# تحليل التزامن الحركي للأطراف السفلى لأداء مهارة قفزة اليدين الخلفية على بساط الحركات الارضية ومؤشر الاتزان الديناميكي للاعبي الجمناستك المتقدمين

ا.م.د علي حسن نعمة السعدي

ا.م.د عبير علي حسين المعموري

فاطمة حامد كاظم

Fatimah.hamid@s.uokerbala.edu.iq

**الملخص**

يهدف البحث الى تحليل التزامن الحركي بين الأطراف (العليا –السفلى) خلال مختلف مراحل قفزة اليدين الخلفية لدى لاعبي الجمناستك المتقدمين، الكشف عن أهم النقاط الزمنية (timing points) التي تؤثر في فعالية الانتقال بين مراحل الأداء، تقديم مؤشرات بايوميكانيكية عملية يمكن الاستفادة منها في تحسين برامج التدريب الفني للاعبي الجمناستك. استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي بأسلوب العلاقات الارتباطية لملاءمته لطبيعة البحث. حدد الباحث مجتمع البحث بلاعبي منتخب العراق للجمناستك، تم اختيار عينة البحث باسلوب (الحصر الشامل)، لكون أفرادها يمثلون الفئة التي تؤدي مهارة قفزة اليدين الخلفية بصورة متقنة ومنتظمة، إذ بلغ عدد أفراد العينة (6) لاعباً من فئة المتقدمين. اعتمدت الحقيبة الاحصائية (SPSS) لمعالجة بيانات البحث الاحصائية. استنتجت الدراسة التزامن الحركي ضروري لإتمام الاداء الحركي في قفزة اليدين الخلفية على بساط الحركات الأرضية، زمن التلامس للأطراف السفلى والعليا له علاقة بالثبات عند الأداء، ضبط الزمن بين حركة الاطراف السفلى والاطراف العليا يحدد المسار الحركي الصحيح للأداء، اشارت النتائج ان الأطراف السفلى تمثل المصدر الرئيسي التي تولد القوة الدافعة في مرحلة الانطلاق ثم ينتقل الدور الميكانيكي تدريجيا الى الأطراف العليا، ان مهارة قفزة اليدين الخلفية تعتمد بصورة مباشرة على التزامن الحركي حيث يسهم التكامل الزمني بين حركات أجزاء الجسم على تحقيق الانسيابية الحركية للأداء، وجود الفروق الإحصائية بين الأطراف العليا – السفلى في مراحل الأداء يدل على اختلاف الدور الميكانيكي لكل طرف اثناء مراحل الأداء الحركي، أظهرت نتائج مؤشر الاتزان الديناميكي وجود درجة من ضعف الاتزان الحركي النسبي لدى افراد العينة على الرغم من قدرتهم على انتاج القوة الأرضية اللازمة لأداء المهارة.

# Analysis of Lower-Limb Movement Synchronization During the Performance of the Back Handspring on the Floor Exercise Mat and Its Relationship to the Dynamic Balance Index in Advanced Gymnasts

By

Asst Prof Dr. Ali Hassan Neama Al-Saadi

Asst Prof Dr. Abeer Ali Hussein Al-Maamouri

Fatimah Hamid Kadhim

Abstract

The study aimed to analyze movement synchronization between the upper and lower limbs during the different phases of the back handspring performed by advanced gymnasts, identify the key timing points that influence the effectiveness of transitions between performance phases, and provide practical biomechanical indicators that can be utilized to improve technical training programs for gymnasts.

The researchers employed the descriptive analytical method using a correlational approach due to its suitability for the nature of the study. The research population consisted of members of the Iraqi National Gymnastics Team. The sample was selected using a comprehensive census method, as all participants were advanced gymnasts capable of performing the back handspring skill accurately and consistently. The sample included six advanced gymnasts.

The research data were statistically analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

The findings indicated that movement synchronization is essential for successful execution of the back handspring on the floor exercise mat. The contact time of both the upper and lower limbs was found to be associated with performance stability. Moreover, precise timing between lower- and upper-limb movements determines the correct movement trajectory during skill execution. The results also showed that the lower limbs serve as the primary source of propulsive force during the take-off phase, after which the mechanical role gradually shifts to the upper limbs. The back handspring relies directly on movement synchronization, as temporal integration among body segments contributes significantly to smooth and coordinated performance. Statistically significant differences were observed between the upper and lower limbs across the different phases of performance, reflecting the distinct mechanical role of each limb throughout the movement. Furthermore, the dynamic balance index revealed a relative deficiency in dynamic balance among the participants despite their ability to generate sufficient ground reaction force to perform the skill successfully.

Keywords: Back Handspring, Movement Synchronization, Lower Limbs, Upper Limbs, Dynamic Balance, Biomechanics, Floor Exercise, Gymnastics.

## 1- التعريف بالبحث

### 1-1مقدمة وأهمية البحث :

رغم التطور الكبير في استخدام التقنيات الحديثة في المجال الرياضي عالميًا، إلا أن الواقع العملي في البيئة المحلية ما زال يعتمد بدرجة كبيرة على التقدير الشخصي والملاحظة الذاتية في تقويم الأداء المهاري، مما يؤدي إلى ضعف الدقة في تحديد

الأخطاء الفنية، وصعوبة الربط بين الجانب البايوميكانيكي والأداء المهاري، كما نلاحظ قلة الدراسات التي تناولت العلاقة بين مؤشرات التزامن الحركي أثناء أداء المهارات المركبة في الجمناستك الفني باستخدام أجهزة التحليل الحركي الحديثة.

ومن هذا المنطلق جاءت أهمية هذه الدراسة في تسليط الضوء على استخدام جهاز التحليل الحركي بوصفه أداة علمية دقيقة لقياس بعض المؤشرات البايوميكانيكية المرتبطة بالتزامن الحركي، ومحاولة الكشف عن العلاقة بين هذه المؤشرات ومستوى الأداء الفني لدى لاعبي الجمناستك المتقدمين. إذ يُتوقع أن تسهم نتائج هذه الدراسة في تقديم أسس علمية يمكن الاستفادة منها في تطوير برامج التدريب الفني، ورفع كفاءة الأداء المهاري استنادًا إلى بيانات موضوعية دقيقة بدلًا من الاعتماد على التقدير الشخصي فقط، وعليه، فإن هذه الدراسة تمثل محاولة علمية لسد الفجوة المعرفية في هذا المجال، وتوظيف التطور التكنولوجي في خدمة التحليل العلمي للأداء الحركي في رياضة الجمناستك الفني.

