

مقارنة لعدد من المتغيرات البايوميكانيكية في سباق ١١٠م حواجز بالكاميرا المتعقبة بتقنية Pixy2 والكاميرات الثابتة

استلام البحث: ٢٠٢٢/٣/٢٣

أ. د حسين مردان عمر

مصطفى علي عبد الله

جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

جامعة القادسية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

قبول البحث: ٢٠٢٢/٥/١٨

Hussein.mardan@gmail.commustafa92.sport@outlook.com

ملخص البحث

أخذت علوم الرياضة حذوا جديدا ومسارا ذو منعطف تكنولوجي وصناعي في ابراز الحلول العلمية على شكل أجهزة ذو تصنيع محلي او عالمي فهذا لاشك فيه هو الأمثل للباحثين في تحديد نصاب البحث العلمي ورصد المكتبات العلمية بأوراق مزيتة لتروسها وأخرى تكنولوجيا في الاظهار ، فعلم البايوميكانيك من العلوم التي اخذت النصيب الأكبر والأدق في صناعة الأجهزة الحديثة التي تعطي قراءات دقيقة حول العمل المنوط بها ضمن القوانين البايوميكانيكية فهناك ما كان محمول مع أداء اللاعب ومنها ما هو ثابت وكلها تصب في إبداع الباحث بالنتائج التي صممت لأجلها، لكن هناك ما هو أكثر تكرار في هذا العلم الا وهو التصوير الفيديو للمهارة المنفذة من قبل اللاعبين ومع تطور الأداء لدى اللاعبين وتحقيق الإنجازات وكذلك تعدد مراحل بعض الألعاب او الفعالية الرياضية المراد البحث فيها أدى بالباحثين الى استخدام أكثر من كاميرة تصوير واحدة الامر الذي يضيف على الباحث اتعاب وتكاليف كثيرة وعمل طويل ومتاراكم، وهذا واضح في بعض فعاليات العاب القوى التي تأخذ مسافات طويلة وذو مراحل متعددة وتعتمد على بعضها البعض ومنها أيضا ذو مراحل متعددة ولكن مسافة قصيرة للأداء فعموم العاب القوى تحتاج في تحليلها وتصويرها الى اكثر من كاميرا تصوير. برزت أهمية هذه الدراسة من خلال المتطلبات التي تقع على كاهل الباحث المادية والوقت والمجهود في اختصار كل هذه في جهاز ذو كاميرا تتبعه تحمل معها كاميرا تصوير لتتوب عن كاميرات او كاميرا التي تصور طول مرحلة معينة او جميع مراحل الفعالية لبعض العاب القوى.

الكلمات المفتاحية: (تقنية Pixy2) (الكاميرات الثابتة) (الكاميرا المتعقبة)

A Comparison of a number of Biomechanics variables in the 110m. hurdles by tracker camera with a PIXY2 technique and fixated cameras

Mustafa Ali Abdulla
Al-Qadisiya University

Prof.Dr. Hussein mardan Omer
Al-Qadisiya University

Abstract

That sports science has followed a new route with industrial technology in the highlight scientific solutions in the form of local or global manufacturing devices, is undeniable. It is optimal for researchers in determining the scientific research quorum and support Scientific libraries with an wheel oily leaves And other technology in the show, Biomechanics is one of the sciences that has taken the largest share The most accurate in the modern hardware industry Which gives accurate readings about the work assigned to them It is within the biomechanical laws There is what was With the player's performance and what is constant And all of them serve to deposit the researcher with the results that were designed for it. But there is something more repetitive in this science, which is video photography for the skill performed by the players with the development of the performance of the players and the achievement of achievements as well as the multiplicity of the stages of some games or sports event to be searched It led researchers to use more than one camera This adds to the researcher many fees and costs, and long and accumulated work This is evident in some athletics activities that take long distances and have multiple stages and depend on each other, And some of them also have multiple stages, but a short distance for performance In general, athletics needs to be analyzed and photographed by more than one camera.

The importance of this study emerged from the requirements Which falls on the researcher's financial, time and effort in short, all this in a device with a tracking camera It carries a camera with it to replace cameras or a camera Which depicts the length of a certain stage or all stages of the activity of some athletics.

Key Words: PIXY2 technique, fixated cameras, tracker camera

١- المقدمة:

يتجلى المفهوم العلمي في توظيف العلوم الأخرى وتراكبها معا في انتاج نظريات حديثة واكتشافات تأخذ بالباحثين في حلول شافية لأسئلة كثيرة او مشاكل تعوق التقدم العلمي الحضاري، وهذا نتاج من الابداع والابتكار وهو مزيج الفكر المتعمق في فهم المشاكل الحادثة وفهم الحلول والتطبيق المتعدد حتى نضوج الفكرة او الحل وهذا الذي يضع الأسس المترابكة من الأفكار الممزوج في انتاجها.

