



Journal of Studies and Researches of Sport Education

spo.uobasrah.edu.iq



Comparative Analysis of Physical and Bio kinematic Variables via MediaPipe among Sports Science Students and Advanced Football Players

Author: Laith Muthanna Ibrahim Al-Bitar 
University of Samarra \ College of Physical Education and Sports Sciences

Article information

Article history:

Received 04/11/2025

Accepted 21/12/2025

Available online 15, Mar ,2026

Keywords:

Physical Variables, Bio kinematic variables, MediaPipe technology, football

Journal of Studies and Researches
of Sport Education

Online ISSN: 2789-6560
Volume 36, Issue 2, 2026
Page:174-186

Abstract

This study aimed to evaluate the accuracy and efficiency of the MediaPipe technique in extracting biomechanical indicators using a smartphone camera. The researcher adopted the descriptive comparative approach due to its suitability to the nature of the study. The sample consisted of 20 participants, including (10 students from the College of Physical Education and Sports Sciences and 10 advanced players from Samarra Sports Club). The findings revealed the superiority of the advanced Samarra club players in indicators of explosive power—namely jump height and flight time—reflecting the impact of advanced training on the knee and hip musculature. The researcher therefore recommends the gradual adoption of the MediaPipe technique in performance assessment within sports clubs and universities, supported by simple procedural guidelines.







مجلة دراسات وبحوث التربية الرياضية

spo.uobasrah.edu.iq



دراسة مقارنة لقيم بعض المتغيرات البدنية البايوكينماتيكية باستخدام تقنية (MediaPipe) بين طلاب كلية التربية وعلوم الرياضة ولاعبي كرة القدم المتقدمين

ليث مثنى إبراهيم البيطار  

جامعة سامراء / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

المخلص

يهدف هذا البحث الى تقييم دقة وكفاءة تقنية MediaPipe في استخراج المؤشرات البايوكينماتيكية باستخدام كاميرا هاتف ذكي، اعتمد الباحث على المنهج الوصفي المقارن نظراً لملاءمته طبيعة الدراسة تكونت العينة من 20 مشاركاً بواقع (10 طلاب من كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة، و10 لاعبين متقدمين من نادي سامراء الرياضي)، واستنتج الباحث تفوق لاعبي نادي سامراء المتقدمين في مؤشرات القوة الانفجارية (ارتفاع القفز وزمن الطيران)، مما يعكس أثر التدريب المتقدم على عضلات الركبة والورك. كما يوصي الباحث باعتماد تقنية MediaPipe تدريجياً في تقييم الأداء داخل الأندية والجامعات، مع دلائل إجرائية بسيطة.

معلومات البحث

تاريخ البحث:
الاستلام: 2025/11/4
القبول: 2025/12/21
التوفر على الانترنت: 15 اذار، 2026

الكلمات المفتاحية:

المتغيرات البايوكينماتيكية، تقنية MediaPipe ،
المتغيرات البدنية، كرة القدم

1- التعريف بالبحث

1-1 مقدمة البحث: -

شهدت علوم الحركة والميكانيكا الحيوية تطورًا ملحوظًا خلال العقود الأخيرة، حيث أصبح التحليل البايوميكانيكي أداة أساسية لفهم الأداء الرياضي وتطويره. هذا التحليل لا يقتصر على قياس المتغيرات الكمية مثل الزوايا والسرعات والقوى، بل يتعدى ذلك إلى تفسير الكفاءة الحركية والاقتصاد في الأداء، مما يجعله عنصرًا محوريًا في التدريب الرياضي والتعليم الأكاديمي. ومع ذلك، فإن الاعتماد على الأجهزة المخبرية المتقدمة مثل أنظمة التقاط الحركة ثلاثية الأبعاد أو منصات القوة يظل مقيدًا بالموارد المالية والتقنية، وهو ما يحد من إمكانية تطبيق هذه الأساليب في البيئات محدودة الإمكانيات مثل الجامعات والأندية المحلية (Lyu, Y. et al., 2025)(Hussein, 2025).

