مقارنة لعدد من المتغيرات البايوكينماتيكية في سباق ١١٠م حواجز بالكاميرا المتعقبة بتقنيةPixy٢ والكاميرات الثابتة

أ.د. حسين مردان عمر ، مصطفى علي عبد الله
العراق. جامعة القادسية. كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
hussein.mardan@gmail.com
mustafa٩٢.sport@outlook.com

الملخص

اخذت 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 ورفد المكتبات العلمية بأوراق مزيته 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 إيداع 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 كامرة تصوير واحدة الامر الذي يضيف على الباحث اتعاب وتكاليف كثيرة وعمل طويل ومتاراكم، وهذا واضح في بعض فعاليات العاب القوى التي تأخذ مسافات طويل 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 لتنوب عن كاميرات او كاميرا التي تصور طول مرحلة معينة او جميع مراحل الفعالية لبعض العاب القوى.

الكلمات المفتاحية: تقنية Pixy٢ ، الكاميرات الثابتة ، الكاميرا المتعقبة

Summary

Compared to a number of Biomechanics variables in the ١١٠m. hurdles by tracker camera with a PIXY٢ technique and fixated cameras

Key Words: PIXY٢ technique, fixated cameras, tracker camera

Prof.Dr. Hussein mardan Omer

Mustafa Ali Abdulla

Sports science has followed a new route with industrial technology in the highlight scientific solutions in the form of local or global manufacturing devices, this is not doubtful 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.

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 المتراكبة 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 إبداع 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 التكنلوجية 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 لتنوب 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 الة تصوير واحدة تغطي مسافة كبيرة قد تظهر نتائج غير دقيقة ان "اهمية تحديد هذه المسافات والزوايا تأتي من أهميتها كمؤشرات ودلائل لناتج الأداء"

(حسين ، ٢٠٢١ ، ص١٢٧)

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 ، ص٤١)

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. وان الغرض من البحث تصنيع جهاز ذو كاميرا تعقبيه للتصوير المستمر.

٢- اجراءات البحث:

٢-١ منهج البحث: استخدم الباحثان المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته لطبيعة ومشكلة البحث.

٢-٢ 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 المتغيرات المدروسة:

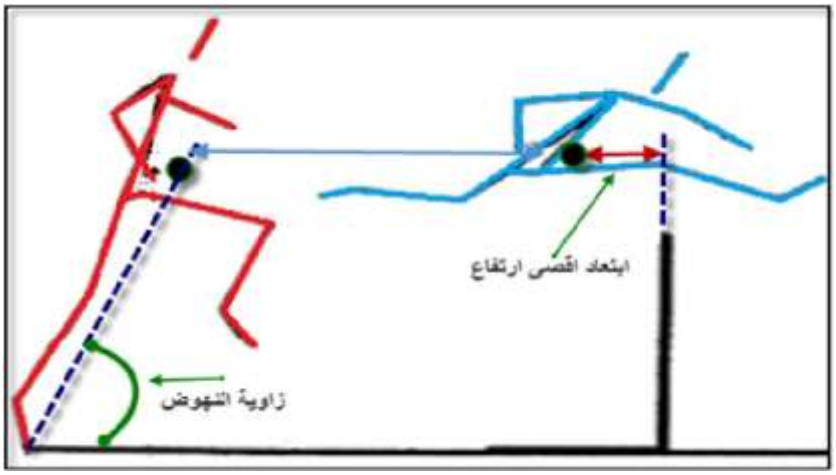
اشتملت الدراسة على المتغيرات الاتية:

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.