لذلك نرى في الابداع والابتكار من العوامل التي تقدم الأمم والتي تتطور في علومها وقوة الطرح العلمي الرصين والمتماسك في ابداع الباحث بالفكر والتفكير الإبداعي، لذلك من الملاحظ ان من يمتلك تعددية في العلوم النظرية والتطبيقية ينتج فكرا وصنعا ذو تأثير ملحوظ في الوسط العلمي المتسابق في اظهار أفضل وأجمل الصنائع التكنولوجية والنظرية الحديثة. برزت أهمية هذه الدراسة من خلال المتطلبات التي تقع على كاهل الباحث المادية والوقت والمجهود في اختصار كل هذه في جهاز ذو كاميرا تتبعه تحمل معها كاميرا تصوير لتتوب عن كاميرات او كاميرا التي تصور طول مرحلة معينة او جميع مراحل الفعالية لبعض العاب القوى. وتتجلى أهمية البحث في التغلب على بعض المشاكل التي لوحظت من الدراسات السابقة اذ ان القياسات التي تؤخذ عند استخدام آلة تصوير واحدة تغطي مسافة كبيرة قد تظهر نتائج غير دقيقة ان " أهمية تحديد هذه المسافات والزوايا تأتي من أهميتها كمؤشرات ودلائل لنتائج الأداء" (حسين، ٢٠٢١، ١٢٧)، فمثلا عند تغطية زاوية الجذع فعند بدء السباق تكون عند اقصى مد لان العلاقة بينها وبين زاوية ميل الجسم عكسية أي كلما تكبر زاوية ميل الجسم تصغر زاوية الجذع بنسب معينة الى ان تصل الى اقصى (مد-ثني) لكلا الزاويتان (مصطفى، ٢٠١٨، ٤١) فهاتين الزاويتين قد لا تظهران هذه العلاقة باستخدام الكاميرات الثابتة او تظهر زوايا بمقادير غير متوافقة مع الحقيقة او قد تظهر في مسافات غير متطابقة مع ظهورها.

٢- الغرض من البحث:

١-٢- تصنيع جهاز ذو كاميرا تعقبية للتصوير المستمر.

٢-٢- مقارنة لعدد من المتغيرات البايوكينماتيكية في فعالية ١١٠ حواجز بالكاميرا المتعقبة بتقنية Pixy2 والكاميرات الثابتة.

٣- اجراءات البحث:

١-٣ مجتمع البحث وعينته:

حدد الباحثان 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 (٣ مشاهدات).

٢-٣ تصميم الدراسة:

وقد استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته لطبيعة مشكلة البحث.

٣-٣ المتغيرات المدروسة:

اشتملت الدراسة على المتغيرات الاتية:

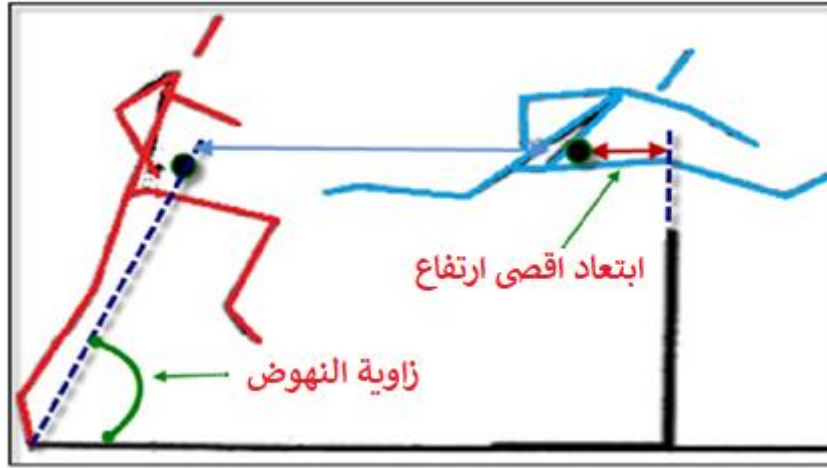
١. طول خطوة الحاجز: طول خطوة الحاجز: حيث تم قياس طول خطوة الحاجز من اول تماس لقدم الدفع قبل الحاجز الى نقطة وسطية (تكون هذه النقطة وسط بين انتقال صورتين لنفس قياس المسافة) والانتقال بالفيديو الى سقوط القدم بعد الحاجز وتكملة القياس من النقطة الوسطية الى تماس القدم ومن ثم جمعهما.



صورة (١) توضح طريقة قياس طول خطوة الحاجز

٢. ابتعاد اقصى ارتفاع.