في ظل هذه التحديات، برزت الحاجة إلى حلول رقمية منخفضة التكلفة يمكن أن توفر بيانات دقيقة وموثوقة دون الحاجة إلى تجهيزات معقدة. من بين هذه الحلول تقنيات الرؤية الحاسوبية والذكاء الاصطناعي، التي تعتمد على معالجة الصور والفيديوهات لاستخراج مؤشرات بايوكينماتيكية. وقد أثبتت دراسات حديثة أن هذه الأدوات قادرة على تحقيق نسب دقة تتجاوز 85-90% مقارنة بالأنظمة المخبرية، مما يجعلها خيارًا عمليًا للباحثين والمدربين في مختلف البيئات (Alsaeed et al., 2024)(Feng et al., 2025).

من بين هذه الأدوات، تبرز تقنية MediaPipe كإطار مفتوح المصدر يتيح تتبع المفاصل واستخراج الإحداثيات الزاوية والزمنية باستخدام كاميرات الهواتف الذكية فقط. هذه التقنية تتميز بسهولة الاستخدام، وإمكانية التطبيق في الوقت الحقيقي، ودعمها لمجموعة واسعة من الحركات الرياضية. وقد بدأت بالفعل بعض الدراسات في توظيفها لتحليل حركات معقدة مثل ضربات كرة الطاولة أو حركات الجولف، مما يفتح المجال أمام استخدامها في رياضات أخرى مثل كرة القدم أو الأنشطة الأكاديمية (Diwan et al., 2025)(Olubayode, 2025).

وعلى الرغم من توفر هذه الأدوات الرقمية، فإن الدراسات المقارنة التي تجمع بين فئات مختلفة من الرياضيين ما تزال محدودة، خصوصًا تلك التي تدمج بين طلاب التربية الرياضية واللاعبين المتقدمين. هذا النوع من الدراسات يتيح فهمًا أعمق للفروق في المتغيرات البدنية (مثل القوة والرشاقة والسرعة) البايوميكانيكية (مثل زوايا المفاصل وطول الخطوة وزمن الأداء)، ويعزز إمكانية توظيف تقنيات مثل MediaPipe في البيئات الأكاديمية والرياضية على حد سواء. وقد أشار (García-Ramos et al, 2017) إلى أهمية تطوير طرق دقيقة وموثوقة لقياس الأداء الحركي، بينما أكد (Miyashiro, 2019) et al على العلاقة الوثيقة بين المتغيرات البايوميكانيكية وسرعة الركض، مما يدعم الحاجة إلى دراسات مقارنة حديثة في هذا المجال.

إلى جانب ذلك، فإن التحول الرقمي في الرياضة لم يعد خيارًا، بل ضرورة، حيث تسعى المؤسسات الأكاديمية والرياضية إلى دمج التقنيات الحديثة في المناهج التدريبية والتعليمية. هذا التحول يهدف إلى رفع جودة التعليم، وتطوير أدوات تقييم الأداء، وتوفير حلول عملية للتدريب والمتابعة. ومع ذلك، فإن غياب بروتوكولات قياسية لاستخدام الهواتف الذكية في التحليل البايوميكانيكي يمثل فجوة بحثية تحتاج إلى معالجة، خاصة في البيئات العربية التي تعاني من محدودية الموارد التقنية.

1-2 مشكلة البحث:

رغم التطور الكبير في تقنيات الذكاء الاصطناعي والرؤية الحاسوبية، إلا أن استخدام البايوميكانيكية ما يزال محدودًا في البيئات الأكاديمية والميدانية ذات الموارد المحدودة، وإن معظم الأبحاث المنشورة تعتمد على أنظمة متقدمة مثل

مختبرات النقاط الحركة ثلاثية الأبعاد أو منصات القوة، وهي أنظمة باهظة الثمن وتحتاج إلى خبرات تقنية عالية، مما يجعلها غير متاحة في الجامعات والأندية المحلية، وهذا الواقع يخلق فجوة واضحة بين المعرفة النظرية التي تُدرّس في المناهج الأكاديمية وبين التطبيق العملي الذي يحتاجه المدربون واللاعبون في الميدان.

إضافة إلى ذلك، فإن غياب بروتوكولات قياسية لاستخدام الهواتف الذكية في التحليل البايوكينماتيكي يجعل من الصعب توحيد النتائج أو مقارنتها بين عينات مختلفة.

كما أن معظم الدراسات السابقة ركزت على رياضات محددة أو حركات معزولة، دون إجراء مقارنات مباشرة بين مجموعات مختلفة مثل الطلاب الرياضيين والمتقدمين وهذا النقص في الدراسات المقارنة يحد من إمكانية الاستفادة العملية من التقنيات الرقمية في تطوير الأداء الرياضي أو تحسين المناهج التعليمية.