## 1-2 مشكلة البحث

تعد مهارة قفزة اليدين الخلفية (Back Handspring) واحدة من المهارات الأساسية والمعقدة في الجمناستك الفني، حيث تتطلب تنسيقًا عاليًا بين الأطراف العليا (الذراعين والكتفين) والأطراف السفلى (الحوض والساقين) لضمان الانتقال السلس والحفاظ على الاتزان الحركي طوال مراحل الأداء (التهيؤ، الارتكاز، الدفع، الطيران، الهبوط).

غير أن الملاحَظ أن العديد من لاعبي الجمناستك المتقدمين يُظهرون تفاوتًا في مستوى التزامن الحركي بين الأطراف (العليا–والسفلى) أثناء التنفيذ، مما ينعكس سلبًا على جودة الاتزان الحركي ويؤدي إلى فقدان الدقة، زيادة الأخطاء الفنية، أو ضعف في استقرار الهبوط، من هنا تبرز الحاجة إلى تحليل التزامن الحركي بين الأطراف (العليا–السفلى) في هذه المهارة بما يساهم في تحسين جودة التدريب وتقليل الأخطاء لدى لاعبي الجمناستك المتقدمين، حيث يسعى إلى الكشف عن العلاقة بين التزامن الحركي للأطراف (العليا والسفلى)

## 1-3 أهداف البحث:

1. تحليل التزامن الحركي بين الأطراف (العليا –السفلى) خلال مختلف مراحل قفزة اليدين الخلفية لدى لاعبي الجمناستك المتقدمين.
2. الكشف عن أهم النقاط الزمنية (timing points) التي تؤثر في فعالية الانتقال بين مراحل الأداء.
3. تقديم مؤشرات بايوميكانيكية عملية يمكن الاستفادة منها في تحسين برامج التدريب الفني للاعبي الجمناستك.

## 1-4 فروض البحث:

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى التزامن الحركي بين الأطراف (العليا– والسفلى) خلال مراحل قفزة اليدين الخلفية.

2. يسهم التزامن الدقيق بين الأطراف (العليا –السفلى) في تحسين ثبات الهبوط وتقليل الأخطاء الفنية عند تنفيذ قفزة اليدين الخلفية.

## 1-5 مجالات البحث:

1-5-1 المجال البشري: لاعبي منتخب العراق للجمناستك

1-5-2 المجال المكاني: بغداد –قاعة الشهيد سمير خماس–الاتحاد العراقي المركزي للجمناستك

1-5-3 المجال الزماني: 2025/10/13 لغاية 2026/3/15

## 1-6 تحديد المصطلحات

### 1-6-1 التحليل الحركي

إن التحليل الحركي هو أحد المرتكزات الأساسية لتقويم مستوى الأداء والتي من خلالها يمكننا مساعدة المدرس أو المدرب في معرفة مدى نجاح مناهجهم في تحقيق المستوى المطلوب، إضافة إلى تحديد نقاط الضعف في الأداء والعمل على تصحيحها لرفع مستوى اللاعبين، لهذا فان التحليل الحركي يعد أكثر الموازين صدقاً في التقويم والتوجيه (وجيه محجوب،1982: ص10)

ويشير (وجيه محجوب،1987: ص139) إلى إن" التحليل من خلال التجريب يعمل ويقودنا للوصول إلى نتائج دقيقة وصحيحة في الكشف عما يصاحب التغيير في الحركة للوصول إلى نتائج تتعلق بالإنجاز، حيث يتم الاستناد على وصف الحركة وتحليل جميع العوامل (البدنية، الميكانيكية، التشريحية) التي تحقق الأداء الحركي بشكل يضمن استخدامها في حل المشاكل التي تتعلق بالأداء وتقويمه وخلق ظروف تدريبية خاصة لتحقيق ذلك الهدف.

### 1-6-2 التزامن

التزامن يعني تواجد أكثر من حدث أو عمل أو اشتراك أكثر من كائن في الزمن نفسه وفي المكان نفسه أو في مكانين مختلفين، التزامن يقصد به تواقت الاحداث أي أداء عملين أو أكثر بشكل مترابط وفي توقيت واحد، وهذا المفهوم يستخدم في التحليل الحركي بشكل كبير، وهو على أنواع ومن هذه الأنواع ما يأتي

## 2- منهج البحث واجراءاته الميدانية

### 2-1 منهج البحث:

المنهج هو الطريق الذي يؤدي الى كشف حقيقة الظاهرة بحيث تحدد العلاقات بين المتغيرات الرئيسية التي تتكون منها الظاهرة لذا استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي بأسلوب العلاقات الارتباطية لملاءمته لطبيعة البحث.

ويعد هذا المنهج من المناهج العلمية التي تُستخدم لتحليل الظواهر كما هي في الواقع دون التدخل في متغيراتها، مما يتيح إمكانية دراسة العلاقة بين الظواهر قيد البحث بصورة دقيقة وموضوعية

### 2-2عينة البحث:

حدد الباحث مجتمع البحث بلاعبي منتخب العراق للجمناستك

تم اختيار عينة البحث بأسلوب (الحصر الشامل)، لكون أفرادها يمثلون الفئة التي تؤدي مهارة قفزة اليدين الخلفية بصورة متقنة ومنتظمة، إذ بلغ عدد أفراد العينة (6) لاعباً من فئة المتقدمين.

### 2-3 وسائل جمع البيانات والاجهزة المستخدمة:

### 2-3-1 وسائل جمع البيانات:

1. المصادر العربية والاجنبية
2. المقابلات الشخصية.
3. الملاحظة والتحليل.
4. الاختبارات والقياس
5. الاستبانة

### 2-3-2 الاجهزة والادوات المستخدمة :

- كاميرتان رقميتان نوع( SONY )عالية السرعة (1200 ص/ثا).
- حاملان ثلاثيان لتثبيت الكاميرات.
- جهاز منظومة (Dynafoot 3 ) فرنسي الصنع .
- جهاز حاسوب مزود ببرنامج تحليل الحركة

(Tracker 4.11 .0 16 Sep 2017)

- ساعة توقيت رقمية، وأوراق تسجيل البيانات.