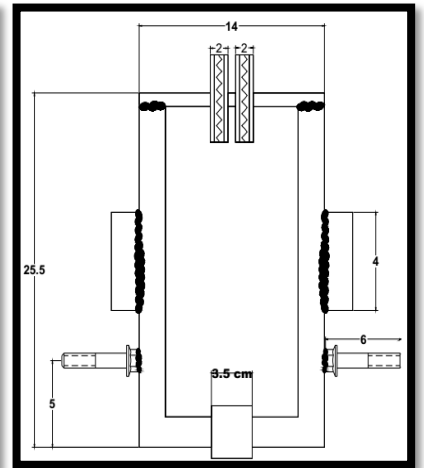
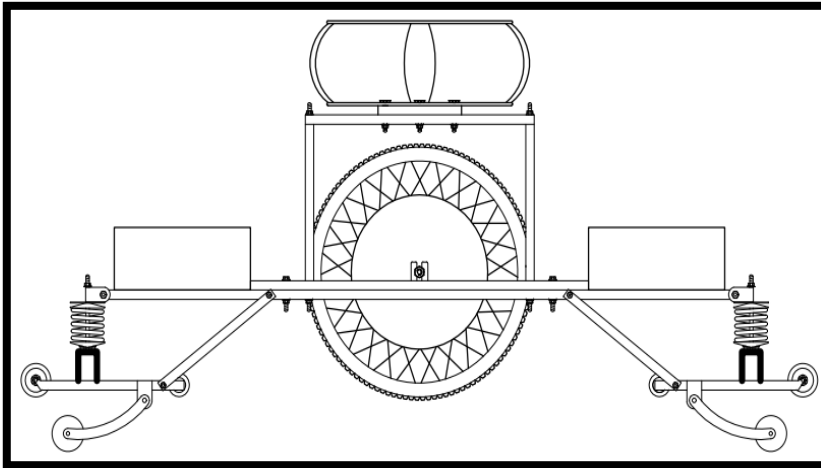
٣. زاوية النهوض قبل الحاجز.



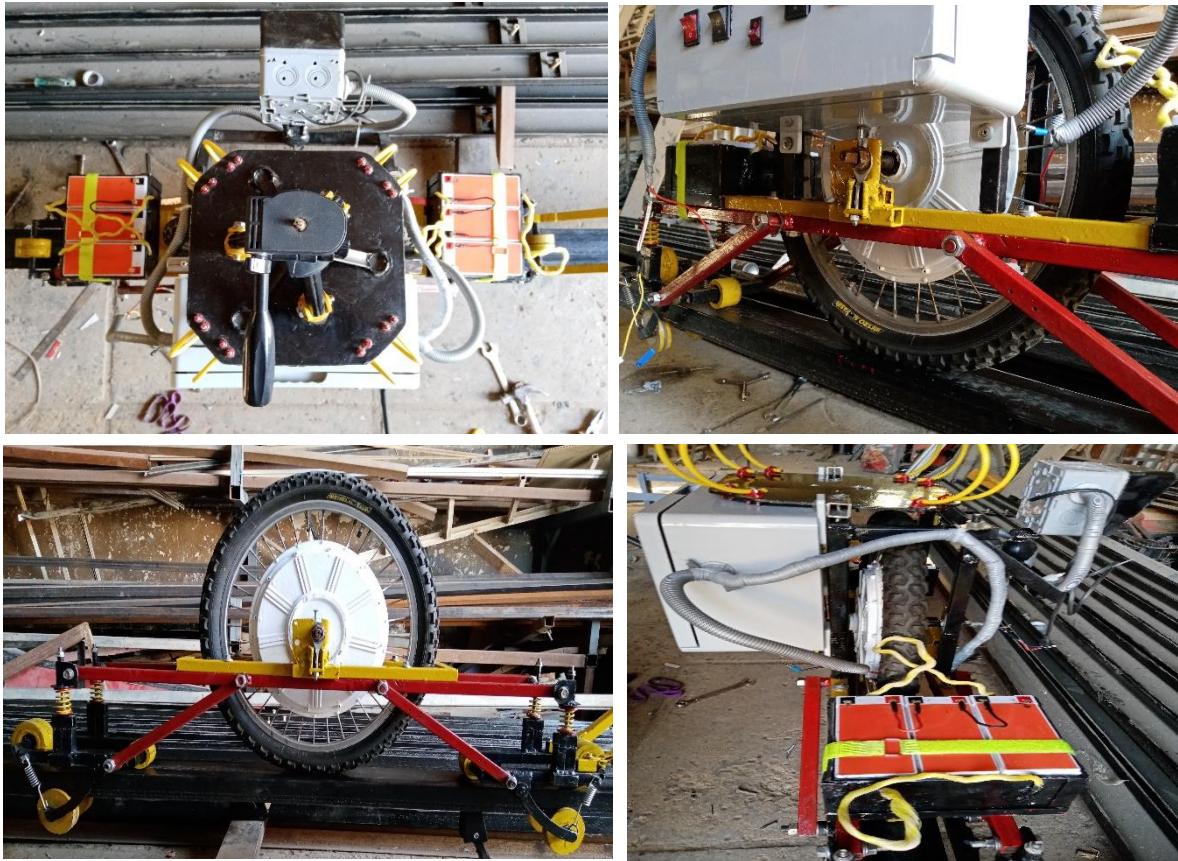
صورة (٢) توضح المتغيرات البايوكينماتيكية لفعالية ١١٠ متر حواجز