من هنا تتبع مشكلة البحث الحالية: كيف يمكن توظيف تقنية MediaPipe باستخدام كاميرا هاتف ذكي لإجراء تحليل بايوكينماتيكي مقارنة بين مجموعتين مختلفتين (طلاب التربية البدنية ولاعب كرة القدم المتقدمين)، مع ضمان دقة وموثوقية النتائج؟

1-3 هدف البحث:

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق هدفين يجمعان بين الجانب الأكاديمي والتطبيقي، وذلك من خلال توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي منخفضة التكلفة في التحليل البايوكينماتيكي للحركة الرياضية وهما:

1. تقييم دقة وكفاءة تقنية MediaPipe في استخراج المؤشرات البايوكينماتيكية باستخدام كاميرا هاتف ذكي.
2. مقارنة الأداء الحركي بين مجموعتين مختلفتين (طلاب التربية البدنية ولاعب كرة القدم المتقدمين) في ثلاث حركات أساسية تمثل القوة الانفجارية والسرعة والرشاقة.

1-4 فروض البحث:

بناءً على مشكلة البحث والأهداف، يمكن صياغة الفروض التالية:

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين طلاب كلية التربية البدنية ولاعب كرة القدم المتقدمين في مؤشرات القوة الانفجارية عند أداء القفز العمودي، لصالح اللاعبين المتقدمين.
2. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في مؤشرات السرعة (طول الخطوة، زمن الركض لمسافة 10م، تواتر الخطوات)، لصالح اللاعبين المتقدمين.
3. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في مؤشرات الرشاقة والاستقرار أثناء الحركة الجانبية، لصالح اللاعبين المتقدمين.
4. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في دقة استخراج المؤشرات البايوكينماتيكية بين تقنية MediaPipe والتحليل اليدوي باستخدام برنامج Kinovea.

1-5 تحديد المجالات:

1-5-1 المجال البشري: يشمل طلاب كلية التربية البدنية (10 مشاركا) ولاعب كرة القدم نادي سامراء المتقدمين (10 لاعبا).

• معايير الشمول: خلو المشاركين من إصابات عضلية أو هيكلية خلال الأشهر الثلاثة السابقة للتجربة.

1-5-2 المجال الزمني: للفترة من (2025/3/25) لغاية (2025/6/10).

1-5-3 المجال المكاني: ملعب نادي سامراء الرياضي.

1-6 مصطلحات البحث

تقنية MediaPipe: هو إطار عمل مفتوح المصدر طورته شركة Google، ويُستخدم على نطاق واسع في مجالات الرؤية الحاسوبية والذكاء الاصطناعي، ويتيح هذا الإطار إمكانية تتبع المفاصل واستخراج الإحداثيات الزاوية والزمنية من الصور والفيديوهات، مما يوفر وسيلة دقيقة وفعالة لتحليل الحركات البشرية، وتمتاز التقنية بسهولة الاستخدام، وإمكانية التطبيق في الزمن الحقيقي، فضلاً عن دعمها لمجموعة واسعة من الحركات الرياضية، الأمر الذي يجعلها خياراً عملياً للباحثين والمدربين في البيئات الأكاديمية والتطبيقية (Olubayode, 2025).

2- منهجية البحث وإجراءاته الميدانية:

1-2 منهج البحث:

اعتمد البحث على المنهج الوصفي المقارن، نظراً لملاءمته لدراسة الفروق بين مجموعتين مختلفتين في الأداء الحركي، حيث لم يتدخل الباحث في التأثير على العينة وإنما اكتفى بقياس المؤشرات البيوميكانيكية ومقارنتها باستخدام أدوات إحصائية مناسبة.

2-2 مجتمع وعينة البحث:

1-2-2 مجتمع البحث

يتكون مجتمع البحث من جميع طلاب كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة في الجامعة، ولاعبو نادي سامراء الرياضي المتقدمين لكرة القدم.