## 2-3-3 المتغيرات البايوميكانيكية قيد الدراسة:

1. زوايا المفاصل (الكتف–الركبة)

زاوية مفصل الكتف:

هي الزاوية المحصورة بين خط العضد (من نقطة مفصل الكتف إلى نقطة مفصل المرفق ) مع خط الجذع (من مفصل الكتف إلى نقطة مفصل الورك).

زاوية مفصل الركبة:

وهي الزاوية المحصورة بين خط الفخذ (من نقطة مفصل الورك الى نقطة مفصل الركبة) مع خط الجذع (من مفصل الركبة إلى نقطة مفصل الورك).

2. الفوارق الزمنية بين الأطراف(Δt): وهي المدة الزمنية المحصورة بين نقطة معينة إلى نقطة أخرى إذ تم استخراج الزمن بدلالة عدد الصور.

3. مؤشر الاتزان الديناميكي (DPSI) (صريح عبد الكريم، 2019: ص120)

قانون مؤشر الاتزان الديناميكي ( dynamic Postural Stability Index – DPSI)يستخدم في الدراسات البايوميكانيكية لحساب مدى استقرار الجسم بعد الهبوط أو أثناء الانتقال الحركي، ويُأخذ من قوى رد الفعل الأرضية ((GRF

في الاتجاهات الثلاثة:

الاتجاه الأمامي الخلفي (AP)

(Anterior–Posterior)

يشير الاتجاه الأمامي الخلفي إلى تذبذبات مركز الضغط على طول المحور الطولي للجسم، من الأمام إلى الخلف أثناء الوقوف أو أداء حركة ما. ويعكس هذا الاتجاه قدرة الجهاز العصبي العضلي على التحكم في التوازن في الاتجاه السهمي، وهو أحد المؤشرات الأساسية المستخدمة لتقييم ثبات الوضعية في الوضعين الساكن والديناميكي.

الاتجاه الجانبي (الإنسي والوحشي) (ML)

(Medio–Lateral)

يمثل الاتجاه الإنسي الوحشي تذبذبات مركز الضغط على طول المحور العرضي للجسم، من اليمين إلى اليسار. ويعبر هذا الاتجاه عن التحكم الجانبي في التوازن، ويتسم بحساسية عالية للتغيرات في وظيفة الجهاز العصبي العضلي، وخاصة في مفصل الورك. وتشير القيم المرتفعة في هذا الاتجاه إلى انخفاض الثبات الجانبي.

الاتجاه العمودي (V)

(Vertical)

يشير الاتجاه الرأسي إلى المكون الرأسي للقوى المؤثرة على سطح الدعم. ويرتبط هذا الاتجاه بشكل أساسي بقوة رد فعل الأرض، ولا يعكس تذبذبًا مكانيًا لمركز الضغط. يستخدم هذا المكون بشكل عام في التحليل الميكانيكي للقوى والأحمال المطبقة أثناء الحركة، بدلاً من التقييم المباشر لتوازن الوضعية.

## 2-4 إجراءات البحث الميدانية

### 2-4-1 جهاز Dynafoot (صريح الفضلي،2014:ص5)

تم استخدام جهاز الدينا فوت وهو من الاجهزة الحديثة والمتطورة التي توضع تحت القدم اذ تعطينا مقدار التوزيع الميكانيكي للضغط والقوة بالإضافة الى معلومات كينماتيكية وكينتيكية اخرى تتعلق بالتوازن للقدمين والفرق بينهما وكذلك بصمة القدمين والضغوط التي تسلطها اجزاء القدمين سواء الكعب او الامشاط او الجانب الايمن او الجانب الايسر.

يوضع هذا الجهاز في حذاء الرياضي عن طريق دبان تحت القدم ويستقبل المعلومات من خلال مستشعرات داخل الجهاز (15) مستشعرا وبنظام البلوتوث تربط على الحاسوب، ويستقبل الاشارة على بعد 20 م،

وساعه الكترونية( watchunit) وتعمل المنظومة بعد ارتداء الجهاز برجل اللاعب المختبر وتثبيته على ساقه وتثبيت متحسس الخطوات على قدم اللاعب وادخال البيانات الخاصة بعمر اللاعب وطوله

ووزنه وجنسه، ويمكن ان تستخدم هذه البيانات كمعلومات تغذية للوحدات التدريبية اللاحقة لإمكان خزن المعلومات في المنظومة.

**المواصفات الفنية للجهاز:**

1. توجد فيه مجسات مقاومة للضغط.
2. المستشعرات بكل دبان قدم 58 مستشعر لحجم (36 – 47) و28 مستشعر لحجم (28 – 35).
3. حجم المستشعر 9×9 ملم.
4. يتحمل درجة حرارة من (0 – 60) درجة مئوية.
5. وقت الشحن 2 ساعة.
6. يربط عن طريق البلوتوث في الحاسوب.
7. مدة التسجيل (حجم الذاكرة) 900 ثانية.

**المتغيرات التي يقيسها الجهاز:**

1. نقاط القوة التي تسلطها القدم
2. أكبر قوة تسلطها القدم (في أي نقطة).

**استخدامات الجهاز:**

يستخدم جهاز الداينوفوت في قياس مدى تعافي القدم من الإصابات وخصوصا الفلات فوت (تفلطح القدم) أو الكسور في القدم ومتغيرات الركض ومتغيرات الضغوط المسلطة على القدمين ويخرجها على شكل بيانات على الحاسوب وعلى شكل صور توضح مناطق القوة والضعف في القدم.

## 2-5 التجربة الاستطلاعية:

تكمن الاستفادة من التجربة الاستطلاعية في تلافي نواحي القصور مع تحديد المكان الصحيح للتجربة ووقتها ومدتها الزمنية (وجيه محجوب،1988:ص239)، ولغرض الوقوف على دقة العمل الخاص بالبحث وصلاحيته وتلافي المعوقات التي قد تظهر خلال اجراءات التجربة الميدانية قام الباحث بأجراء تجربة استطلاعية بتاريخ (8\12\2025) الساعة (5) عصراً في الاتحاد العراقي للجمناستك (قاعة الشهيد سمير خماس)،في بغداد وتم نصب كاميرتين سريعة نوع (SONY) الاولى تصل سرعتها الى 1200صورة/ثا والثانية 1000صورة/ثا وتم التثبيت على الارتفاع والبعد المناسب بحيث تشمل جميع النواحي الفنية للمهارة المؤداة.