٣-٤: الكاميرا التعقبية (الجهاز التعقب التلقائي واليدوي بتقنية Pixy2):

هو جهاز تعقب تلقائي للعمل ويدوي أيضا يعتمد بتعقبته على كاميرا تعقب لونه pixy2 تعتمد هذه الكاميرا على التغذية الواردة للون ملابس الشخص المراد تعقبه ويتم تغذيتها عن طريق اللابتوب بواسطة برنامجها الخاص PixyMon v2 مربوط معها اردوينو Arduino بواسطة برمجة خاصة يقوم على نقل الإشارة من الكاميرا التعقبية وتحويلها الى كونترول الموتور ذو قدره عالية (Brushless Motor) الذي يعمل على تحريك الجهاز على سكة بطول ١٠٠ متر والسكة مصنوعة من الحديد ومحمولة بواسطة ستاند ارضي وتكون السكة مقطعة بعدد (١٧) قطعة طول الواحدة منها (٦) متر وترتبط بواسطة قفل سحب من اسفلها يربط القطع مع بعضها ويعمل الجهاز ببطاريات بقدرة (٦٠) فولت وعدد البطاريات الخاصة لعمل الموتور (٥) وتكون البطارية الواحدة بقدرة (١٢) فولت (٩) امبير وربطت جميعها على التوازي ليكون مجموع الفولت الكلي (٦٠) والامبير الكلي (٩) ويعتمد الموتور بتحكم السرعة اليدوي والتلقائي أيضا حيث تبلغ سرعته الكاملة بدون حمولة (٨٠) كم/ساعة اما مع الحمولة فتبلغ (٤٥) كم/ساعة حيث تتراوح سرعت الموتور على ثلاث سرع هي (٢٥-٣٥-٤٥) كم/ساعة يستخدم الجهاز لتعقب اللاعبين للفعاليات والألعاب التي يكون أداؤها بشكل مستقيم وعلى مسافة (١٠٠) متر والغرض الرئيسي من الجهاز هو لقدرته على حمل كاميرا تصوير او لابتوب لنقل البيانات من أجهزة لاسلكية مربوطة مع اللاعب ذو مدى قصير يتطلب تنقل اللابتوب مع اللاعب وغرض التصوير يكون لتصوير الأبحاث والاختبارات البحثية بواسطة أي كاميرا تصوير تربط مع الجهاز.



صورة (٣) تبين مخطط الجهاز



صورة (٤) تبين الجهاز بالشكل النهائي

٥-٣ التجربة الاستطلاعية والرئيسية:

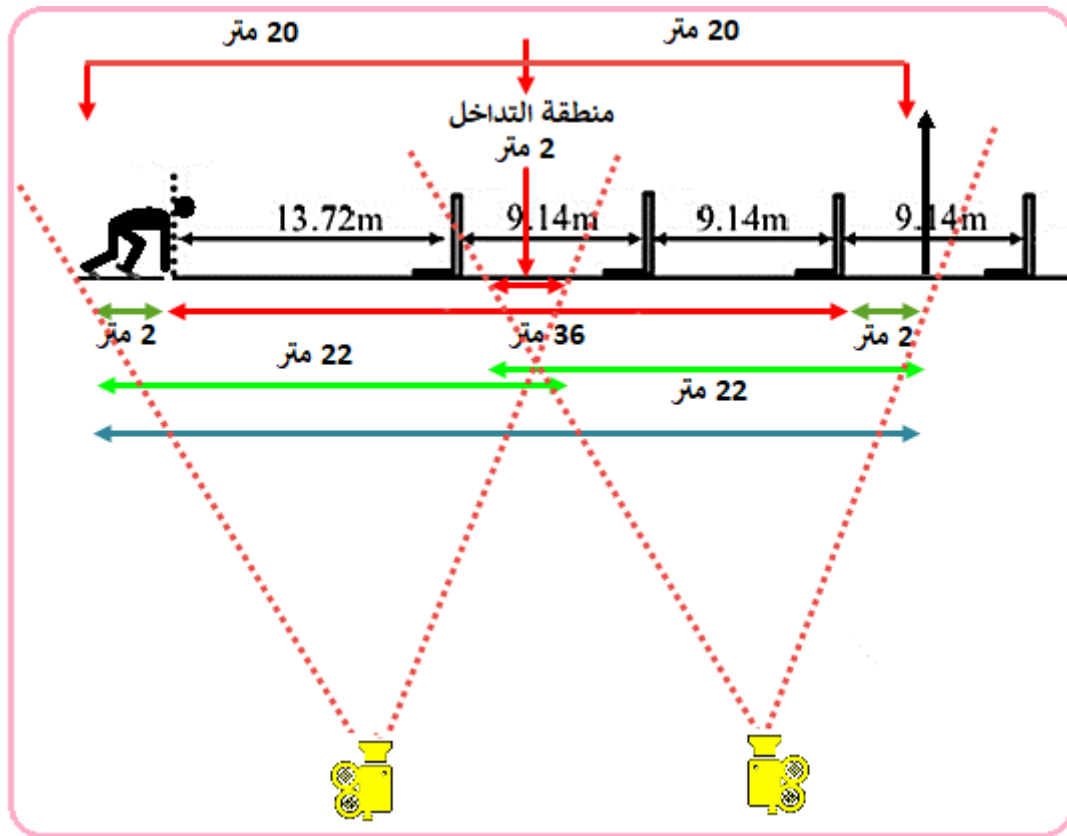
أجريت عدة تجارب استطلاعية كان الغرض منها تثبيت مواقع الكاميرات الثابتة والكاميرا المتحركة وتحديد ابتعادها وارتفاعها وضبط عمل الجهاز مع بيئة العمل ، وتم إجراء التجربة الرئيسية بتاريخ ١٧ / ٩ / ٢٠٢١ في تمام الساعة (٤:٠٠) عصرا في ملعب (كلية التربية الدنية وعلوم الرياضة جامعة القادسية) حيث تم اجراء اختبار تزايد السرعة من البدء ولحين اجتياز الحاجز الثالث ، اذ يأخذ العداء وضع البدء على المسند وعند سماع الابعاز ينطلق لاجتياز (٣) حواجز وهي الحواجز (١ - ٢ - ٣) بالارتفاع القانوني بارتفاع (٩١) متر. وينتهي الاختبار بوصول الرجل القائدة الأرض بعد الحاجز الـ (٣) منح للاعب (٣) محاولات. (زهراء وانتصار ، ٢٠١٩ ، ٩٢)

٣-٨-١ أماكن نصب الكاميرات الثابتة والكاميرا المتحركة:

اختبار ١١٠ حواجز:

موضع نصب الكاميرات الثابتة للاختبار:

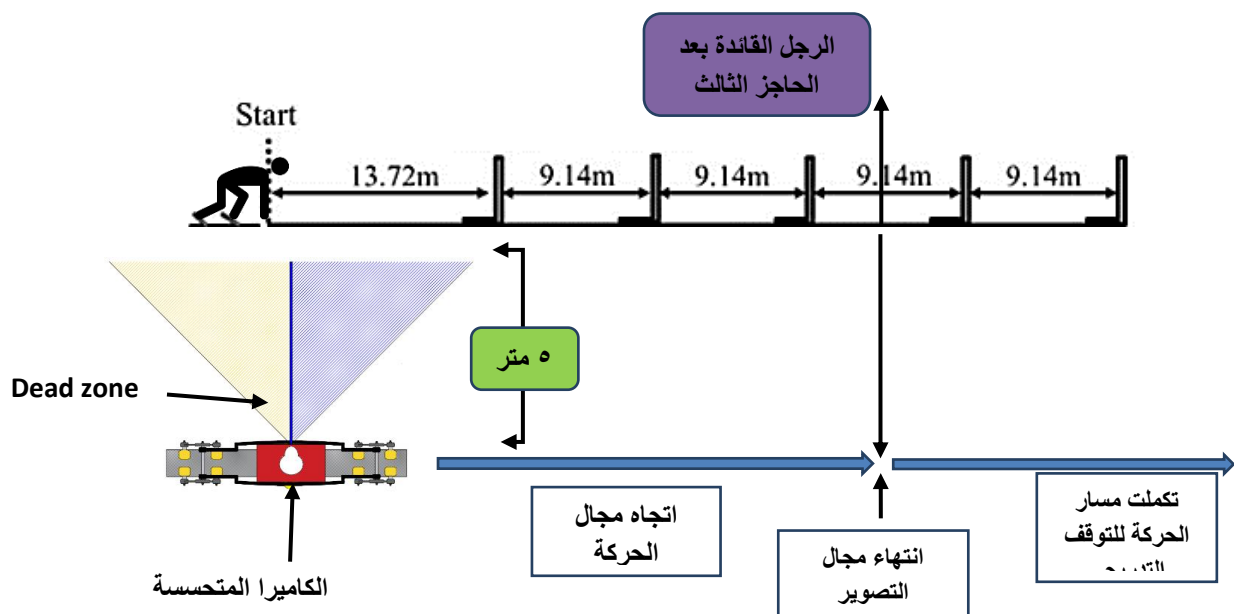
استنادا الى الدراسات السابقة في هذا المجال فقد تم وضع كاميرات تصوير ثابتة بعدد (٢) عمودية على ميدان التجربة بحيث تغطي المسافة المتوقعة للتجربة وهي (من البدء الى منتصف الحاجز الأول ١٣,٧٢ متر يضاف لها المسافة بين الحاجزين الأول والثاني وهي ٩,١٤ متر ويضاف لها المسافة بين الحاجزين الثاني والثالث والبالغة ٩,١٤ متر لتصبح المسافة القانونية هي ٣٢ متر ، تم إضافة مترين قبل البدء ومترين بعد البدء فتصبح المسافة النهائية هي ٣٦ مترا) تضاف ٢ متر من البداية و ٢ متر من النهاية لتصبح المسافة الكلية للاختبار (٤٠ متر) تم تقسيم هذه المسافة الى قسمين أي (٢٠ متر لتغطية كل كاميرا) وتسحب الكاميرا الثانية لحين تغطية منطقة تداخل بواقع (٢ متر) بين الكاميرتين وكما موضح في الشكل (١) تكون الكاميرتين قد غطت مجال الاختبار، وكانت الكاميرتين على بعد (٢٥) متر عموديا على مجال الأداء. (امال و هاشم ، ٢٠١١ ، ٢٠)