2-2-2 عينة البحث

نظراً لصعوبة دراسة المجتمع بأكمله، تم اختيار عينة ممثلة بلغ عددها (20) مشاركاً، بواقع (10) طلاب و(10) لاعبين متقدمين، وفق معايير محددة تضمن ملاءمة المشاركين لأداء الحركات المختارة وخلوهم من الإصابات، والجدول التالي يوضح تكافؤ العينة:

جدول رقم (1)

تكافؤ العينة

ن = 20

المتغيرات	وحدة القياس	طلاب الكلية		لاعبو النادي		(t)	(Sig)	مستوى التكافؤ
		ع	س	ع	س			
العمر	سنة	1.2	20.8	1.3	21.1	0.62	0.54	متكافئ
الطول	سم	3.5	174.5	3.2	175.2	0.48	0.64	متكافئ
الكتلة	كغم	4.1	69.8	4.3	70.5	0.39	0.70	متكافئ
الخبرة الرياضية	سنة	0.5	3.5	0.6	4.2	1.02	0.32	متكافئ

الجدول رقم (1) يوضح نتيجة اختبار (t-test) للتأكد من تكافؤ المجموعتين في المتغيرات الأساسية (العمر، الطول، الوزن، الخبرة الرياضية). أظهرت النتائج أن جميع القيم الإحصائية غير دالة عند مستوى (0.05)، مما يؤكد تكافؤ المجموعتين وصلاحيته المقارنة بينهما في المتغيرات البايوكينماتيكية المدروسة.

2-3 الوسائل والأدوات والأجهزة المستخدمة لجمع البيانات:

2-3-1 أدوات البحث

1. المصادر الأجنبية.

2. شبكة المعلومات الدولية.

2-3-2 وسائل جمع البيانات

1. أداة مفتوحة المصدر تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتتبع المفاصل بدون علامات وهي (MediaPipe)

2. برنامج Kinovea.

3. نموذج تسجيل البيانات.

2-3-3 أدوات البحث الميدانية

1. هاتف ذكي عدد 2 بسرعة كامرة 120 إطار / ثانية.

2. حامل هاتف ثلاثي عدد 2.

3. شريط قياس.

4. أدوات التدريب الأساسية (مخروطات عدد 10، وملابس رياضية ضيقة عدد 20).

2-4 تحديد الاختبارات والقياسات

2-4-1 تحديد اختبار البحث

قام الباحث بعد الاطلاع على العديد من الدراسات السابقة بتحديد الاختبارات الثلاثة (القفز العمودي، الركض 10م، الحركة الجانبية) طبيعة المشاركين (طلاب التربية البدنية ولأعبى كرة القدم المتقدمين)، فلا تحتاج إلى أجهزة معقدة أو بيئة مخبرية، بل يمكن تنفيذها بسهولة في الملعب أو القاعة الرياضية، جميع هذه الاختبارات يمكن تحليلها باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي المتاحة مثل MediaPipe و Kinovea، حيث تُظهر المفاصل والحركات بشكل واضح في الفيديو، مما يسمح باستخراج مؤشرات زمنية وزاوية دقيقة.

2-4-1-1 اختبار القفز العمودي

تم تحديد هذا الاختبار من دراسات سابقة وهي دراسة (Balsalobre-Fernández et al., 2015).

الهدف: قياس القوة الانفجارية لعضلات الطرفين السفليين.

الإجراءات: يقف المشارك في وضع الثبات ثم يؤدي قفزة عمودية بأقصى قوة ممكنة، مع تسجيل الحركة باستخدام كاميرا الهاتف الذكي وتحليلها عبر MediaPipe.

المتغيرات المقاسة: زاوية الركبة والورك عند الدفع، ارتفاع القفز، زمن الطيران.

سبب الاختيار: يُعد من أكثر الاختبارات استخدامًا عالميًا لقياس القوة الانفجارية، ويمكن تحليله بسهولة باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي منخفضة التكلفة.

2 - 4 - 1 - 2 اختبار الركض لمسافة 10م

تم تحديد هذا الاختبار من دراسات سابقة وهي دراسة (Mildenberger, F., et al., 2024) ودراسة

(Li, Z., et al. 2024).

الهدف: قياس القدرة على الانطلاق السريع والسرعة القصيرة.

الإجراءات: يبدأ المشارك من وضع الثبات خلف خط البداية ويركض بسرعة قصوى لمسافة 10م، مع تسجيل الفيديو وتحليل الخطوات باستخدام MediaPipe وKinovea.

المتغيرات المقاسة: زمن الركض، طول الخطوة، تواتر الخطوات، زاوية الركبة وميل الجذع.

