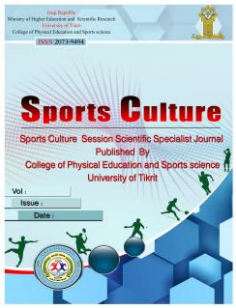
Sports Culture
IRAQI Academic Scientific Journals
العراقية المجلات الاكاديمية العلمية
https://jsc.tu.edu.iq/index.php/jsc
ISSN: 2073 – 9494
E-ISSN: 2664 - 0988



A comparison of a number of bio-kinematic variables in the effectiveness of the javelin throw using the Pixy2 tracked camera and fixed cameras

Mustafa Ali Abdullah [1] Husam Abid Muslim Sahib [2]Alaa Razzaq Yousif[3]

Al-Qadisiya University - College of Education for Women - Department of Physical Education and Sports Sciences – Qadisiya - Iraq

A r t i c l e i n f o.

Article history:
-Received: 15/11/2024
-Accepted: 10/12/2024
-Available online: 31/12/2024

Keywords:

- PIXY2 technique
- fixated cameras
- fixated cameras

© 2024 This is an open access article under the CC by licenses
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Abstract: -

The need for manufacturing devices in the field of sports sciences is evident, and biomechanics is one of the sciences that has taken the largest and most accurate share in manufacturing devices that give accurate readings within biomechanical laws. There are those that are portable with the player's performance and those that are fixed. Video recording of the skill is very important to monitor the multiple stages of some games or sports events, and the use of more than one camera adds a lot of effort and costs to the researcher. This is evident in some track and field events that take long distances and have multiple stages that require more than one camera to analyze and photograph. The importance of this research emerged through the manufacture of a device with a tracking camera that follows the player throughout the performance to replace one or more cameras to cover all stages of the event for some track and field events. One player from Afak Sports Club in Diwaniyah Governorate was selected and given (3) attempts. The performance was filmed from the moment the approach run started until the end of the event with a tracking camera that works with (Pixy2) technology connected to an Arduino to control a high-capacity motor that moves the device on a 100-meter-long track with a camera on it. The results were compared with the filming that coincided with the performance through two fixed cameras. All the cameras were at high speeds (120 images/second). A number of kinematic variables were adopted, including the average length of the approach steps, the time of the last step, the length of the last step, the elbow angle, the angle of the trunk inclination, the knee angle of the fixing leg, and the height of the center of mass of the body in the throwing position. It was found that the tracking camera is better than the fixed camera in focal perpendicularity to the horizontal level of the performance, and extracting the angles of the player's body in the level appearing in front of the camera.

[1] **Corresponding author**: Mustafa.ali.abdullah@qu.edu.iq Al-Qadisiya University - College of Education for Women - Department of Physical Education and Sports Sciences – Qadisiya - Iraq .
[2] **Corresponding author**: husam.abid@qu.edu.iq Al-Qadisiya University - College of Education for Women - Department of Physical Education and Sports Sciences – Qadisiya - Iraq .
[3] **Corresponding author**: alaa.razzaq@qu.edu.iq Al-Qadisiya University - College of Education for Women - Department of Physical Education and Sports Sciences – Qadisiya - Iraq

مقارنة لعدد من المتغيرات البايوكينماتيكية في فعالية رمي الرمح بالكاميرا المتعقبة بتقنية Pixy2 و الكاميرات الثابتة

تاريخ البحث
- متوفر على الانترنت
2024/12/31

الكلمات المفتاحية
- تقنية Pixy2
- الكاميرات الثابتة
- الكاميرا المتعقبة

م.د مصطفى علي عبدالله
م.م حسام عبد مسلم صاحب
م.م علاء رزاق يوسف
جامعة القادسية – كلية التربية للبنات – قسم التربية البدنية وعلوم الرياضة – القادسية – العراق

الخلاصة

تبرز الحاجة الى تصنيع الأجهزة في مجال علوم الرياضة، وعلم البايوميكانيك من العلوم التي اخذت النصيب الأكبر والأدق في صناعة الأجهزة التي تعطي قراءات دقيقة ضمن القوانين البايوميكانيكية فهناك ما كان محمول مع أداء اللاعب وما هو ثابت. ان التصوير الفيديو للمهارة مهم جدا لرصد تعدد مراحل بعض الألعاب او الفعاليات الرياضية وان استخدام أكثر من الة تصوير واحدة يضيف على الباحث اتعاب وتكاليف كثيرة، وهذا واضح في بعض فعاليات العاب القوى التي تأخذ مسافات طويلة وذو مراحل متعددة تحتاج في تحليلها وتصويرها الى أكثر من الة تصوير. برزت أهمية هذا البحث من خلال تصنيع جهاز ذو كاميرا متعقبة سيارة مع اللاعب تتبعه على طول الأداء لتنوب عن الات التصوير الواحدة او أكثر لتغطي جميع مراحل الفعالية لبعض العاب القوى.

تم اختيار لاعب واحد من نادي عفك الرياضي في محافظة الديوانية ومنحت له (3) محاولات وتم تصوير الأداء من لحظة البدء بالركضة التقريبية ولحين انتهاء الفعالية بالة تصوير متتبعة تعمل بتقنية (Pixy2) مربوط معها اردوينو للسيطرة على موتور ذو قدره عالية يعمل على تحريك الجهاز على سكة بطول 100 متر وعليها الة تصوير، ومقارنة النتائج مع التصوير الذي تزامن بالأداء من خلال التين تصوير ثابتتين وجميع الات التصوير كانت بسرعات عالية (120صورة/ثانية) .

