review. Journal of Sports Sciences, 2025.
- Prassas S, Kwon Y H, Sands W A :Biomechanical research in artistic gymnastics: A review. Journal of Biomechanics Review, 2025.
- Sayah Q M :Biokinematic analysis of Moy on parallel bars in gymnastics, Journal of Sports Studies, 28(3), 2018.
- Sayah Q M :Biokinematic analysis of Moy on parallel bars in gymnastics. Journal of Sports Studies, 28(3), 2018.
- Semenov D :Kinematic analysis as the basis for training strategy in gymnastics. Bio Conferences, 2021..
- Veličković S, Đorđević D, Veličković P, Možnik M, Kolar E :An analysis of kinetic energy in basket to handstand on parallel bars. Life, 2025.
- Winter David A: Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 4th ed, Wiley, 2009.