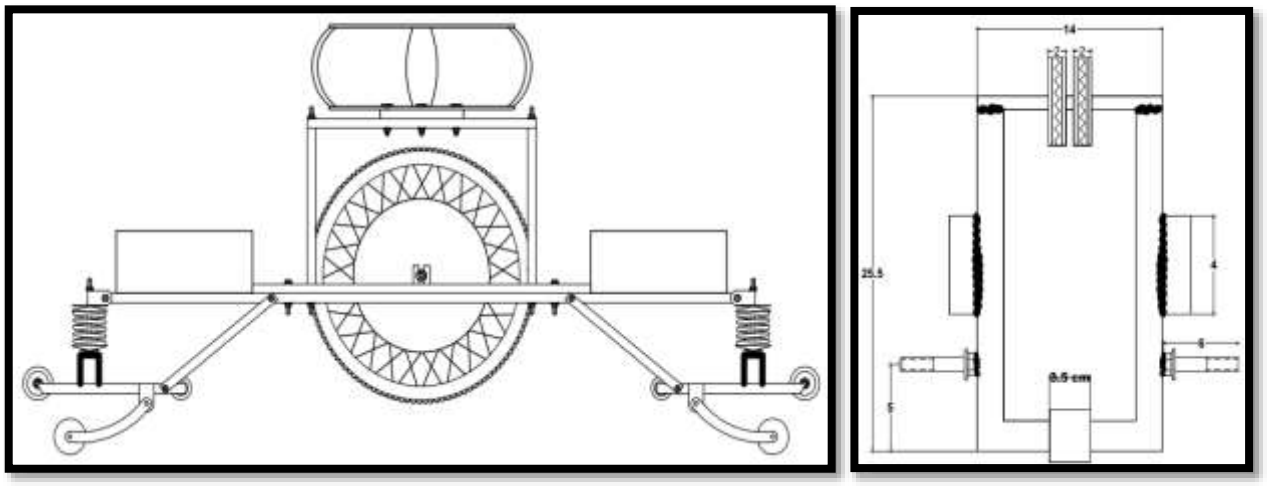
٣- زاوية النهوض قبل الحاجز.



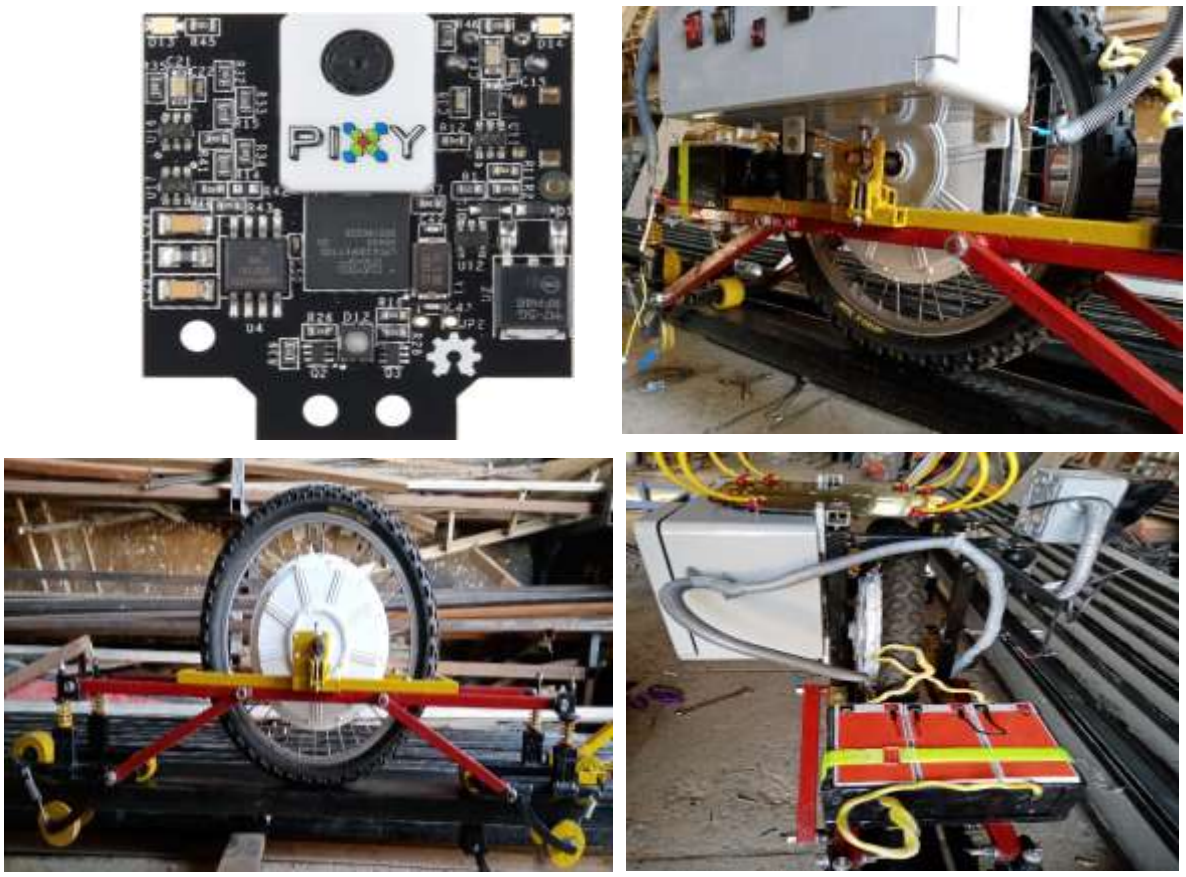
صورة (٢) توضح المتغيرات البايوكينماتيكية لفعالية ١١٠ متر حواجز