. وتم تصوير الاداء الحركي للمهارة على جهاز منظومة (Dynafoot 3) إذ ستكون النتيجة من اجراء التجربة الاستطلاعية هو:

1-ضمان التصوير: حيث ليس من السهل جعل كلتا الكاميرتين بنفس السرعة وذلك لاختلاف التدرج في السرعة للكامرتين وهذا سيصعب عمل الباحث في التحليل عند ربط الفلمين في فلم واحد لذلك تم الاتفاق مع خبير التحليل على استخدام عدد الكاميرات ليكون التصوير بشكل واضح عند التحليل.

2-تحديد السرعة وكمية الاضاءة المناسبة للتصوير: تم الاتفاق مع خبير التحليل على التصوير بالكاميرا الاولى ذات سرعة 1200صورة/ثا والتسجيل على هذا السرعة كونها مناسبة جداً لأغراض تحليل المهارة اما الاضاءة تم الاستغناء عنها بعد ضبط إعدادات الكاميرا وضمان وضوح الصورة بعد التسجيل لوجود الانارة الكافية في القاعة من اشعة شمس واضاءة داخلية.

3-تحديد الموقع النهائي للكاميرا.

4-توزيع المهام لفريق العمل المساعد وفقاً لأهداف البحث.

5-التأكد من وضوح نقاط المفاصل عند التحليل.

6-التأكد من زمن أداء القفزة وعدد المحاولات اللازمة.

## 2-6 التجربة الميدانية:

**2-6-1 الاختبار المهاري لقفزة اليدين الخلفية** قام الباحث بإجراء اختبار مهاري لأفراد عينة البحث، إذ أشتمل الاختبار على تأدية أفراد عينة البحث للمهارة ( قفزة اليدين الخلفية) تزامنا مع الدينافوت والاعداد والتصوير في يوم الاحد( 14\12\2025) الساعة (5:00) مساءا في الاتحاد العراقي للجمناستك (قاعة الشهيد سمير خماس) في بغداد وبمساعدة فريق العمل تم نصب كاميرتين سريعة نوع (SONY) الأولى تصل سرعتها الى 1200صورة/ثا والثانية 1000صورة/ثا وتم التثبيت على الارتفاع والبعد المناسب بحيث تشمل جميع النواحي الفنية للمهارة المؤداة.

تصل سرعتها الى 1200صورة/ثا والثانية 1000صورة/ثا وتم التثبيت على الارتفاع والبعد المناسب بحيث تشمل جميع النواحي الفنية للمهارة المؤداة.

تم نصب الكاميرا (1) من الجانب بوضع عمودي على خط سير الحركة بحيث يسمح موقعها بتغطية كافة مراحل الحركة المعينة والمدروسة، وضعت على حامل ثلاثي وكانت على بعد(3م) وبارتفاع (150سم) اما الكاميرا (2) جانبية بالاتجاه المقابل للكاميرا (1) وبعد عن بساط الحركات الأرضية بمسافة (3م) وارتفاع (150سم) وتم استخدام منظومة (الداينافوت) لغرض استخراج قيم المتغيرات البايوميكانيكية بالتزامن وتم ربط المتحسسات على رجل اللاعب وضبط الإشارة مع المستقبل الجهاز مع المتحسس وإعطاء الإشارة الى اللاعب لبدء الاختبار وتم التأكد من فاعلية المنظومة مع العينة واستقبال المعلومات وتم اجراء التحليل الحركي بواسطة برنامج (Tracker) للمتغيرات البايوميكانيكية قيد الدراسة وقد أعطيت (2) محاولة لكل لاعب

## 2-6-2 تقويم الاداء:

قام كل لاعب في تنفيذ محاولتين صحيحتين لمهارة قفزة اليدين الخلفية، حيث تم

تسجيل جميع المحاولات التي قام بتنفيذها اللاعبين ثم اختيار الأفضل وفقا لمعياري الشكل الفني والاستقرار عند الهبوط، وتم منح اللاعبين فترات راحة كافية بلغت دقيقتين لتجنب التعب وضمان جودة الأداء وتم اعتماد التصوير الفيديوي للعمل عليه في برنامج التحليل الحركي

(Tracker)

**2-6-3 تحليل الأداء** بعد ان تم جمع التسجيلات، تم ادخال المقاطع إلى برنامج تحليل الحركة لتحديد المراحل الزمنية التالية:

1. المرحلة الأولى من لحظة البدء الى اقصى انثناء للرجلين.
2. من لحظة البدء لمد الركبتين الى منتصف الزمن قبل ترك الارض.
3. من لحظة الترك الى اقصى مد.

- ❖ تم تحديد التزامن الحركي من خلال الفارق الزمني بين لحظة ذروة الدفع بالساقين ولحظة أقصى امتداد للذراعين.
- ❖ ثم تم استُخرج معامل التزامن الزمني (Time Lag / Phase Difference).
- ❖ ثم جرى تقييم الاتزان من خلال تحليل استقرار الجسم بعد الهبوط، وزاوية ميل الجذع، ومدى تشتت مركز الكتلة خلال (ثانية واحدة) بعد ملامسة الأرض.

## 2-7 الوسائل الإحصائية المستخدمة:

**استخدم الباحث الوسائل الإحصائية:** وجرت جميع العمليات الإحصائية بواسطة نظام الحقيبة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS).