شكل (١) يبين مواضع الكاميرات الثابتة لاختبار ١١٠ حواجز

موضع نصب الكاميرا المتعقبة للاختبار:

تم نصب جهاز التتبع التلقائي بتقنية Pixy 2 على بعد (٥) متر من اللاعب (تم وضع الجهاز على هذا البعد وفقا للتجربة الاستطلاعية) وعلى طول مرحلة الأداء والتي هي مرحلة الـ (٣) حواجز الى اخر موضع لسقوط الرجل القائدة.



شكل (٢) يبين موضع الكاميرا التعاقبية لاختبار ١١٠ حواجز

- عرض وتحليل ومناقشة النتائج:

١-٤ عرض وتحليل ومناقشة محك المقارنة بين الثابت والمتحرك:

١-١-٤ عرض وتحليل ومناقشة محك المقارنة بين التصوير الثابت والمتحرك لطول خطوة الحاجز لفعالية الـ ١١٠ حواجز:

أجرى الباحثين اختبار المحك مع المسافة الحقيقية على الأرض اذ تم قياس مسافة خطوة الحواجز على الأرض وتمت المقارنة بينها وبين كل من الكامرتين الثابنتين والكاميرا التعقبية وكان الغرض من هذا القياس هو بيان أي من الاختبارين كان اقرب الى القياس

الحقيقي وقد اجري الاختبار على خطوة الحاجز الأول ، اذ يعد هذا الحاجز غير متميز كونه قريب على منتصف المسافة ولم تقارن النتيجة مع الحاجز الثالث كونه ابعد ما يمكن عن منتصف المسافة.

جدول (١) يبين قيمة تحليل F التباين

ت	المتغيرات	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة f المحتسبة	الدلالة
١	طول خطوة الحاجز	بين المجموعات	6397.56	2.00	3198.78	69.707	0.000
		داخل المجموعات	275.33	6.00	45.89		

جدول (٢) يبين نتائج قيم (L.S.D) بين الكاميرا المتحركة والثابتة والقياس الحقيقي

ت	المقارنة	فروق الأوساط	فروق الاختلاف	الدلالة
١	بين الثابت والمتحرك	52.33	5.53	0.000
٢	بين الثابت والقياس الحقيقي	-60.00	5.53	0.000
٣	بين المتحرك والقياس الحقيقي	7.67	5.53	0.215

يتبين من الجدول (٢) بوجود فرق معنوي للمقارنة بين التصوير الثابت والمتحرك وكذلك بين التصوير المتحرك والقياس الحقيقي الذي اخذ على ارض الواقع في اثناء أداء التجربة الميدانية واتى التصوير الثابت مع القياس الحقيقي بدلالة لا معنوية بـ (٠.٢١٥)، من هذه النتائج يتضح تطابق التصوير المتحرك مع الواقع الحقيقي للأداء وهذا يدل على دقة التحليل للفيديو المتحرك لما اتى به من وضوح الصورة وقربها من اللاعب.

اما فيما يخص التصوير الثابت مع القياس الحقيقي أيضا فان الدلالة كانت معنوية عالية وذلك بسبب بعد القيم الرقمية للقياسين ويعزو الباحث هذه الى عدم التطابق بين القياس الحقيقي مع القياس في الكاميرا الثابتة.

اما فيما يخص التصوير الثابت مع المتحرك فأیضا اتى بنتيجة معنوية (٠.٠٠) والسبب في ذلك يكون في عدم تطابق بؤرة الكاميرا المتحركة مع الثابتة او بمعنى اخر كانت البؤرتين بعيدتين عن بعضهما وليس على تعامل واحد مع أداء اللاعب.