٢-٤ الكاميرا التعقبية (الجهاز التعقبي التلقائي واليدوي بتقنية Pixy٢):

هو جهاز تعقبي تلقائي العمل ويدوي أيضا يعتمد بتعقبيته على كاميرا تعقب لونيه pixy٢ تعتمد هذه الكاميرا على التغذية الواردة للون ملابس الشخص المراد تعقبه ويتم تغذيتها عن طريق اللاب توب بواسطة برنامجها الخاص (PixyMon v٢) 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 بقدره (٦٠) فولت وعدد البطاريات الخاصة لعمل الموتور (٥) وتكون البطارية الواحدة بقدره (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 أدائها 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) توضح مخطط الجهاز



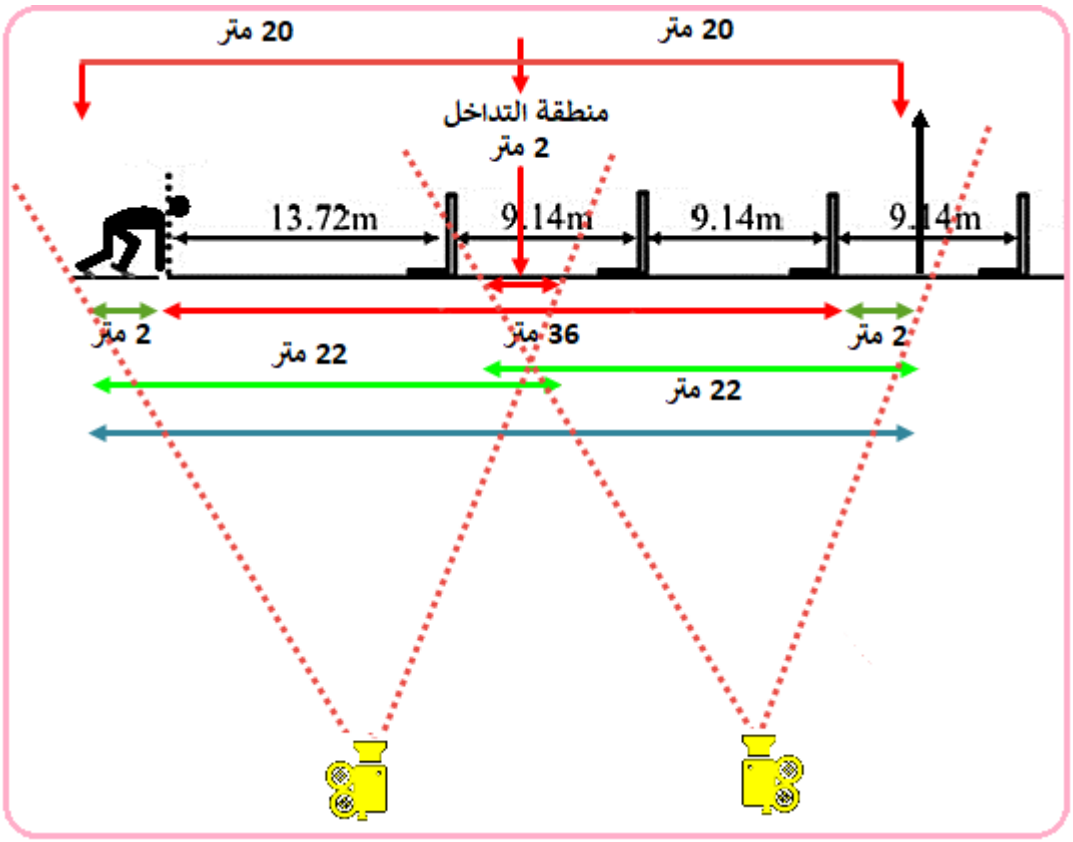
صورة (٤) توضح الجهاز بالشكل النهائي

٢-٥ التجربة الرئيسة:

تم إجراء التجربة الرئيسة بتاريخ ٢٠٢١/٩/١٧ 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 اليعاز ينطلق لاجتياز (٣) حواجز وهي الحواجز (١-٢-٣) بالارتفاع القانوني بارتفاع (٩١) متر. وينتهي الاختبار بوصول الرجل القائدة الأرض بعد الحاجز الـــ (٣) منح للاعب (٣) محاولات. (زهاء وانتصار، ٢٠١٩ ، ص٩٢)

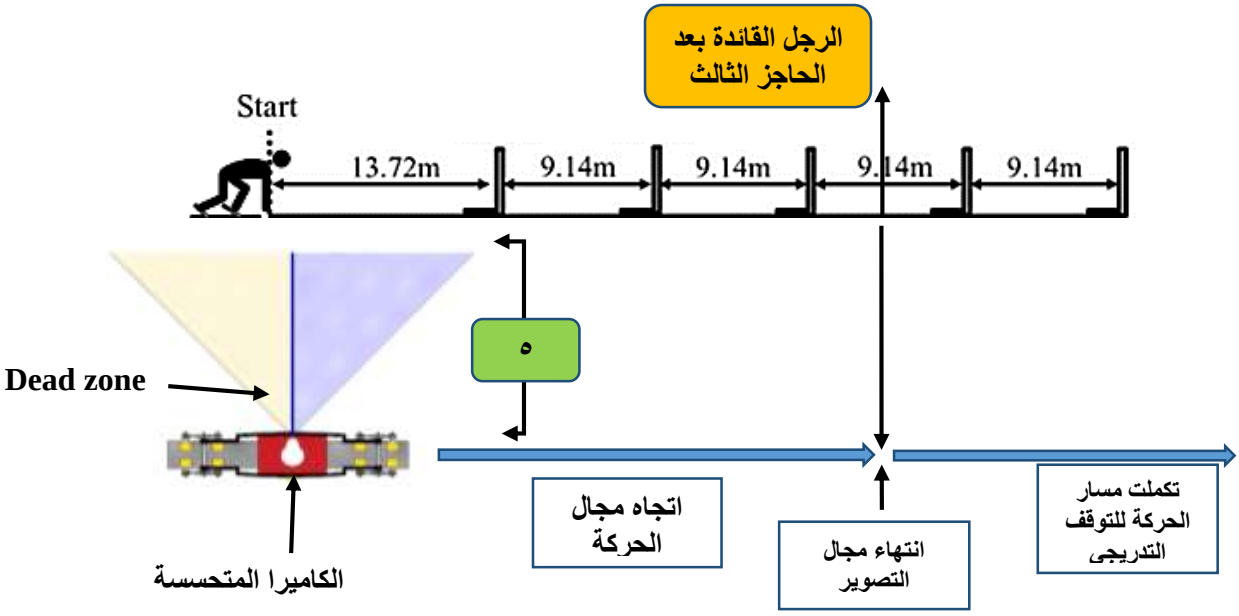
٢-٥-١ أماكن نصب الكاميرات الثابتة والكاميرا المتعبة:

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 و٢ 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 (٢متر) بين الكامرتين وكما موضح في الصورة (٥) تكون الكامرتين قد غطت مجال الاختبار، وكانت الكامرتين على بعد (٢٥) متر عموديا على مجال الأداء. (امال وهاشم ، ٢٠١١ ، ص٢٠)



صورة (٥) يبين مواضع الكاميرات الثابتة لاختبار ١١٠ حواجز

اما موضع نصب الكاميرا المتعقبة للاختبار فقد تم نصب جهاز التتبيع التلقائي بتقنية Pixy ٢ على بعد (٥) متر من اللاعب وعلى طول مرحلة الأداء والتي هي مرحلة الـــــ (٣) حواجز الى اخر موضع لسقوط الرجل القائدة.



صورة (٦) يبين موضع الكاميرا التعاقبية لاختبار ١١٠ حواجز

٣- عرض وتحليل ومناقشة النتائج:

٣-١ عرض وتحليل ومناقشة محك المقارنة بين الثابت والمتحرك:

٣-١-١ عرض وتحليل ومناقشة محك المقارنة بين التصوير الثابت والمتحرك لطول خطوة الحاجز لفعالية الـــــ ١١٠ حواجز:

أجرى الباحثين اختبار المحك مع المسافة الحقيقية على الأرض اذ تم قياس مسافة خطوة الحاجز الاول على الأرض وتمت المقارنة بينها وبين كل من الكامرتين الثابتتين والكاميرا التعقبية وكان الغرض من هذا القياس هو بيان أي من الاختبارين كان أقرب الى القياس الحقيقي وقد اجري الاختبار على خطوة الحاجز الأول، اذ يعد هذا الحاجز متميز كونه قريب على احد نهايتي الكاميرا الأولى.

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	١٢٢٧٢,٨	٢	٦١٣٦,٤	١٢٥,٨	٠,٠٠
		داخل المجموعات	٢٩٢,٦	٦	٤٨,٧		

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	٧٨	٥,٧٠	٠,٠٠٠
٢	بين الثابت والقياس الحقيقي	-٧٨,٦٦	٥,٧٠	٠,٠٠٠
٣	بين المتحرك والقياس الحقيقي	٠,٦٦	٥,٧٠	٠,٩١٠

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 بـــــ (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 القيس 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 فأيضا اتي 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 تعامد واحد مع أداء اللاعب.

صورة (٧) توضح التباعد البؤري بين الكاميرا الثابتة والمتحركة

٣-٢ 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 اقصى ارتفاع	سم	١	٦٢,٦٧	٢,٠٨	١,٢٩	٧٢,٠٠	٢,٠٠	٠,٠٠
			٢	٥٨,٠٠	٤,٣٦	١,٦٣	٧٣,٠٠	٢,٠٠	٠,٠٠
			٣	٦٣,٦٦	١,١٥	١,٧٣	٦٠,٠٠	١,٠٠	٠,٠٠
	طول خطوة الحاجز	سم	١	٢٠٩,٠٠	٩,٥٤	-٠,٤٧	٢٨٧,٠٠	٧,٠٠	٠,٠٠
			٢	٢٢٥,٠٠	٧,٨١	-١,٧٠	٢٨٢,٣٣	١٠,٠٧	٠,٥٩
			٣	٢٠٩,٠٠	٩,٥٤	-٠,٤٧	٢٨٧,٠٠	٧,٠٠	٠,٠٠
	زاوية النهوض قبل الحاجز	درجة	١	٧٠,٠٠	١,٠٠	٠,٠٠	٦٥,٠٠	١,٠٠	٠,٠٠
			٢	٦٧,٠٠	١,٠٠	٠,٠٠	٦٣,٣٣	٠,٥٨	١,٧٣
			٣	٧٠,٠٠	١,٠٠	٠,٠٠	٦٦,٠٠	١,٠٠	٠,٠٠