## 3-عرض وتحليل النتائج ومناقشتها:

### 3-1 عرض وتحليل ومناقشة التزامن الحركي لعينة البحث:

### 3-1-1عرض النتائج التزامن الحركي لعينة البحث:

**جدول (1)يبين الأوساط الحسابية ومعامل الارتباط ويلكيكسون ومستوى الدلالة للتحليل الكينماتيكي للطرفين العلوي والسفلي في قفزة اليدين الخلفية**

| المرحلة | وحدة القياس | Mean علوي | SD علوي | Mean سفلي | SD سفلي | فرق المتوسط | R | Wilcoxon W | p-value | الدلالة | الفرق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| انطلاق | الدرجة | 66.17 | 1.43 | 179.65 | 0.67 | -113.48 | 0.93 | 0 | 0.03125 | دال | معنوي |
| ترك رجل | الدرجة | 177.02 | 1.14 | 139.02 | 1.47 | 38 | 0.98 | 0 | 0.03125 | دال | معنوي |
| لمس يد | الدرجة | 173.22 | 0.88 | 143.97 | 1.42 | 29.25 | 0.99 | 0 | 0.03125 | دال | معنوي |
| لمس رجل | الدرجة | 134.27 | 0.93 | 72.88 | 1.18 | 61.38 | 0.98 | 0 | 0.03125 | دال | معنوي |

يبين الجدول رقم (1) مرحلة الانطلاق بلغ الوسط الحسابي للقسم العلوي (66.17) بانحراف معياري (1.43) بينما بلغ الوسط الحسابي للقسم السفلي (179.65) وبانحراف معياري (0.67) وكان فرق المتوسطين (-113.48) ومعامل ارتباط (0.93) في حين سجل اختبار (ويلكوكسون) قيمة (0) بمستوى دلالة (0.03125) مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً ومعنوي.

وفي **مرحلة ترك الرجل** بلغ الوسط الحسابي للقسم العلوي (177.02) وبانحراف معياري (1.14) في حين كان الوسط للقسم السفلي (139.02) بانحراف معياري (1.47). وصل فرق المتوسطين إلى (38) وبمعامل ارتباط (0.98) كما بلغت قيمة (ويلكوكسون) (0) وبمستوى دلالة (0.03125)، مما يعكس فرقاً دالاً إحصائياً ومعنوياً.

اما في **مرحلة لمس اليد** سجل الوسط الحسابي للقسم العلوي قيمة (173.22) وبانحراف معياري (0.88) مقابل متوسط للقسم السفلي قدره (143.97) وبانحراف معياري (1.42) بلغ فرق المتوسطين (29.25) ومعامل الارتباط (0.99) بلغت قيمة (ويلكوكسون) (0) وبمستوى دلالة (0.03125) وهو فرق دال إحصائياً ومعنوي.

بينما في مرحلة **لمس الرجل** بلغ المتوسط الحسابي للقسم العلوي (134.27) بانحراف معياري (0.93)، بينما سجل القسم السفلي متوسطاً قدره (72.88) بانحراف معياري (1.18). وصل فرق المتوسطين إلى (61.38)، ومعامل الارتباط إلى (0.98). بلغت قيمة "ويلكوكسون" (0)، ومستوى الدلالة (0.03125)، مما يمثل فرقاً دالاً إحصائياً ومعنوياً.

### 3-1-2 مناقشة نتائج التزامن الحركي:

أظهرت نتائج الجدول (1) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متغيرات الطرفين العلوي والسفلي في جميع مراحل أداء مهارة قفزة اليدين الخلفية، إذ بلغت قيمة مستوى الدلالة (0.03125) في جميع المراحل، مما يدل على وجود اختلاف ميكانيكي واضح في طبيعة الدور الوظيفي لكل من الطرفين أثناء الأداء المهاري. ويُعزى ذلك إلى الخصائص الحركية لهذه المهارة التي تتطلب توزيعاً دقيقاً للأدوار الميكانيكية بين الأطراف العليا والسفلى لتحقيق المسار الحركي الصحيح للجسم أثناء القفزة.

ففي **مرحلة الانطلاق** أظهرت النتائج أن فرق المتوسط بلغ (-113.48) لصالح الطرف السفلي، وهو أكبر فرق بين المراحل، إذ بلغ الوسط الحسابي للطرف السفلي (179.65 درجة) مقارنة بالطرف العلوي (66.17 درجة). **وتعزو الباحثة** ذلك إلى أن هذه المرحلة تمثل مرحلة **توليد القوة الأساسية للحركة**، حيث تعتمد مهارة قفزة اليدين الخلفية بدرجة كبيرة على الدفع الانفجاري الناتج من مفاصل الطرف السفلي، ولا سيما مفاصل الورك والركبة والكاحل، والتي تعمل وفق ما يُعرف بالسلسلة الحركية المغلقة لتوليد عزم زاوي كافٍ يدفع الجسم إلى الخلف والأعلى. ويؤكد ذلك أن فعالية الدفع من الرجلين تمثل العامل الحاسم في تحديد مسار الطيران وزاوية انتقال مركز كتلة الجسم، الأمر الذي يسمح بالوصول إلى مرحلة الارتكاز على اليدين بشكل صحيح (Knudson,2013: p27)

أما في **مرحلة ترك الرجلين للأرض** فقد أظهرت النتائج فرقاً معنوياً بلغ (38 درجة) لصالح الطرف العلوي، إذ ارتفع الوسط الحسابي للطرف العلوي إلى (177.02 درجة) مقابل (139.02 درجة) للطرف السفلي. ويشير ذلك إلى انتقال الدور الميكانيكي تدريجياً من الأطراف السفلى إلى الأطراف العليا، إذ تبدأ الذراعان في هذه اللحظة بعملية المرجحة السريعة للأعلى والخلف، والتي تسهم في زيادة العزم الزاوي للجسم وتحقيق الاستمرار الحركي للحركة الدورانية الخلفية. **وترى الباحثة** أن هذا الانتقال في الأدوار يعكس التكامل الميكانيكي بين أجزاء الجسم ضمن ما يسمى **بسلسلة الحركة الحركية Kinetic) Chain)**، إذ تنتقل الطاقة الحركية المتولدة من الأطراف السفلى إلى الجذع ثم إلى الأطراف العليا بصورة متتابعة ومنظمة (Hay,1993: p36)