تم اعتماد عدد من المتغيرات الكينماتيكية ومنها، معدل طول خطوات الاقتراب وزمن الخطوة الأخيرة وطول الخطوة الأخيرة وزاوية المرفق وزاوية ميلان الجذع وزاوية الركبة لرجل التثبيت وارتفاع مركز كتلة الجسم في وضع الرمي، وتبين ان الكاميرا التعقبية أفضل من الكاميرا الثابتة في التعامد البؤري على المستوى الافقي للأداء، واستخراج زوايا جسم اللاعب في المستوى الظاهر امام الكاميرا.

1- التعريف بالبحث

1-1 المقدمة واهمية البحث :

تأخذ النظريات الحديثة والاكتشافات بالباحثين الى البحث عن حلول شافية لأسئلة كثيرة او مشاكل بحثية ، وهذا نتاج من الابداع والابتكار لذلك نرى تقدم الأمم وتطورها في قوة الطرح العلمي الرصين والمتماسك ومن الملاحظ ان من يمتلك تعددية في العلوم النظرية والتطبيقية ينتج فكرا وصنعا ذو تأثير ملحوظ في الوسط العلمي المتسابق في اظهار أفضل وأجمل الصنائع التكنلوجية والنظرية الحديثة تتجلى أهمية البحث في التغلب على بعض المشاكل التي لوحظت من الدراسات السابقة التي تستخدم الة تصوير واحدة لتغطي مسافة كبيرة فتظهر النتائج غير دقيقة بسبب تغير مقاييس الرسم ، ان اهمية تحديد هذه المسافات والزوايا تأتي من انها مؤشرات ودلائل لناتج الأداء ، فمثلا يختلف طول الخطوات على طول الركض وكذلك تختلف النواحي الفنية للأداء ، ومن الملاحظ ان رمي الرمح تمر بمراحل منها الاقتراب والخطوات الايقاعية وخطوة الرمي وسوف تختلف الزوايا والمسافات بسبب بعد الكاميرا الواحدة. ان الرامي

سيكتسب معرفه حول أدائه وصورة توضيحية لما هو مطلوب منه خلال ضبط كافة المتغيرات الميكانيكية وتلافي الأخطاء كافة مما يسهل عليه أداء التمرينات والحركات المشابهة للأداء خلال التدريبات بأعلى درجة الضبط والاتقان للأداء الحركي.

1-2 مشكلة البحث:

مجمل المشاكل والمعوقات التي يواجهها الباحث في أداء عمله تكمن في كثرة كاميرات التصوير الثابتة التي يحتاجها لتصوير فعالية تحتاج الى أكثر من كاميرا واحدة وكذلك تزامن مقاطع فيديو التصوير والوقت الذي يأخذه العمل والتكلفة المادية بالعمل والحاجة الى كادر مساعد بعدد يصعب في بعض الأحيان التعامل معه او افهامه غاية الباحث والاخطاء المتكررة التي يقعون فيها، ان استخراج المتغيرات ودقتها من اهم الأمور الأساسية في دراسة الحركة والمهارات والفعاليات الرياضية ومنها العاب القوى لما تحتويه من فعاليات وان دقة المتغيرات البايوكينماتيكية المستخرجة لهذه الفعاليات لها التأثير الكبير في تطوير الإنجاز النهائي لكل منها وكذلك فان البعد البؤري لكاميرا التصوير الثبتة فيه نسبة خطا في القياس ناتجة عن بعد الجسم عن بؤرة عدسة كاميرا التصوير وفقا لنظرية فيثاغورس وعليه ارتأى الباحث الى تصنيع كاميرا تصوير تعقبيه ممكن ان تسهل عمل الباحثين في التصوير.

1-3 اهداف البحث:

- تصنيع جهاز ذو كاميرا تعقبيه للتصوير المستمر.
- مقارنة لعدد من المتغيرات البايوكينماتيكية في فعالية رمي الرمح بالكاميرا المتعقبة بتقنية Pixy2 والكاميرات الثابتة.

1-4 فرض البحث:

- تظهر فروق معنوية في قيم المتغيرات البيوكينماتيكية عند استعمال كاميرا التصوير التعقبية لفعالية رمي الرمح مقارنة بالكاميرا الثابتة ولصالح التعقب.
- تظهر فروق معنوية في قيم المتغيرات البيوكينماتيكية بين قيم القياس الحقيقي وقيم كاميرات التصوير المتعقبة والثابتة ولصالح كاميرا التصوير المتعقبة.
- هناك تأثير إيجابي في استخدام كاميرا التصوير التعقبية بتقنية pixy2.

2- منهجية البحث واجراءاته الميدانية:

2-1 منهج البحث:

ان البحث الوصفي لا يقف عند حدود وصف الظاهرة وانما يذهب الى ابعد من ذلك فيحلل ويفسر ويقارن ويقيم الوصول الى تقييمات ذات معنى بقصد التبصر بتلك الظاهرة. فضلا عن ان الأبحاث الوصفية لا تقتصر على التنبؤ بالمستقبل بل انها تنفذ من الحاضر الى الماضي لكي تزداد تبصرا بالحاضر.