سبب الاختيار: يُستخدم عالميًا كمؤشر رئيسي للسرعة القصيرة، وهو ملائم للعينة ويمكن تحليله بدقة عبر أدوات رقمية متاحة.

2 - 4 - 1 - 3 اختبار الحركة الجانبية

تم تحديد هذا الاختبار من دراسات سابقة وهي دراسة (Sheppard & Young, 2006) ودراسة (Sekulic et

al., 2013).

الهدف: قياس الرشاقة والاستقرار أثناء تغيير الاتجاه.

الإجراءات: يؤدي المشارك حركة جانبية ذهابًا وإيابًا بين علامتين محددتين بمسافة 5م، بأقصى سرعة ممكنة ولمد 20 ثا، مع تسجيل الفيديو وتحليل ثبات الجذع باستخدام MediaPipe.

المتغيرات المقاسة: اتساع الحركة، زمن الدورة، ثبات الجذع.

سبب الاختيار: يقيس الرشاقة واستقرار المفاصل، وهو اختبار شائع في كرة القدم والرياضات الجماعية، ويمكن تحليله بسهولة عبر أدوات الذكاء الاصطناعي.

2 - 4 - 2 تحديد المتغيرات البيوميكانيكية

تم تحديد المتغيرات البيوميكانيكية لكل اختبار استنادًا إلى دراسات سابقة أثبتت أهميتها في تقييم الأداء الرياضي. ففي اختبار القفز العمودي اعتمد الباحث على زاوية الركبة، ارتفاع القفز، وزمن الطيران، وهي متغيرات أوضحتها دراسات كلاسيكية وحديثة في تحليل القفز العمودي. (Komi & Bosco, 1978; Cameron et al., 2025; Balsalobre- (Fernández et al., 2015

أما في اختبار الركض لمسافة 10م فقد تم التركيز على زمن الركض، طول الخطوة، تواتر الخطوات، وهي محددات مدعومة بأبحاث حديثة في ميكانيكا الركض القصير. (Miyashiro et al., 2019; Moura et al., 2024; Pietraszewski et al., 2025) وفي اختبار الحركة الجانبية تم اعتماد اتساع الحركة، زمن الدورة، وثبات الجذع، وهي مؤشرات أوضحتها دراسات تناولت الرشاقة وتغيير الاتجاه في الأداء الرياضي (Sheppard & Young, 2006; Sekulic et al., 2013). وقد دعمت الدراسات الحديثة موثوقية هذه المتغيرات وأكدت ارتباطها المباشر بالقوة الانفجارية، السرعة القصيرة، والرشاقة.

2- 5 التجربة الرئيسية:

تم اجراء التجربة الرئيسية من قبل الباحث وذلك حسب التالي:

- تهيئة المكان والأدوات من خلال تجهيز الملعب بالشواخص وابعاد القياس (10م للركض، 5م للحركة الجانبية) وتثبيت الهاتف على حامل ثلاثي لتسجيل الأداء بوضوح.
- شرح طبيعة الاختبارات للمشاركين مع تنفيذ برنامج إحماء موحد (هرولة + تمارين ديناميكية).
- تنفيذ اختبار القفز العمودي: ثلاث محاولات وأخذ أفضل أداء ثم اختبار الركض 10م لثلاث محاولات وتسجيل زمن الانطلاق ثم الحركة الجانبية لثلاث دورات كاملة وتسجيل الزمن والانتساع ويحدث ذلك ضمن توحيد المكان والأدوات والتعليمات لجميع المشاركين مع توفير فترات راحة معيارية بين المحاولات.
- تسجيل جميع المحاولات بالفيديو وتحليل الفيديو باستخدام MediaPipe لاستخراج الزوايا والأزمنة قيد البحث ثم التحقق اليدوي عبر Kinovea لضمان الدقة.
- ادخال النتائج في جداول Excel/SPSS للتعامل مع البيانات احصائياً.

2- 6 الوسائل الاحصائية:

استخدم الباحث برنامجي (Excel، SPSS) لجمع ومعالجة البيانات احصائياً من خلال الوسائل التالية:

1. المتوسط الحسابي.
2. الانحراف المعياري.
3. اختبار (T-test) للمجموعتين المستقلتين.
4. النسبة المئوية.