وفي **مرحلة لمس اليدين للأرض** أظهرت النتائج فرقاً معنوياً بلغ (29.25 درجة)، مع ارتفاع واضح في قيم الطرف العلوي مقارنة بالطرف السفلي، وهو أمر منطقي من الناحية البايوميكانيكية، لأن هذه المرحلة تمثل لحظة **تحول نقطة الارتكاز من القدمين إلى اليدين** .وفي هذه اللحظة تتحمل الأطراف العليا وزن الجسم بالكامل تقريباً، مما يتطلب وضعاً ميكانيكياً مناسباً لمفاصل الكتف والمرفق والرسغ يسمح بامتصاص القوة الناتجة عن الهبوط وتحويلها إلى طاقة ارتدادية تساعد على استمرار الحركة الدورانية. وتشير الدراسات البايوميكانيكية في الجمناستك إلى أن وضعية الكتفين وزاوية امتداد الذراعين عند لحظة الارتكاز تعد من العوامل الأساسية التي تحدد استقرار الجسم واتزان المسار الحركي أثناء المهارات الأرضية (Sands,2004)

أما في **مرحلة لمس الرجلين للأرض (الهبوط)** فقد سجلت النتائج فرقاً معنوياً بلغ (61.38 درجة)، وهو ما يعكس عودة الدور الميكانيكي للطرف السفلي بوصفه المسؤول عن امتصاص قوى الهبوط وتحقيق الاتزان النهائي للجسم. ففي هذه المرحلة تعمل مفاصل الطرف السفلي من خلال الثني التدريجي لمفاصل الركبة والورك والكاحل على امتصاص قوى الاصطدام بالأرض وتقليل التأثيرات الميكانيكية الناتجة عن الهبوط، الأمر الذي يسهم في المحافظة على الاتزان الحركي ومنع فقدان السيطرة أثناء الأداء. (Bruggemann,1994)

كما أظهرت النتائج أن معاملات الارتباط بين متغيرات الطرفين العلوي والسفلي تراوحت بين (0.93 – 0.99)، وهي قيم مرتفعة جداً تشير إلى وجود درجة عالية من **التوافق العصبي العضلي** لدى أفراد العينة. **وتعزو الباحثة** ذلك إلى طبيعة التدريب التخصصي للاعبي الجمناستك المتقدمين، إذ تعتمد هذه الرياضة على تطوير برامج حركية دقيقة مخزونة في الجهاز العصبي المركزي، تسمح بتنفيذ المهارات الحركية المعقدة بدرجة عالية من التزامن والتوقيت الحركي. وتشير الأدبيات العلمية

إلى أن المهارات المغلقة مثل مهارات الجمناستك تتطلب مستوى عالياً من التحكم العصبي العضلي، حيث يؤدي أي خلل بسيط في توقيت حركة أحد أجزاء الجسم إلى اضطراب المسار الحركي الكامل للمهارة.( Schmidt,2011)

كما يلاحظ من النتائج وجود فروق زمنية بين لحظتي **ترك الرجلين ولمس اليدين بالأرض**، وهو ما يعكس سرعة الانتقال بين مرحلتي الدفع والارتكاز. **وترى الباحثة** أن تقليل زمن الانتقال بين هاتين المرحلتين يعزز من الاستفادة من الطاقة الحركية المتولدة خلال مرحلة الدفع، ويساعد على الحفاظ على الزخم الزاوي للجسم أثناء الحركة. وتشير مبادئ البايوميكانيك إلى أن تقليل زمن التلامس مع الأرض خلال ما يعرف بمرحلة **الامتصاص (Amortization Phase)** يسهم في زيادة القوة الارتدادية وتحسين الأداء الحركي في المهارات التي تعتمد على الانتقال السريع بين الدفع والارتكاز (Komi,2003)

ومن خلال ما تقدم يمكن الاستنتاج أن الفروق المعنوية بين الطرفين العلوي والسفلي تعكس **اختلاف المهام الميكانيكية لكل منهما أثناء أداء قفزة اليدين الخلفية**، إذ تمثل الرجلان مصدر القوة والدفع الأساسي للحركة، في حين تؤدي الذراعان دور الارتكاز والتوجيه أثناء المرحلة الوسطى من الأداء. ومع ذلك فإن معاملات الارتباط المرتفعة تشير إلى أن هذه الأدوار المختلفة تعمل ضمن منظومة حركية واحدة متكاملة، حيث يؤدي التزامن الدقيق بين الأطراف إلى ضمان سلامة المسار الحركي للجسم وتحقيق الاتزان الحركي خلال جميع مراحل الأداء.

### 3-2 عرض وتحليل ومناقشة زمن المس والترك للتزامن الحركي:

### 3-2-1 عرض وتحليل زمن المس والترك للتزامن الحركي:

**جدول (2)**

**التحليل الوصفي للأزمنة (بالثواني)**

| المرحلة | وحدة القياس | Mean علوي | SD علوي | Mean سفلي | SD سفلي | فرق المتوسط | R | Wilcoxon W | p-value | الدلالة | الفرق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ترك | ثا | 0.93 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 0.03 | 0.99 | 0 | 0.031 | دال | معنـ |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رجل | | 5 | 6 | 4 | 8 | 1 | 3 | | 25 | | وي |
| لمس يد | ثا | 1.137 | 0.009 | 1.271 | 0.01 | -0.134 | 0.992 | 0 | 0.03125 | دال | معنوي |
| لمس رجل | ثا | 1.939 | 0.013 | 1.57 | 0.011 | 0.369 | 0.96 | 0 | 0.03125 | دال | معنوي |

يبين الجدول رقم (2) البيانات الإحصائية وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة) 0.05) بين الطرفين الأيمن والأيسر في جميع متغيرات ضغط القدم المقاسة ان إجمالي ضغط القدم حققت القدم اليمنى متوسطاً حسابياً قدره (1240.83 نيوتن) متفوقة على القدم اليسرى التي سجلت (1219.17 نيوتن)، بفرق قدره (21.66) وقيمة (t) بلغت (4.52)، مما يشير إلى اعتماد عينة البحث بشكل أكبر على الطرف الأيمن لتوزيع الثقل الكلي. مناطق القدم (مقدمة، منتصف، مؤخرة :(استمر التفوق الرقمي لصالح الطرف الأيمن في جميع أجزاء القدم، حيث كان الفرق الأكبر في مقدمة القدم بـ (10 نيوتن) يليه منتصف القدم بـ (6.67 نيوتن) ثم مؤخرة القدم بـ (5 نيوتن) جميع هذه الفروق جاءت بدلالة إحصائية وقوة أثر تر بين (1.18 – 1.62)، وهي قيم تعكس تأثيراً كبيراً للمتغير المستقل. ان مؤشر الاتزان الديناميكي سجلت العينة متوسطاً قدره (0.42) مع انحراف معياري (0.06)، وقد صُنفت النتيجة تحت دلالة ضعف اتزان مما يربط بين عدم التماثل في توزيع الضغط وبين كفاءة الثبات الحركي.