2-2 مجتمع وعينة البحث:

حدد الباحثون مجتمع البحث وهم لاعبي نادي عفك فئة الشباب وتكونت العينة من لاعب واحد تم اختياره بالطريقة العمدية ومنح ثلاث محاولات لكي تصبح عدد المشاهدات الخاضعة للتحليل هو (3) مشاهدات.

3-2 المتغيرات المدروسة:

1. معدل طول خطوات الاقتراب: هو ناتج قسمة المسافة من بداية الاقتراب الى قبل الخطوة الايقاعية الاولى على عدد الخطوات.
2. زمن الخطوة الأخيرة: هو الزمن المحصور بين لحظة هبوط القدم اليمنى (الارتكاز) حتى هبوط واتصال القدم اليسرى (التثبيت) بالأرض.
3. طول الخطوة الاخيرة: وهي المسافة بين قدم الارتكاز وقدم التثبيت في وضع الرمي.
4. زاوية المرفق: وهي زاوية محصورة بين عظمي الساعد والعضد لحظة رمي الرمح.
5. زاوية الركبة لرجل التثبيت: وهي الزاوية المحصورة بين الفخذ وساق الرامي من الخلف عند اخذ الرامي وضع الرمي.
6. ارتفاع مركز كتلة الجسم في وضع الرمي: وهي المسافة العمودية بين مركز كتلة الجسم اللاعب ومستوى الارض في وضع الرمي.

3 – 4 وسائل جمع المعلومات والأجهزة المستخدمة

3- 4 – 1 وسائل جمع المعلومات:

1- المصادر العربية والأجنبية.

2- المقابلات الشخصية واراء الخبراء.

3- الملاحظة والتحليل.

4- شبكة المعلومات العالمية.

5 – البرمجيات والتطبيقات المستعملة في الحاسوب (Kinovea-0.8.26 ,Excel, format factory)

3- 4 – 2 الأدوات والأجهزة المستخدمة:

1- الة تصوير فيدوي سريعة عدد (3).

2- جهاز حاسوب حديث5 hp cori

3- مقياس رسم.

5- شريط قياس متري.

6- علامات إرشادية.

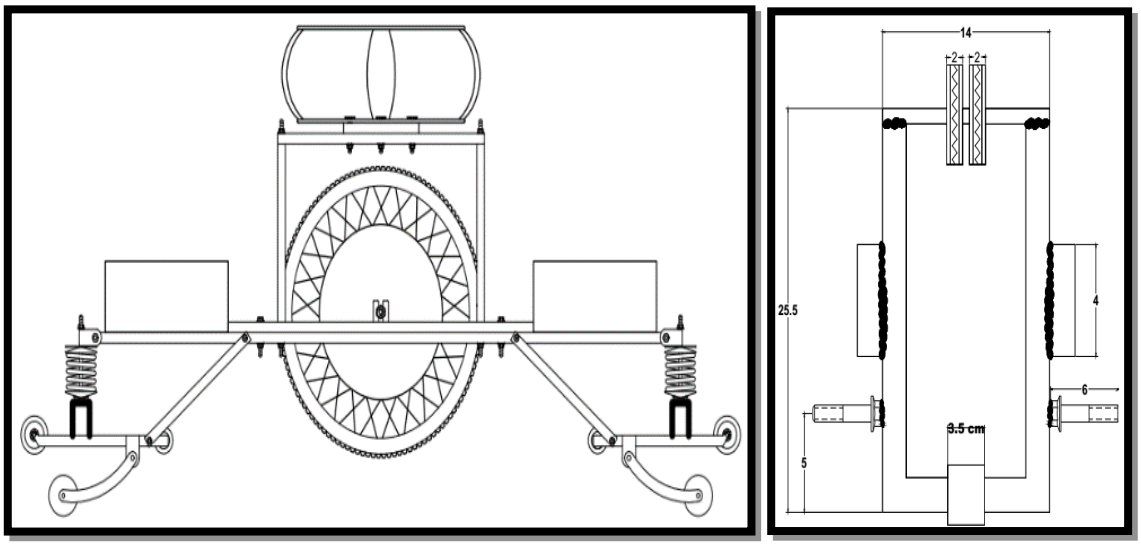
7 – حامل ثلاثي عدد (2)

9 – رمح ذو مواصفات دولية.

10- جهاز التتبيع التلقائي بتقنية Pixy 2.

3- 4 – 2 -10 الجهاز التتبيع التلقائي بتقنية Pixy 2:

هو جهاز تعقبي تلقائي العمل ويدوي أيضا يعتمد بتعقبيته على كاميرا تعقب الألوان (pixy2) تعتمد هذه الكاميرا على التغذية الواردة للون ملابس الشخص المراد تعقبه ويتم تغذيتها عن طريق اللابتوب بواسطة برنامجها الخاص (PixyMon) مربوط معها اردوينو بواسطة برمجة خاصة يقوم على نقل الإشارة من الكاميرا التعقبية وتحويلها الى كونترول موتور ذو قدره عالية الذي يعمل على تحريك جهاز سيار على سكة بطول 100 متر والسكة مصنوعة من الحديد بعدد (17) قطعة طول الواحدة منها (6) متر، ويعمل الجهاز ببطاريات بقدره (60) فولت وعدد البطاريات الخاصة لعمل الموتو (5) وبقدرة (9) امبير يعمل الموتور بشكل تلقائي بناءا على تحرك كتلة لونية معينة (فانيلة او شورت) وتبلغ سرعة الجهاز السيار بدون حمولة (80 كم/ ساعة) اما مع الحمولة فتبلغ (45 كم / ساعة) يستخدم الجهاز لتعقب اللاعبين للفعاليات والألعاب التي يكون أدائها بشكل مستقيم وعلى مسافة (100متر) والغرض الرئيسي من الجهاز هو لقدرته على حمل كاميرا تصوير لتصوير الفعالية.