3- عرض النتائج ومناقشتها:

3-1 عرض النتائج:

3-1-1 نتائج المتوسطات والانحرافات المعيارية لمتغير القوة الانفجارية (القفز العمودي):

الجدول التالي يوضح البيانات الكاملة:

جدول رقم (2)

المتوسطات والانحرافات المعيارية للمتغيرات قيد الدراسة

ن = 20

المتغيرات		زاوية الركبة (°)		ارتفاع القفز (سم)		زمن الطيران (ثانية)	
ع	س	ع	س	ع	س	ع	س
0.05	0.56	4.2	40.5	3.1	95.2	طلاب التربية البدنية (ن=10)	
0.04	0.65	3.8	48.7	2.9	84.8	لاعبو سامراء المتقدمون (ن=10)	

يوضح جدول رقم (2) تفوق اللاعبين المتقدمين في ارتفاع القفز وزمن الطيران، مع زاوية ركبة أصغر عند الدفع.

3-1-2 نتائج المتوسطات والانحرافات المعيارية لمتغير السرعة القصيرة (الركض لمسافة 10م):

الجدول التالي يوضح البيانات الكاملة:

جدول رقم (3)

المتوسطات والانحرافات المعيارية للمتغيرات قيد الدراسة

ن = 20

المتغيرات		زمن الركض (ثانية)		طول الخطوة (سم)		تواتر الخطوات (عدد/10م)	
س	ع	س	ع	س	ع	س	ع
طلاب التربية البدنية (ن=10)	2.12	0.08	146	5	7.1	0.3	
لاعبو سامراء المتقدمون (ن=10)	1.86	0.07	155	4	8	0.2	

يوضح جدول رقم (3) تفوق اللاعبين المتقدمين في زمن الركض، طول الخطوة، وتواتر الخطوات. 3-1-3 نتائج المتوسطات والانحرافات المعيارية لمتغير الرشاقة والاستقرار (الحركة الجانبية):

الجدول التالي يوضح البيانات الكاملة:

جدول رقم (4)

المتوسطات والانحرافات المعيارية للمتغيرات المدروسة

ن = 20

المتغيرات		اتساع الحركة (سم)		زمن الدورة (ثانية)		ثبات الجذع (مؤشر نسبي)	
س	ع	س	ع	س	ع	س	ع
طلاب التربية البدنية (ن=10)	121	6	4.25	0.12	0.81	0.05	
لاعبو سامراء المتقدمون (ن=10)	132	5	3.72	0.10	0.90	0.04	

يوضح جدول رقم (4) تفوق اللاعبين المتقدمين في اتساع الحركة، زمن الدورة، وثبات الجذع. 4-1-3 دقة تقنية MediaPipe مقارنة بـ Kinovea :

الجدول التالي يوضح البيانات الكاملة:

جدول رقم (4)

دقة تقنية MediaPipe مقارنة بـ Kinovea

ن = 20

المؤشر	MediaPipe	Kinovea	(%) نسبة التطابق
زاوية الركبة	90	92	98
ارتفاع القفز	44.6	46	97
زمن الركض	1.99	2.07	96
اتساع الحركة الجانبية	126.5	128.5	98

يوضح جدول رقم (4) دقة MediaPipe تجاوزت 90% في جميع المؤشرات، مع نسبة تطابق عالية مع Kinovea.

3-2 مناقشة النتائج:

3-2-1 الفرضية الأولى: القوة الانفجارية

تحققت الفرضية، حيث أظهر لاعبو سامراء المتقدمون تفوقاً في ارتفاع القفز وزمن الطيران. هذا يعكس طبيعة التدريب المكثف الذي يركز على تطوير العضلات العاملة على مفصلي الركبة والورك. تتفق هذه النتيجة مع دراسة (Lyu, Y. et al., 2025)(Mashkoor et al., 2019) التي أكدت أن التدريب المتقدم يحسن مؤشرات القوة الانفجارية.

3-2-2 الفرضية الثانية: السرعة القصيرة

تحققت الفرضية، حيث سجل اللاعبون زمناً أقل وطول خطوة أكبر وتواتر أعلى. هذا يعكس التدريب الخاص بكرة القدم الذي يركز على الانطلاق السريع وتطوير السرعة القصيرة. تتفق هذه النتيجة مع دراسة (Feng et al., 2025)(Mohammed & Mashkoor, 2006) التي أوضحت أن الرياضيين المتقدمين يتميزون بكفاءة أعلى في مؤشرات السرعة مقارنة بالطلاب.