## 3-2-2 مناقشة زمن المس والترك للتزامن الحركي

تتفق هذه النتائج مع الدراسات التي تؤكد أن عدم التماثل الوظيفي بين الطرفين السفليين يعد مؤشراً مهماً للتنبؤ بمخاطر الإصابة، حيث يؤدي الضغط الزائد على طرف واحد إلى زيادة الحمل الميكانيكي الواقع على المفاصل والأنسجة العضلية لذلك الطرف، الأمر الذي قد يسبب إجهاداً عضلياً غير متكافئ ويؤثر في كفاءة الأداء الحركي لدى الرياضيين، لاسيما في الرياضات التي تتطلب انتقالاً سريعاً للارتكاز مثل الجمناستك الفني (سعد الله احمد، 201: ص45)

ومن خلال تحليل الأزمنة الموضحة في الجدول (2) يتبين وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الأزمنة الخاصة بحركتي **الترك واللمس** للطرفين العلوي والسفلي، إذ بلغ زمن **ترك الرجلين للأرض** للطرف العلوي (0.935 ثانية) مقابل (0.904 ثانية) للطرف السفلي وبفارق (0.031 ثانية)، وهو فرق دال إحصائياً. **وتعزو الباحثة** ذلك إلى أن لحظة ترك الرجلين تمثل المرحلة الانتقالية بين الدفع الأرضي وبداية الطيران الخلفي للجسم، حيث تتطلب هذه اللحظة سرعة كبيرة في نقل مركز ثقل الجسم من قاعدة الارتكاز الأرضية إلى المسار الهوائي للحركة. كما أن الفروق الزمنية البسيطة في هذه المرحلة تعكس مستوى التوافق العصبي العضلي لدى لاعبي الجمناستك المتقدمين، إذ إن التحكم الدقيق بزمن الدفع والترك يسهم في تحديد زاوية انطلاق الجسم ومسار الدوران الخلفي أثناء الأداء (محمد حسن علاوي،2004: ص19)

أما في **مرحلة لمس اليدين للأرض** فقد أظهرت النتائج أن الوسط الحسابي للطرف العلوي بلغ (1.137 ثانية) مقابل (1.271 ثانية) للطرف السفلي، بفارق (−0.134 ثانية) لصالح الطرف العلوي، وهو ما يشير إلى سرعة استجابة الذراعين لاستقبال وزن الجسم بعد مرحلة الطيران. **وترى الباحثة** أن هذه النتيجة تعكس الدور الحيوي للأطراف العليا في مرحلة الارتكاز الوسطي للمهارة، حيث تعمل الذراعان على امتصاص القوة الناتجة عن انتقال مركز الكتلة من حالة الطيران إلى الارتكاز الأرضي، ومن ثم تحويلها إلى قوة ارتدادية تساعد على استمرار الحركة الدورانية للجسم. وتشير مبادئ البايوميكانيك إلى أن تقليل زمن الانتقال بين مرحلتي الطيران والارتكاز يساعد في الحفاظ على الزخم الزاوي للجسم ويمنع فقدان الطاقة الحركية أثناء الأداء. (Knudson,1993)

وفيما يتعلق **بمرحلة لمس الرجلين للأرض (مرحلة الهبوط)** فقد أظهرت النتائج فرقاً زمنياً بلغ (0.369 ثانية) بين الطرفين، حيث سجل الطرف العلوي زمناً قدره (1.939 ثانية) مقابل (1.57 ثانية) للطرف السفلي، وهو فرق دال إحصائياً. **وتعزو الباحثة** ذلك إلى أن مرحلة الهبوط تمثل المرحلة النهائية من المهارة، والتي تتطلب قدرة عالية على امتصاص قوى الاصطدام بالأرض وتحقيق الاتزان الحركي للجسم. ففي هذه المرحلة تعمل عضلات الطرف السفلي، ولا سيما عضلات الفخذ والساق، على تقليل قوة الارتطام من خلال الثني التدريجي لمفاصل الركبة والورك والكاحل، الأمر الذي يسهم في تثبيت مركز ثقل الجسم والحفاظ على الاستقرار الحركي بعد انتهاء الحركة الدورانية. (Hay,1992)

كما تشير معاملات الارتباط المرتفعة في الجدول (2)، والتي تراوحت بين (0.96 – 0.993)، إلى وجود درجة عالية جداً من التزامن الحركي بين الأطراف العليا والسفلى أثناء تنفيذ مهارة قفزة اليدين الخلفية. **وتعزو الباحثة** ذلك إلى التطور الكبير في مستوى التوافق العصبي العضلي لدى أفراد العينة، إذ إن التدريب المتكرر على المهارات الأرضية في الجمناستك يؤدي

إلى تكوين برامج حركية دقيقة داخل الجهاز العصبي المركزي تسمح بتنظيم توقيت الحركات الجزئية للجسم بصورة متناسقة. وتشير الدراسات في مجال التعلم الحركي إلى أن المهارات المغلقة مثل مهارات الجمناستك تعتمد على توقيت حركي دقيق بين أجزاء الجسم المختلفة لضمان انسيابية الأداء وتحقيق الاتزان الحركي أثناء الحركة ((Schmidts, Lee, T. (2019)

**كما ترى الباحثة** أن الفروق الزمنية المسجلة بين مراحل **ترك الرجلين ولمس اليدين ولمس الرجلين** تعكس التسلسل الحركي الطبيعي للسلسلة الحركية في أداء قفزة اليدين الخلفية، حيث يبدأ الأداء بدفع قوي من الطرف السفلي، يتبعه انتقال سريع للحركة إلى الجذع ثم إلى الطرف العلوي أثناء مرحلة الارتكاز على اليدين، قبل أن يعود الدور الميكانيكي مرة أخرى إلى الطرف السفلي أثناء الهبوط. ويعد هذا التسلسل مثالاً واضحاً على عمل **السلسلة الحركية المتتابعة (Sequential Kinetic Chain)** التي تعد من المبادئ الأساسية في تفسير الأداء الحركي في المهارات الرياضية المعقدة ( Sands, W., McNeal, J., & Stone, M. (2004)

وبناءً على ما تقدم، يمكن الاستنتاج أن التزامن الزمني بين لحظات **الترك واللمس للأطراف العليا والسفلى** يمثل عاملاً حاسماً في نجاح أداء مهارة قفزة اليدين الخلفية، إذ يسهم التوقيت الدقيق لهذه اللحظات في المحافظة على الزخم الزاوي للجسم وضمان الانتقال السلس بين مراحل الدفع والطيران والارتكاز والهبوط، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى تحقيق الاتزان الحركي والاستقرار النهائي أثناء الأداء.