شكل (1) يبين مخطط الجهاز

صورة (1) توضح الجهاز التعقبي والكاميرا التعقبية (pixy2)

3-5 التجربة الاستطلاعية:

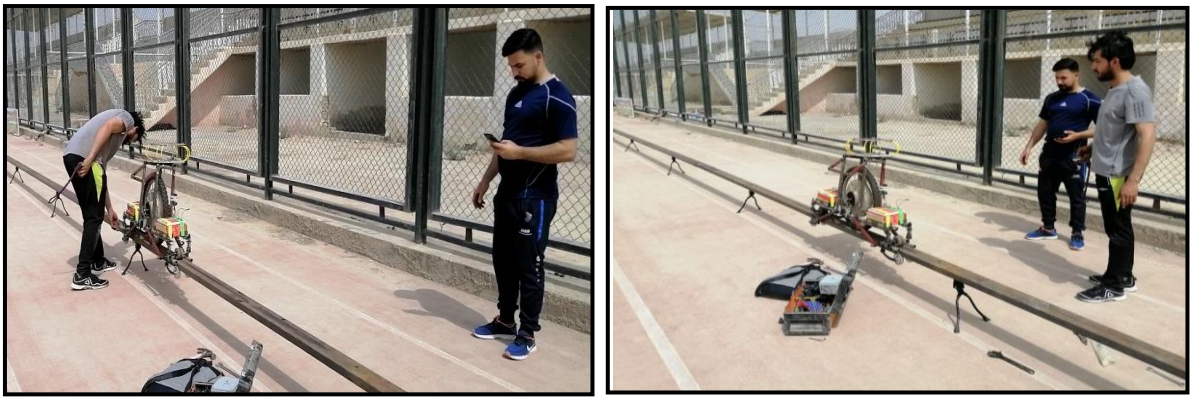
تم اجراء التجربة الاستطلاعية الثالثة في ملعب النجمة بتاريخ 2021/4/9 حيث تم في ملعب حقيقي حتى نقف على الأخطاء التي قد تحصل اثناء التجربة وقد تم في هذه التجربة:

1- تشغيل الجهاز على السرعات الثلاث كلها، واحدة تلو الأخرى للتأكد من تحمل الهيكل للسرعة العالية وأيضا من ثبات الجهاز على السكة.

2- تم ربط الة التصوير التعقبية pixy2 للوقوف على الأداء خلال عمل الة التصوير وأيضا تطبيق خطوات العمل بها عن طريق تثبيت لونية ملابس اللاعب لالة التصوير التعقبية اثناء الأداء.

3- الة التصوير تعمل 100% بشكل جيد ومتوافقة مع حركة اللاعب.

4- كانت البرمجة ناجحة ومتوافقة مع فكرة العمل.



صورة (2) توضح نصب الجهاز في الملعب

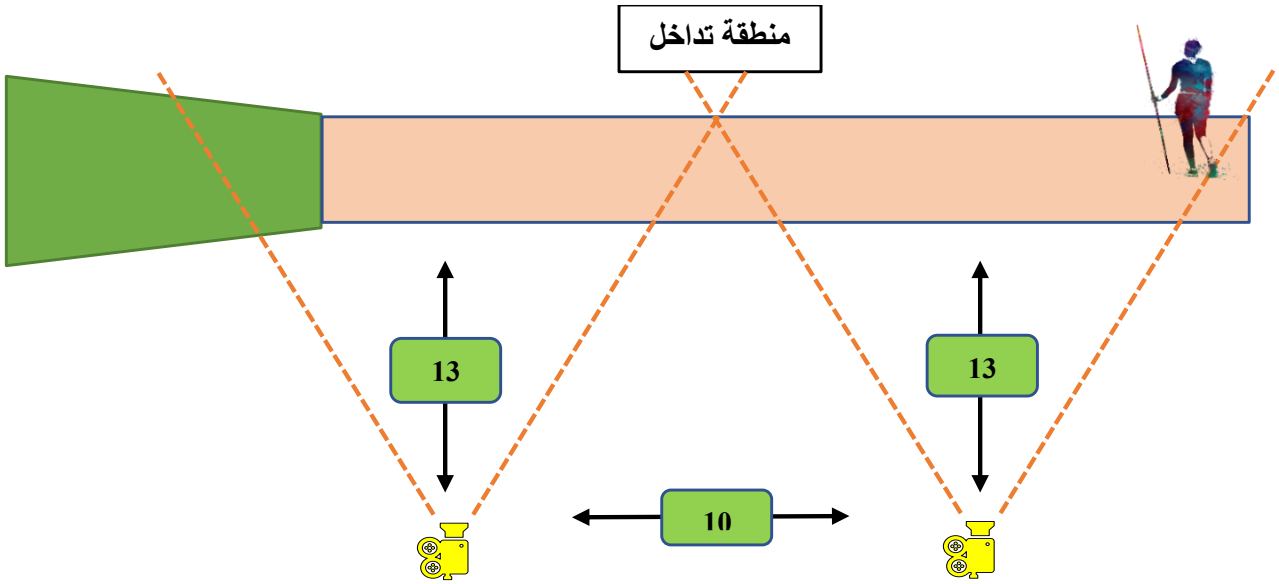
3-6 التجربة الرئيسة:

تم إجراء التجربة الرئيسة بتاريخ 17 / 9 /2021 في تمام الساعة (4:00) عصرا في ملعب (كلية التربية الدنية وعلوم الرياضة جامعة القادسية) على عينة البحث لفعالية رمي الرمح فقد اعطي للرامي (3) محاولات. وتمت الاختبارات ضمن الابعاد المخصصة لضمار رمي الرمح.