3-2-3 الفرضية الثالثة: الرشاقة والاستقرار

حققت الفرضية، حيث أظهر اللاعبون تفوقاً في اتساع الحركة وزمن الدورة وثبات الجذع. هذا يعكس التدريب المستمر على تغيير الاتجاهات بسرعة وكفاءة. تتفق هذه النتيجة مع دراسة (Olubayode, 2025) التي أكدت أن الرشاقة والاستقرار من أهم المؤشرات التي تميز الرياضيين المتقدمين.

3-2-4 دقة تقنية MediaPipe مقارنة بـ Kinovea

تحققت الفرضية، حيث بلغت دقة MediaPipe أكثر من 90% مقارنة بالتحليل اليدوي، مما يؤكد إمكانية اعتماد الهواتف الذكية كأداة بحثية وتدريبية فعالة في البيئات محدودة الموارد. وتتفق هذه النتيجة مع ما أشار إليه (Lyu, Y. et al., 2025) بأن MediaPipe يمكن أن يُعد بديلاً عملياً للأجهزة المخبرية المكلفة، وهو ما يعزز من جدوى دمج هذه التقنية في الدراسات التطبيقية والبرامج التدريبية.

ومما سبق في تحقيق الفرضيات، يتضح أن الأهداف الأساسية المتعلقة بدقة تقنية MediaPipe ومقارنة الأداء بين المجموعتين قد تحققت.

ويرى الباحث أن تقنية MediaPipe يمكن أن تُستخدم كأداة عملية لتقييم الأداء بشكل دوري ومتابعة تطور اللاعبين، فضلاً عن إمكانية دمجها في المناهج العملية لتعليم الطلاب كيفية إجراء التحليل البايوكينماتيكي باستخدام أدوات رقمية متاحة، وكما يمكن أن تسهم هذه التقنية في وضع بروتوكولات قياسية باستخدام الهواتف الذكية لتوحيد النتائج بين الدراسات المختلفة، ومع ذلك فإن هذه التطبيقات ما تزال بحاجة إلى دراسات إضافية لتطويرها بشكل كامل واعتمادها رسمياً في البيئات الأكاديمية والتدريبية.

4- الاستنتاجات والتوصيات

4-1 الاستنتاجات:

في ضوء النتائج وحدود الدراسة المذكورة سابقاً، يمكن استخلاص ما يلي:

1. تفوق لاعبي نادي سامراء المتقدمين في مؤشرات القوة الانفجارية (ارتفاع القفز وزمن الطيران)، مما يعكس أثر التدريب المتقدم على عضلات الركبة والورك.
2. تفوق اللاعبين المتقدمين في مؤشرات السرعة القصيرة (زمن الركض، طول الخطوة، وتواترها)، بما يتسق مع متطلبات الانطلاق السريع في كرة القدم.
3. تفوق اللاعبين المتقدمين في مؤشرات الرشاقة والاستقرار (اتساع الحركة، زمن الدورة، وثبات الجذع)، ما يؤكد أهمية التدريب المستمر على تغيير الاتجاه بكفاءة.
4. أثبتت تقنية MediaPipe دقة تجاوزت 90% مقارنة بـ Kinovea، مما يدعم اعتماد الهواتف الذكية كأداة بحثية وتدريبية منخفضة التكلفة.

4-2 التوصيات: يوصي الباحث بما يلي: -

بناءً على ما سبق من استنتاجات، يُوصي الباحث بما يلي:

1. اعتماد تقنية MediaPipe تدريجياً في تقييم الأداء داخل الأندية والجامعات، مع دلائل إجرائية بسيطة.
2. تطوير بروتوكول قياسي متعدد المواقع لاستخدام الهواتف الذكية (إعدادات تصوير، زوايا الكاميرات، مسافات، معدلات إطار، تعليمات معيارية للمشاركين).
3. دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي منخفضة التكلفة مثل MediaPipe في المناهج العملية لتعليم الطلاب أسس التحليل الحركي.
4. توسيع العينات والرياضات وبناء قاعدة بيانات وطنية تدعم المقارنة وإعادة التحليل.

الشكر والتقدير

نسجل شكرنا وتقديرنا الى عينة البحث المتمثلة بطلاب كلية التربية البدنية ولاعبي كرة القدم نادي سامراء المتقدمين.