صورة (٥) توضح التباعد البؤري بين الكاميرا الثابتة والمتحركة

٢-٤ عرض وتحليل ومناقشة نتائج التحليل (الكاميرا الثابتة والمتحركة) لفعالية ١١٠ متر حواجز

جدول (٣) يبين الإحصاء الوصفي لنتائج البحث

ت	المتغيرات	وحدة القياس	الحواجز	ثابت			متحرك		
				وسط	انحراف	التواء	وسط	انحراف	التواء
١	ابتعاد أقصى ارتفاع	سم	١	62.67	2.08	1.29	72.00	2.00	0.00
			٢	58.00	4.36	1.63	73.00	2.00	0.00
			٣	63.66	1.15	1.73	60.00	1.00	0.00
	طول خطوة الحاجز	سم	١	209.00	9.54	-0.47	287.00	7.00	0.00
			٢	225.00	7.81	-1.70	282.33	10.07	0.59
			٣	209.00	9.54	-0.47	287.00	7.00	0.00
	زاوية النهوض قبل الحاجز	درجة	١	70.00	1.00	0.00	65.00	1.00	0.00
			٢	67.00	1.00	0.00	63.33	0.58	1.73
			٣	70.00	1.00	0.00	66.00	1.00	0.00

جدول (١٤) يبين الفروق بين القياسين للكاميرا المتحركة والثابتة للمتغيرات البايوميكانيكية

ت	المتغيرات	وحدة القياس	الحواجز	الوسط الحسابي للفروق	الانحراف المعياري للفروق	قيمة (ت) المحسوبة	الدلالة
١	ابتعاد أقصى ارتفاع	سم	١	3.67	1.53	4.16	0.053
			٢	-15.00	4.58	-5.67	0.030
			٣	-9.33	4.04	-4.00	0.057
2	طول خطوة الحاجز	سم	١	-60.00	14.00	-7.42	0.02
			٢	-57.33	17.39	-5.71	0.03
			٣	-22.67	93.54	-0.42	0.72
3	زاوية النهوض قبل الحاجز	درجة	١	5.00	1.00	8.66	0.013
			٢	3.67	1.15	5.50	0.032
			٣	4.00	1.00	6.93	0.020

يتبين من الجدول أعلاه نتائج المقارنة بالوسيلة الإحصائية (T-test) بين نتائج القياس للكاميرا المتحركة والثابتة في متغيرات الدراسة ، وظهرت النتائج بفارق معنوي في متغيرات الدراسة اذا يعزو الباحث هذا المعنوية في النتائج الى الكاميرا المتحركة كونها الأفضل في تعاملها مع أداء اللاعب وعلى طول مسافة الأداء ، ففي الكاميرا المتحركة مع اللاعب تجد بان اللاعب متعامد مع بؤرة الكاميرا وهذا يعزز دقة عالية في التحليل الحركي من ناحية وضوح الفيديو ، وهذا يتيح لجميع متغيرات زوايا الجسم ان تقاس بدقة عالية والتي أتت بنتيجة معنوية ، ويأتي متغير طول الخطوة بقياس معنوي ولذلك لقرب الكاميرا من اللاعب التي تتيح رؤيا واضحة وقياس دقيق، ان الضمان الذي يتيح ان تنصدر الكاميرا المتحركة الدقة والافضلية على الثابتة هو التعامد المستمر مع اللاعب على طول مرحلة الأداء، و يجب ان يتحرك العداء الذي يجب تصويره بزاوية قائمة (٩٠) درجة مع آلة التصوير (البعد البؤري للعدسة) وتعتبر هذه النقطة غاية في الاهمية. اذ ان القيم الحقيقية لبعض المتغيرات لا يمكن الحصول عليها بقيمتها الحقيقية والدقيقة الا في حالة تحرك العداء بزاوية قائمة مع آلة تصوير فقط. (مروان وايمان ، ٢٠١٤ ، ٤٨٠)

وتعتبر هذه النقطة غاية في الاهمية عندما يقوم الباحث او الدارس بقياس المتغيرات الكينماتيكية، اذ ان هذه المتغيرات لا يمكن الحصول عليها الا في حالة تحرك اللاعب بزاوية قائمة مع الكاميرا فقط، حيث ان الوضع غير العمودي للكاميرا يؤدي الى اختلاف في القيم الكينماتيكية مثل الزوايا او المسافات الافقية او الارتفاع العمودي، وبالتالي تأثيره على السرعة او التعجيل المحتسب، وان مقدار هذا الاختلاف في القيم الكينماتيكية يكون حسب وضعية تحريك الكاميرا عن وضعها العمودي. (ياسر واحمد ، ٢٠١٥ ، ١٢٦)