3-7 أماكن نصب الات التصوير الثابتة والة التصوير المتعبة:

3-7-1 موضع الكاميرات الثابتة:

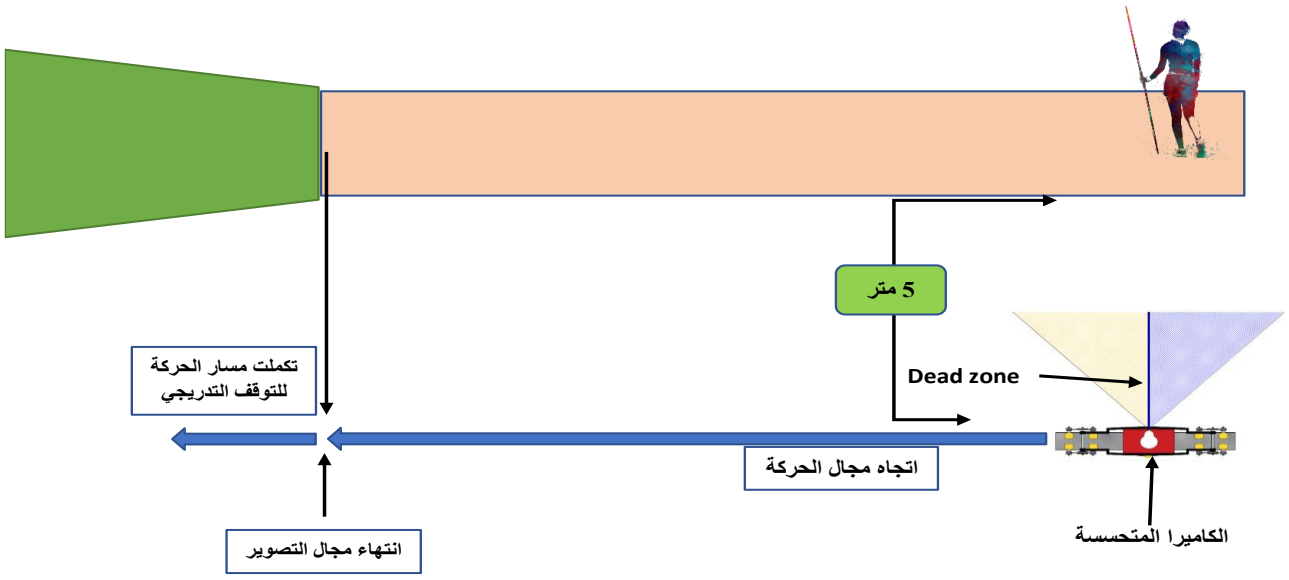
تم وضع كاميرتين لتصوير المتغيرات البايوميكانيكية للأداء الفني لرمي الرمح وكان بعدهما 13 متر عن ميدان التجربة وبعدهما عن بعضهما 10 أمتار. (اللامي، 2015، صفحة 50)



شكل (2) يبين مواضع الات التصوير الثابتة لاختبار رمي الرمح

3-7-2 موضع نصب الة التصوير المتعقبة للاختبار

تم نصب جهاز التتبيع التلقائي بتقنية Pixy 2 على بعد (5) متر من اللاعب وعلى طول مرحلة الأداء.



شكل (3) يبين موضع الة التصوير التعقبية لاختبار رمي الرمح

3-7-3 القياس على الأرض:

حيث قام الباحث خلال التجربة الرئيسية وللفعاليات الثلاثة بأخذ قياس على الأرض من خلال شريط قياس وذلك من خلال وضع بعض الجص والماء على مجال الأداء فعند مرور اللاعب فوق الماء والجص سوف تطبع قدمه على الأرض ويمكن من خلال ذلك اخذ قياس طول الخطوة الأخير لفعالية رمي الرمح، وكان القياس على الأرض مقارب للتعامد البؤري لألات التصوير الثابتة والمتحركة والغرض من هذا الاجراء هو للمقارنة بين القياسات على أساس القياس على الأرض لأنه يعتبر قياس صحيح ودقيق ولا يقبل الخطأ وأيضا غرض المقارنة هو لمعرفة ايهما من قياسات الات التصوير اقرب الى القياس على الارض.