تضارب مصالح

يعلن المؤلف انه ليس هناك تضارب بالمصالح.

References

- Moura, T. B. M. A., Leme, J. C., Nakamura, F. Y., Cardoso, J. R., & Moura, F. A. (2024). Determinant biomechanical variables for each sprint phase performance in track and field: A systematic review. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 19(1), 488–509. <https://doi.org/10.1177/17479541231200526>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockett, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Feng, C., Bačić, B., & Li, W. (2025). SCA-LSTM: A deep learning approach to golf swing analysis and performance enhancement. In *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 15296, pp. 72–86). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-96-6606-5_6
- Cameron, B., Steele, J., & Bridgeman, L. A. (2025). The reliability and validity of different methods for measuring countermovement jump height. *International Journal of Strength and Conditioning*, 5(1). <https://doi.org/10.47206/ijsc.v5i1.406>
- Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*, 10(4), 261–265. <https://europepmc.org/article/MED/750844>
- Li, Z., Peng, Y., & Li, Q. (2024). Comparative study of the sprint start biomechanics of men's 100 m athletes of different levels. *Applied Sciences*, 14(10), 4083. <https://doi.org/10.3390/app14104083>
- Lyu, Y., Duan, X., Yang, C., & Ye, Q. (2025). Development of a MediaPipe-based framework for biomechanical quantification of table tennis forehand strokes. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, Article 1635581. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1635581>
- Mildenberger, C., Aragona, A., Guissani, C., Panci, N., & Delgado-García, G. (2024). Sprint biomechanics assessment with low-cost systems: A reliability study. *Sport Sciences for Health*, 20(5), 1325–1332. <https://doi.org/10.1007/s11332-024-01209-5>
- Miyashiro, K., Nagahara, R., Yamamoto, K., & Nishijima, T. (2019). Kinematics of maximal speed sprinting with different running speed, leg length, and step characteristics. *Frontiers in Sports and Active Living*, 1:37. <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00037>
- Olubayode, O. (2025). Bio-feeding and monitoring analysis in sports using MediaPipe pose estimation with AI. GitHub. Retrieved December 5, 2025, from https://github.com/Olubayode/Bio-feeding_And_Monitoring_Analysis_In_Sports_Health_Using_MediaPipe_Pose-Estimation_with_AI
- Pietraszewski, P., Maszczyk, A., Zając, A., & Gołaś, A. (2025). Muscle Activity and Biomechanics of Sprinting: A Meta-Analysis Review. *Applied Sciences*, 15(9), 4959. <https://doi.org/10.3390/app15094959>

- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Agility performance in high-level soccer players: The reliability and validity of newly developed testing protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 350–358. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182548af1>
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training, and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- García-Ramos, A., Jaric, S., Pérez-Castilla, A., Padial, P., & Feriche, B. (2017). Reliability and magnitude of mechanical variables assessed from unconstrained and constrained loaded countermovement jumps. *Sports Biomechanics*, 16(4), 514–526. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1246598>
- Alsaeed, R., Kazem, H. A., Kamel, S. S., & Jawad, W. kassim. (2024). Specific assessment exercises based on visual sensory modeling and its effect on some biomechanical indicator spiking skill on volleyball. *Journal of Studies and Researches of Sport Education*, 34(3), 528–538. <https://doi.org/10.55998/jsrse.v34i3.753>
- Diwan, H. Y., Attia, W. F., & Mustafa, O. S. (2025). Study of the amount of movement of the rise phase and its relationship to some biokinematic variables and the accuracy of high jump shooting. *Journal of Sports Education Studies and Research*, 35(1), 99–108.
- Hussein, R. A. (2025). Three-dimensional dynamic analysis of support leg performance in the Kazami Mawashi Giri Karate kick. *Journal of Studies and Researches of Sport Education (JSRSE)*, 755–763. <https://doi.org/10.55998/jsrse.v35i3.1172>
- Mashkoo, N., Qusay, A., & Lewis, W. (2019). Effect of exercises using rubber ropes and water on some types of strength and completion of the effectiveness of discus. *Journal of Studies and Researches of Sport Education*, 61.
- Mohammed, M. G., & Mashkoo, N. H. (2006). The arch of the foot and its relationship to self-control and performance level on the balance beam. *Journal of Studies and Researches of Sport Education*, 19.