## 4- الاستنتاجات والتوصيات

### 4-1 الاستنتاجات

1 – التزامن الحركي ضروري لإتمام الاداء الحركي في قفزة اليدين الخلفية على بساط الحركات الارضية.

2 – زمن التلامس للأطراف السفلى والعليا له علاقة بالثبات عند الاداء.

3 – ضبط الزمن بين حركة الاطراف السفلى والاطراف العليا يحدد المسار الحركي الصحيح للأداء.

4 – اشارت النتائج ان الأطراف السفلى تمثل المصدر الرئيسي التي تولد القوة الدافعة في مرحلة الانطلاق ثم ينتقل الدور الميكانيكي تدريجيا الى الأطراف العليا

5- ان مهارة قفزة اليدين الخلفية تعتمد بصورة مباشرة على التزامن الحركي حيث يسهم التكامل الزمني بين حركات أجزاء الجسم على تحقيق الانسيابية الحركية للأداء

6 – وجود الفروق الإحصائية بين الأطراف العليا – السفلى في مراحل الأداء يدل على اختلاف الدور الميكانيكي لكل طرف اثناء مراحل الأداء الحركي

7 – أظهرت نتائج مؤشر الاتزان الديناميكي وجود درجة من ضعف الاتزان الحركي النسبي لدى افراد العينة على الرغم من قدرتهم على انتاج القوة الأرضية اللازمة لأداء المهارة

## 4-2 التوصيات:

1- التأكيد على ادخال تدريبات خاصة تهدف الى تطوير التزامن الحركي بين الأطراف العليا- السفلى لما له.

2 – ضرورة الاهتمام بتدريب التوقيتات الحركية التي تساعد اللاعبين في التحكم بزمن الانتقال خلال مراحل الأداء

3 – الاعتماد على الوسائل الحديثة مثل التصوير الفيديوي والتحليل البايوميكانيكي من اجل تقييم الأداء وتشخيص الأخطاء وتحديد لحظة اللمس والترك بدقة

4 – يوصي الباحث في تناول التزامن الحركي في دراسات مستقبلية في مهارات جمناستك أخرى او فئات عمرية او مستويات تدريبية مختلفة

5- استخدام مقاييس مثل DPSI في التقييم الدوري لتقدير التغيرات في الاتزان الديناميكي ومتابعة استجابة اللاعبين لبرامج التدريب.

**المصادر**

**المصادر باللغة العربية**


- القران الكريم
- حسين مردان واياد عبد الرحمن: **البايوميكانيك**، العراق، مطبعة النجف الاشرف، 2011.
- سعد الله أحمد عبد القادر، **التحليل البايوميكانيكي للحركات الرياضي**، بغداد، دار الكتب للطباعة والنشر،2010 صفحة 76-45.
- صالح مجيد وبسمان عبد الوهاب: الجمناستك الفني التطبيقي، ط1 لنجف، دار الضياء للطباعة، 2013.
- صريح الفضلي، جهز دينا فوت- القياس والتطبيقات، محاضرة دكتوراه، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات جامعة بغداد.
- قاسم حسن حسين، أيمان شاكر: **طرق البحث في التحليل الحركي**، ط1، عمان: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، 1998.
- قاسم حسن حسين، أيمان شاكر: **مبادئ الأسس الميكانيكية للحركات الرياضية**، ط1، عمان: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع ،1998.
- محمد حسن علاوي، **علم الحركة الرياضية**، القاهرة، دار الفكر العربي،2004، صفحة 19.

- معيوف ذنون حنتوش وعامر محمد سعودي: **المدخل في الحركات الاساس لجمباز الرجال**، موصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر،1988.
- وجيه محجوب: **طرائق البحث العلمي ومناهجه**، الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر، 1988.
- وجيه محجوب. **التحليل الحركي**، بغداد: مطبعة التعليم العالي، ط 2، 1987.
- وجيه محجوب: التحليل **الحركي الفيزياوي والفسلجي للحركات الرياضية**، بغداد: مطبعة التعليم العالي، ط 2، 1987.
- وجيه محجوب، نزار الطالب. **التحليل الحركي**، بغداد: مطبعة جامعة بغداد، 1982.

**المصادر باللغة الانكليزية**

- Bruggemann, G. (1994). Biomechanics of Gymnastics Techniques. Journal of Applied Biomechanics.
- HARIES SIMONIAN: **FUNDAMENTALS OF SPORT BIOMECHANICS**. NEWJERCY PRENTICE HALL,1981.P.150.
- Hay, J. (1993). **The Biomechanics of Sports Techniques** (4th ed.). Prentice Hall.
- Hay, J. (1993). **The Biomechanics of Sports Techniques**. Prentice Hall.
- Knudson, D. (2013). **Fundamentals of Biomechanics**. Springer
- Knudson, D. (2013). **Fundamentals of Biomechanics**. Springer, New York.
- Komi, P. (2003). **Strength and Power in Sport**. Blackwell Science.
- Sands, W., McNeal, J., & Stone, M. (2004). The Science of Gymnastics. Routledge.
- Sands, W., McNeal, J., & Stone, M. (2004). **The Science of Gymnastics**. Routledge.
- Schmidt, R., & Lee, T. (2019). **Motor Control and Learning**. Human Kinetics.
- Schmidts, R., & Lee, T. (2019). **Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis**. Human Kinetics.