4- عرض وتحليل ومناقشة نتائج التحليل (الكاميرا الثابتة والمتحركة):

4-1 عرض وتحليل ومناقشة محك المقارنة بين التصوير الثابت والمتحرك لطول الخطوة الاخيرة لفعالية رمي الرمح:

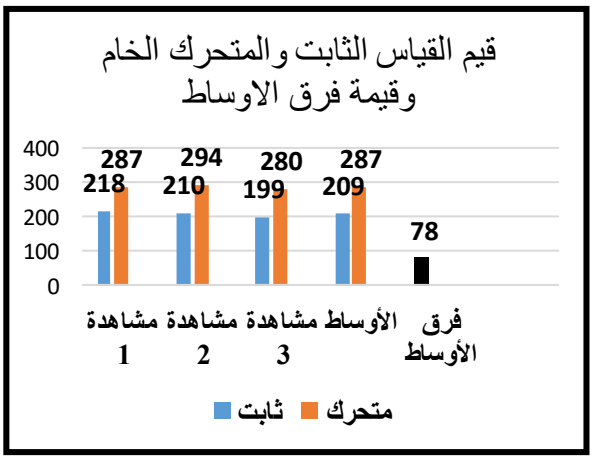
جدول (1) يبين قيمة تحليل F التباين

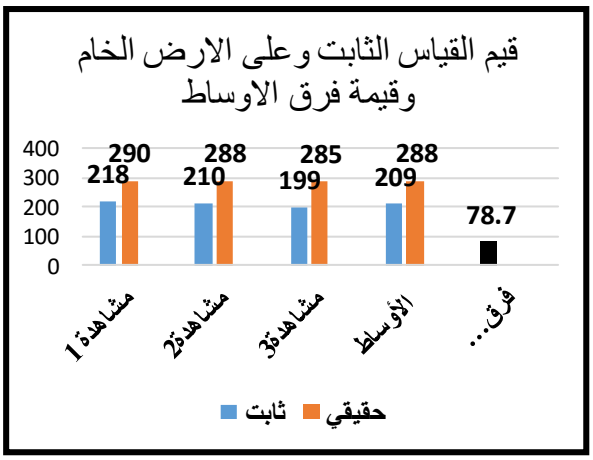
ت	المتغيرات	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة f المحتسبة	دلالة
1	طول الخطوة الاخيرة	بين المجموعات	636.222	2.00	318.111	5.132	0.047
		داخل المجموعات	359.333	6.00	59.889		

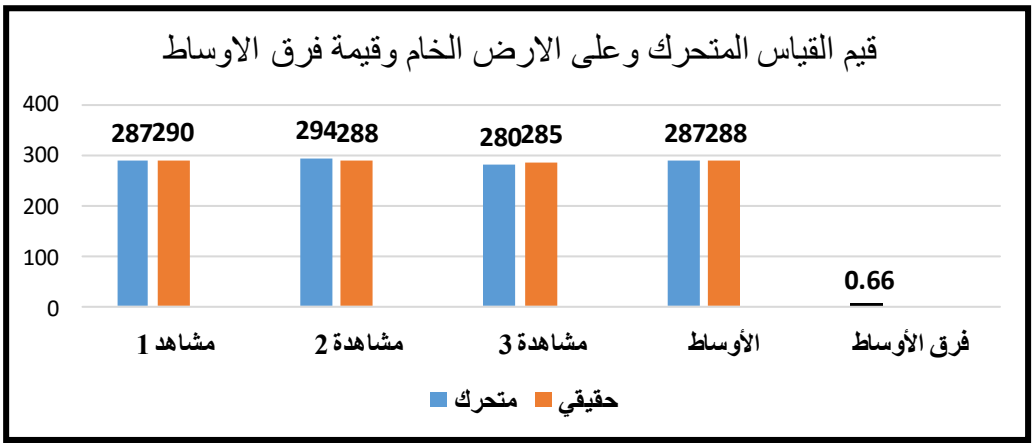
جدول (2) يبين نتائج قيم (L.S.D) بين كاميرا التصوير المتحركة والثابتة والقياس على الارض

ت	المقارنة	فروق الأوساط	الخطأ المعياري	دلالة
1	بين الثابت والمتحرك	-7.33	6.31	0.290
2	بين الثابت والقياس على الارض	-20.33	6.31	0.018
3	بين المتحرك والقياس على الارض	-13.00	6.31	0.085

يتبين من الجدول أعلاه ان دلالة بين القياس الثابت والمتحرك غير معنوي مما يعني ان القياسين متطابقان ظاهريا وذلك لتطابق مستوى القياس مع بؤرتي الكامرتين الثابتة والمتحركة ، اما فيما يخص القياس الثابت مع القياس على الارض فكانت بدلالة معنوية وذلك لعدم التطابق بين القياس على ارض الواقع والتحليل الحركي وهذا يدل على وقوع بؤرة كاميرا التصوير الثابتة بمسافة غير قريبة على مستوى أداء اللاعب، اما فيما يخص القياس على الارض مع المتحرك فان دلالة كانت غير معنوية مما يعني ان بؤرة العدسة المتحركة كانت تغطي مساحة المشهد بشكل قريب الى القياسات على الارض.







شكل (4) يبين المقارنة بقيم النتائج الخام لكاميرا التصوير الثابتة والقيم على الارض لفعالية رمي الرمح

4-2 عرض وتحليل ومناقشة نتائج التحليل (كاميرا التصوير الثابتة والمتحركة) لفعالية رمي الرمح

جدول (3) يبين الإحصاء الوصفي لنتائج البحث

ت	المتغيرات	وحدة القياس	المشاهدات	ثابت			متحرك		
				وسط	انحراف	التواء	وسط	انحراف	التواء
1	ارتفاع مركز ثقل الجسم في وضع الرمي	سم	1	112.33	2.52	0.59	99.67	2.08	1.29
			2						
			3						
2	زاوية الركبة لرجل التثبيت	درجة	1	153.67	4.04	-1.73	148	2.65	-1.46
			2						
			3						
3	طول الخطوة الأخيرة	سم	1	92	10.15	-0.85	99.33	8.62	-0.84
			2						
			3						
4	زاوية المرفق	درجة	1	107.33	3.79	-1.60	96	1.00	0.00
			2						
			3						
5	معدل طول الخطوات الاقتراب	سم	1	102.33	2.52	0.59	125.67	2.08	1.29
			2						
			3						
6	زمن الخطوة الأخيرة	جزء من الثانية	1	57.67	0.58	-1.73	72.67	6.03	0.49
			2						
			3						