جدول (٤) 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 اقصى ارتفاع	سم	١	٣,٦٧	١,٥٣	٤,١٦	٠,٠٥٣
			٢	-١٥,٠٠	٤,٥٨	-٥,٦٧	٠,٠٣٠
			٣	-٩,٣٣	٤,٠٤	-٤,٠٠	٠,٠٥٧
٢	طول خطوة الحاجز	سم	١	-٦٠,٠٠	١٤,٠٠	-٧,٤٢	٠,٠٢
			٢	-٥٧,٣٣	١٧,٣٩	-٥,٧١	٠,٠٣
			٣	-٢٢,٦٧	٩٣,٥٤	-٠,٤٢	٠,٧٢
٣	زاوية النهوض قبل الحاجز	درجة	١	٥,٠٠	١,٠٠	٨,٦٦	٠,٠١٣
			٢	٣,٦٧	١,١٥	٥,٥٠	٠,٠٣٢
			٣	٤,٠٠	١,٠٠	٦,٩٣	٠,٠٢٠

يتبين من الجدول أعلاه نتائج المقارنة بالوسيلة الإحصائية (T-test) بين نتائج القياس للكاميرا المتحركة والثابتة في متغيرات الدراسة ، واظهرت النتائج بفارق معنوي في متغيرات الدراسة اذا يعزو الباحث هذا المعنوية في النتائج الى الكاميرا المتحركة كونها الأفضل في تعامدها 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 تتصدر 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 ، ص٤٨٠)

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 السرع او التعجيل المحتسب، وان مقدار هذا الاختلاف في القيم الكينماتيكية يكون حسب وضعية تحريك الكاميرا عن وضعها العمودي. (ياسر واحمد ، ٢٠١٥ ، ص١٢٦)

اما فيما يخص المسافة والمتمثلة بالمتغير طول خطوة الحاجز فكانت ذات دلالة معنوية في المشاهدة (١،٢) اما المشاهدة (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.

٤- الاستنتاجات والتوصيات:

٤-١ الاستنتاجات:

١- تبين ان برامج التحليل الحركي لا تتعامل مع ثبات النقطة المرجعية عند الكاميرات المتحركة مما تطلب تعيين عدة نقاط مرجعية لغرض تحليل الفديوات المتحركة.

٢- ان الكاميرا التعقبية أفضل من الكاميرا الثابتة في دقة وضوح الفيديو.

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

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

٥- 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.

٤-٢ التوصيات:

١- إضافة تقنية أكثر تطور في تتبع اللاعب للكاميرا التعقبية والتعديل على سكة الكاميرا حتى تستوفي متطلب عمل (١٠٠%).

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

٣- 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

– امال سليمان الزعبي، وهاشم محمود ابراهيم. (٢٠١١). أثر برنامج تدريبي مقترح على بعض المتغيرات البدنية الخاصة والكينماتيكيـــة والمستوى الرقمي لمسابقة ١٠٠م عدو. أبحاث اليرموك "سلسلة العلوم الإنسانية والاجتماعية".

– حسين مردان عمر. (٢٠٢١) ، مواضيع في البايوميكانيك ، ط٢ ، جمهورية العراق ، مطبعة جامعة ديالى

– 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.

– مروان عبد المجيد ابراهيم، وايمان شاكر محمود. (٢٠١٤). تأليف التحليل الحركي البيوميكانيكي في مجالات التربية البدنية والرياضية.

– مصطفى علي عبد الله . (٢٠١٨) . تأثير تمرينات خاصة باستخدام جهاز مبتكر للتحكم بزاوية 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

– ياسر نجاح حسين ، واحمد ثامر محسن. (٢٠١٥). تأليف ياسر نجاح حسين ، واحمد ثامر محسن، التحليل الحركي الرياضي . النجف: دار الضياء للطباعة.