اما فيما يخص المسافة والمتمثلة بالمتغير طول خطوة الحاجز فكانت ذات دلالة معنوية في المشاهدة (١،٢) اما المشاهدة رقم (٣) فكانت غير معنوية بسبب تعامد بؤرتي الكاميرتين الثابت والمتحركة، وقياس المسافة في الكاميرا المتحركة من القياسات الدقيقة والصعبة في نفس الوقت وذلك بسبب أن التصوير الثابت أفضل من التصوير المتحرك عند استخراج المسافات التي تعتمد على نقطتين لأكثر من صورة، وكذلك هو عند استخراج الزوايا التي تعتمد في حسابها على مسار نقطة معينة أي على أكثر من

صورة والسبب يعود ثبات النقطة الأولى ، اما التصوير المتحرك فهو أفضل من التصوير الثابت عند استخراج مسافة بين نقطتين مختلفة وفي نفس الصورة عند نهايات مجال الحركة، وكذلك عند استخراج زوايا مفاصل الجسم او وضع الجسم والتي تعتمد في استخراجها على صورة واحدة عند نهايات مجال الحركة أيضا هو الأفضل، وعند استخراج الزمن لانتقال الجسم وعلى طول مجال الحركة وخصوصا للمسافات الطويلة نسبيا وهذا كله يأتي بسبب التعامد المستمر على الجسم المتحرك. اما فيما يخص صعوبة استخراج المسافة ولأكثر من صورة فيمكن حلها بواسطة وضع شواخص متقاربة المسافة فيما بينها وعلى طول حركة الكاميرا فهذه الطريقة تتيح للباحث تتبع المسافة بين الصور بواسطة الشواخص.

٥-الاستنتاجات والتوصيات:

٥-١ الاستنتاجات:

- ١- ان الكاميرا التعقبية أفضل من الكاميرا الثابتة في دقة وضوح الفيديو.
- ٢- ان الكاميرا التعقبية أفضل من الكاميرا الثابتة في التعامد البوري على المستوى الافقي للأداء.
- ٣- ان الكاميرا التعقبية أفضل من الكاميرا الثابتة في استخراج زوايا جسم اللاعب في المستوى الظاهر امام الكاميرا.
- ٤- 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 (١) متر شاخص ثابت يستدل به لقياس المسافة ولأكثر من صورة.
- ٥- أفضل نتائج يمكن استخلاصها من خلال التحليل الحركي عندما تكون الكاميرا على بعد (٤) متر من الأداء وبمسافة تغطية بؤرية تقريبا (٤) متر.

٥-٢ التوصيات:

- ١- إضافة تقنية أكثر تطور في تتبع اللاعب للكاميرا التعقبية والتعديل على سكة الكاميرا حتى تستوفي متطلب عمل (١٠٠%).
- ٢- من الممكن اجراء كافة التجارب للبحوث التي تتطلب التصوير وللأداء الثابت او الذي يكون ضمن مسافة (٤) متر بالكاميرا الثابتة.
- ٣- اعتماد الكاميرا المتحركة بدل الكاميرات الثابتة في جميع تجارب البحوث التي تتطلب أكثر من كاميرتين ولكل أداء مستقيم فقط.
- ٤- 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

١. امال سليمان الزعبي، وهاشم محمود ابراهيم. (٢٠١١). أثر برنامج تدريبي مقترح على بعض المتغيرات البدنية الخاصة والكينماتيكية والمستوى الرقمي لمسابقة ١٠٠م عدو. أبحاث اليرموك "سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية".
٢. حسين مردان عمر. (٢٠٢١) ، مواضيع في البايوميكانيك ، ط٢ ، جمهورية العراق ، مطبعة جامعة ديالى
٣. زهاء محمد عبد الحسن، وانتصار رشيد حميد. (٢٠١٩). تمرينات خاصة بدلالة جهاز تدريبي مقترح وتأثيرها في بعض المؤشرات البايوميكانيكية وانجاز ركض ١١٠م حواجز دون ٢٠ سنة. مجلة كلية التربية الرياضية /جامعة بغداد.
٤. مروان عبد المجيد ابراهيم، وايمان شاكر محمود. (٢٠١٤). تأليف التحليل الحركي البايوميكانيكي في مجالات التربية البدنية والرياضية.
٥. مصطفى علي عبدالله . (٢٠١٨) . تأثير تمرينات خاصة باستخدام جهاز مبتكر للتحكم بزواوية ميل الجسم خلال مرحلة تزايد السرعة في بعض المتغيرات البدنية والبايوميكانيكية وإنجاز عدو ١٠٠ متر ، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القادسية – كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
٦. ياسر نجاح حسين، واحمد ثامر محسن. (٢٠١٥). تأليف ياسر نجاح حسين، واحمد ثامر محسن، التحليل الحركي الرياضي (صفحة ٢٢١). النجف: دار الضياء للطباعة.