يتبين من الجدول أعلاه القيم الرقمية لتحليل فعالية رمي الرمح والتي تمثلت ب (7) متغيرات بايوميكانيكية

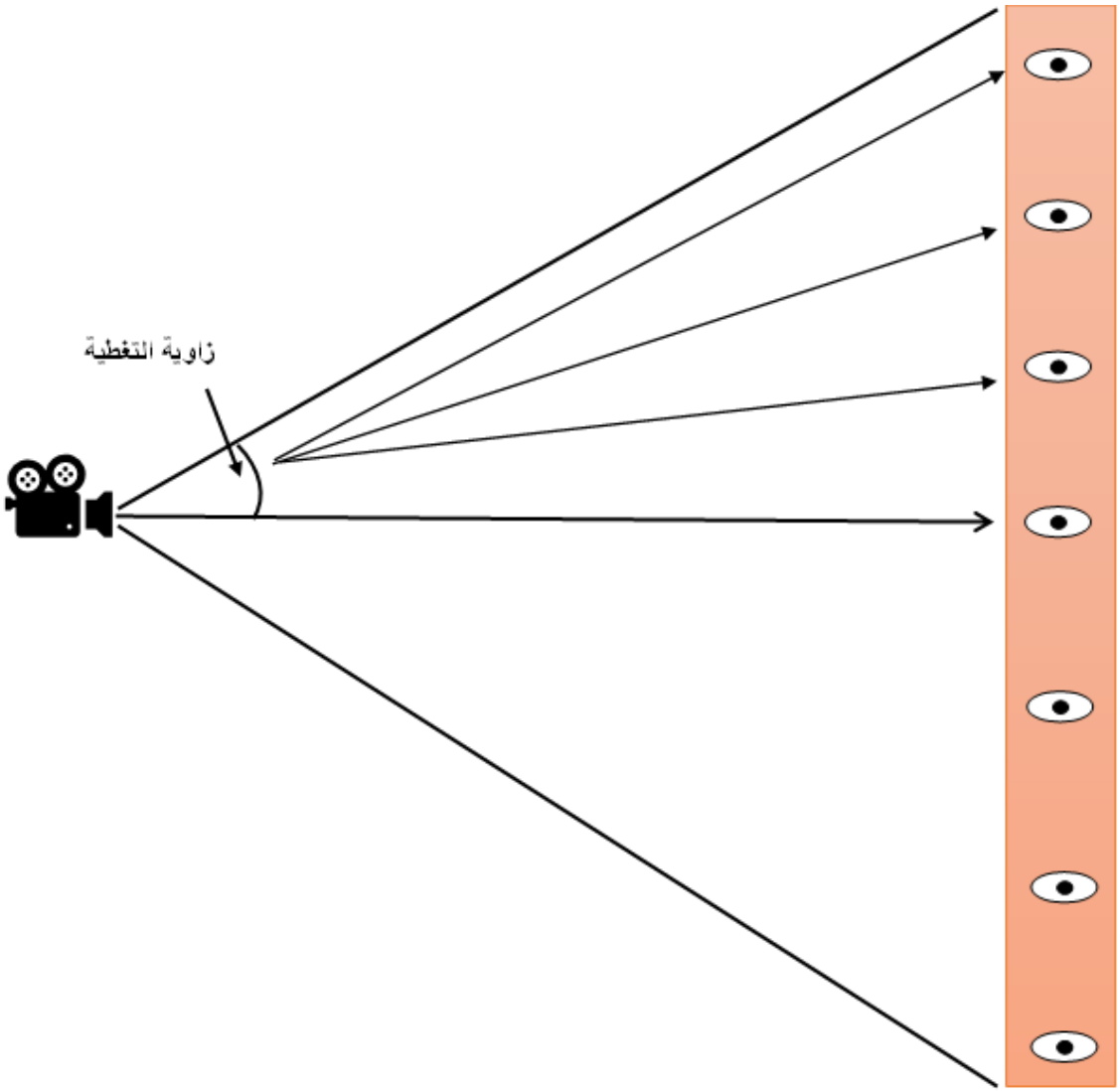
والتي أتت من (3) مشاهدات واخذ من كل مشاهدة الجزء الخاص بالمتغير المدروس وعبرت عنها بقيمة رقمية واحدة تمثل الـ (3) مشاهدات والتي تعد من المتغيرات الـ (7) المدروسة ولكلتا الكامرتين المتحركة والثابتة، ومثلت دلالتها بالوسائل الإحصائية منها (الوسط –الانحراف المعياري –الالتواء).

جدول (4) يبين الفروق بين القياسين للكاميرا التصوير المتحركة والثابتة للمتغيرات البايوميكانيكية

ت	المتغيرات	وحدة القياس	المشاهدات	الوسط الحسابي للفروق	الانحراف المعياري للفروق	قيمة (ت) المحسوبة	دلالة
1	ارتفاع مركز ثقل الجسم في وضع الرمي	درجة	1	12.67	4.51	4.87	0.04
			2				
			3				
2	زاوية الركبة لرجل التثبيت	درجة	1	5.67	1.53	6.43	0.02
			2				
			3				
3	طول الخطوة الأخيرة	درجة	1	7.33-	1.53	8.32	0.01
			2				
			3				
5	زاوية المرفق	درجة	1	11.33	4.04	4.86	0.04
			2				
			3				
6	معدل طول الخطوات الاقتراب	درجة	1	23.33-	1.53	26.46	0.00
			2				
			3				
7	زمن الخطوة الأخيرة	درجة	1	15.00-	6.00	4.33	0.05
			2				
			3				

يتبين من التوصيف الاحصائي في الجدول الذي استعمل الوسيلة الإحصائية (T-test) فروق ذات دلالة معنوية بين الكامرتين الثابتة والمتحركة ويعزو الباحث الفرق المعنوي للكاميرا التصوير المتحركة لما أتت به من فروق في القياسين الثابت والمتحرك فكانت المتغيرات ذات دلالة معنوية منها (ارتفاع مركز ثقل الجسم في وضع الرمي– زاوية الركبة لرجل التثبيت– زاوية الركبة لرجل التثبيت– طول الخطوة الأخيرة– زاوية المرفق– معدل طول الخطوات الاقتراب– زمن الخطوة الأخيرة) فهذه المتغيرات كلها معنوية الدلالة ، وبما ان كاميرا التصوير المتحركة كانت قيمها لهذا المتغير تقريبا ثابتة تقاربت مع كاميرا التصوير المتحركة أي ان التعامد كان له الدور الأساس في استخلاص نتيجة متقاربة لكلتا الكامرتين، وفي وصف محدد نأخذ بنظر الاعتبار زاوية تغطية العدسة في توضيح القيم التي تتراكم بمعدلات نسبة الى البعد البؤري أي بمعنى بعد اللاعب التعامد البؤري للكاميرا التصوير الثابتة فكلما ابتعد اللاعب عن التعامد لكاميرا التصوير الثابتة زادت نسبة خطا القياس وذلك بسبب ازدياد زاوية الانفراج بين

بؤرة كاميرا التصوير واللاعب .



شكل (5) يوضح زاوية تغطية كاميرا التصوير لأداء اللاعب

5- الاستنتاجات والتوصيات:

5-1 الاستنتاجات:

1- ان الكاميرا التعقبية استوفت متطلبات الواجب المصنع من اجله وبنسبة (75%) من قدرة العمل وذلك بسبب المواد المصنعة منها كانت ذو جودة متدنية بسبب ارتفاع أسعار الشراء المحلية والمتطلبات المادية التي لم تكن ضمن قدرات الباحث الاقتصادية.

2- ان الكاميرا التعقبية أفضل من الكاميرا الثابتة في التعامد البؤري على المستوى الافقي للأداء.

3-ان الكاميرا التعقبية أفضل من الكاميرا الثابتة في استخراج زوايا جسم اللاعب في المستوى الظاهر امام الكاميرا.

4-ان الكاميرا التعقبية أفضل من الكاميرا الثابتة في استخراج المسافة بصورة دقيقة ولأكثر من صورة

مقاسة وذلك من خلال وضع أكثر من شاخص خلال مسافة الأداء والأفضل ان تكون كل (1متر) شاخص ثابت يستدل به لقياس المسافة ولأكثر من صورة.

5-2 التوصيات:

1- إضافة تقنية أكثر تطور في تتبع اللاعب للكاميرا التعقبية والتعديل على سكة الكاميرا حتى تستوفي متطلب عمل (100%)

2- من الممكن اجراء كافة التجارب للبحوث التي تتطلب التصوير وللأداء الثابت او الذي يكون ضمن مسافة (4 متر) بالكاميرا الثابتة.

3- اعتماد الكاميرا المتحركة بدل الكاميرات الثابتة في جميع تجارب البحوث التي تتطلب أكثر من كاميرتين ولكل أداء مستقيم فقط.

4- اجراء بحوث مشابه ولكن لأداء دائري، أي وذلك من خلال تصنيع سكة دائرية واجراء بعض التعديلات على هيكل الجهاز لكي يلبي متطلبات العمل الدائري.

المصادر:

1. (حسين مردان عمر) (2019): مواضيع في البايوميكانيك، ط ،1جمهورية العراق، كركوك.
2. (حسين مردان عمر) (2021): مواضيع في البايوميكانيك، ط ،2جمهورية العراق، مطبعة جامعة ديالى.
3. رحيم يونس كرو العزاوي (2008): مقدمة في منهج البحث العلمي. عمان: دار دجلة.
4. (سيف محمد كاظم القطبي) (2016): تمرينات خاصة باستخدام جهازين مساعدين وتأثيرهما في القوة الخاصة وبعض المتغيرات البايوميكانيكية والنشاط الكهربائي للعضلات وانجاز الوثبة الثلاثية، العراق.
5. (قاسم حسن حسين، و ايمان شاكر محمود) (2000): الاسس الميكانيكية والتحليلية والفنية في فعاليات الميدان والمضمار ، الأردن ، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.
6. (مروان عبد المجيد ابراهيم، وايمان شاكر محمود) (2014): التحليل الحركي البيوميكانيكي في مجالات التربية البدنية والرياضية.
7. (ياسر نجاح حسين، واحمد ثامر محسن) (2015): التحليل الحركي الرياضي، النجف، دار الضياء للطباعة.