تقويم المسارات الهندسية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح

م.د/أيمن أحمد محمد البدراوى
مدرس بقسم نظريات وتطبيقات مسابقات الميدان والمضمار - كلية التربية الرياضية بنين - جامعة الزقازيق

ملخص البحث

يهدف البحث إلي تقويم المسارات الهندسية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى وذلك من خلال التعرف علي:

١- المسارات الهندسية الفعلية والنظرية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح.

٢- دراسة مقارنة بين متغيرات المنحنيات الفعلية والنظرية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح.

واستخدم الباحث المنهج الوصفي باستخدام التحليل الميكانيكي معتمداً على أسلوب التصوير بالفيديو والتحليل الحركي 3D باستخدام برنامج Simi Motion ، كما تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية متمثلة في (٣) لاعبين من المنتخب المصرى لألعاب القوى واللاعبين بالنادى الأهلى فى مسابقة ١١٠م/ح للدرجة الاولى والمسجلين بالإتحاد المصري لألعاب القوى ، حيث أدى كل لاعب (٣) محاولات لسباق ١١٠م/ح ، تم إختيار أفضل محاولتين لكل لاعب وفقاً للمستوى الرقمى وبذلك تكون عينة البحث الفعلية هى (٦) محاولات .

ومن خلال عرض وتفسير النتائج ، توصل الباحث أهم الاستخلاصات وما بني عليها من توصيات بصورة متتالية:

١. تحديد مراحل للأداء فى خطوة الحاجز وتقسيم تلك المراحل إلى لحظات زمنية محددة يكون لها التأثير الفعال فى تحسين خطوة الحاجز أثناء عملية التعليم والتدريب.
٢. التحول المناسب من السرعة الأفقية إلى السرعة الرأسية فى توقيتاتها المناسبة يؤثر مباشرة على كفاءة خطوة الحاجز وبالتالى على زمن مرحلة السرعة القصوى والمستوى الرقمى لسباق ١١٠م/ح .
٣. الإسترشاد بالقيم المثالية فى تحديد إجراءات جادة ومحددة لبدء البرامج التدريبية على أساس علمى واضح وللوصول لمستوى عالى يقترب من المثالية للاعبى المستوى العالى لسباق ١١٠م/ح.
٤. ضرورة إقتراب مركز ثقل الجسم من الحاجز والذى يتضح من القيم المثالية لخطوة الحاجز وبدوره يؤدى إلى إعتدالية قوس الطيران ، لذا يوصى الباحث بضرورة الاهتمام باتجاه مد زوايا مفاصل كل من ركبة وفخذ قدم الارتقاء (الخاطفة) أثناء العملية التدريبية .

المقدمة ومشكلة البحث

يمثل الأداء الفائق للاعبي المستويات العليا مجالاً للدهشة والتعجب حيث تعدي هذا الأداء مستوي التصور والمعرفة بطبيعة الأداء البشري وإن إتباع نتائج التحليل الحركي والاعتماد علي أسس وقوانين الميكانيكا الحيوية في التدريب الرياضي أدي وبشكل مباشر إلى تحسين التكنيك الأمر الذي ساهم في بناء فلسفة خاصة لتقويم الأداء الحركي وتحقيق الإنجازات الرياضية بأساليب

مستخلصة من أساليب علمية موضوعية معتمدة علي مداخل ميكانيكية ومن هنا أصبحت الاستعانة بمجموعة ليست بقليلة من التقنيات البحثية والتي تساعد في دراسة الحركة الرياضية دراسة أكثر موضوعية وتعطي نتائج أكثر دقة للوصول بالتكنيك لأعلى مستوى لتحقيق الهدف المرجو في الوصول بالأداء إلى المثالية . (٢ : ١٢)

ويؤكد كلاً من **طلحة حسام الدين (١٩٩٣م) ، محمد إبراهيم شحاته وأحمد فؤاد الشاذلى (٢٠٠٦م)** أن من أحدث الأساليب الفنية تلك التي تعتمد علي التحليل الحركي الذي يساعد في التعرف علي الخصائص التكنيكية للمهارة بدراسة مساراتها الحركية من حيث مجموعة الخصائص الميكانيكية التي تميزها وتحديد أهمها تبعا لقوانين الحركة الخطية والدورانية بالإضافة للكشف عن عيوب الأداء بواسطة استنتاج المنحنيات النظرية للخصائص المراد مقارنة أداء اللاعبين بها وتحديد نواحي القصور ثم من بعدها اقتراح ما يمكن لتطوير أسلوب الأداء بهدف الوصول بقيم المتغيرات المدروسة للحدود القصوى التي تشير إليها المنحنيات النظرية الناتجة من المعالجات الحسابية. (٣ : ٤٠٦) (٧ : ٣٣٥)

وهنا يجب أن نحدد الفرق بين النموذج والمثالى فالنموذج عبارة عن صورة (أداء مهارى أو رقمى) لشخص معين وخاص به أما المثالى فهو صورة (أداء مهارى أو رقمى) ربما من الصعب الوصول إليه ولكننا نأمل من تحقيقه أو القرب منه ومن هنا نستطيع إستنتاج أن المثالى يصعب تحقيقه وإنما يمكن رسمه أو توفيره نظريا وإحصائياً ومن ثم الاسترشاد به فى تحسين وتطوير الأداء

ويشير **بسطويسي أحمد (١٩٩٧م)** أن خطوة الحواجز تعتبر من خطوات العدو المبالغ فيها ، ومن حيث ارتفاع مركز ثقل الجسم عند مروقه للحاجز فهى اعلى قليلا ايضا، وبذلك يجب على اللاعب ان يتجنب الوثب على الحاجز حتى تكون الخطوة سريعة وبذلك يكون اقتصاد "زمن تخطى الحاجز"، وعلى اللاعب ان يعى التكنيك الصحيح لتعدية الحاجز ، وهذا لا ياتى الا باكتساب الايقاع الخاص بخطوة الحاجز والتى تمر بثلاث مراحل " مرحلة الارتكاز قبل الحاجز – مرحلة المروق فوق الحاجز – مرحلة الارتكاز بعد الحاجز".(١ : ٩٧)

ويضيف **مولر وهومل muller & hommel (١٩٩٧م)** إن سباق ١١٠م/ حواجز يتطلب أداء حركى مركب ومعقد حيث تنحصر صعوبته فى عملية التغيير المستمر من أداء الحركات المتشابهة (أثناء العدو بين الحواجز) ، إلى الحركات غير المتشابهة (خطوة المروق فوق الحاجز) أثناء التعدية (١٤ : ٤٤)

ويؤكد **كوه coh (٢٠٠٣م)** إلى أن خطوة العبور فوق الحاجز أهم جزء فى الأداء الفنى لسباق ١١٠م/حواجز والأكثر تعقيدا حيث تتكون من ثلاثة أجزاء حركية (الإرتقاء ، الطيران ،

الهبوط) ويكون هدفها إجتياز الحاجز بإرتفاع ١.٠٦٧م مع عدم هبوط سرعة العدو بقدر الإمكان ، بالاضافة إلى نوعية الإنتقال من خطوة الحاجز إلى خطوات الجرى بين الحواجز. (١١ : ١٦٥)

ومن وجهة النظر الميكانيكية فان اللاعب خلال مرحلة السرعة القصوى وعند عبور الحاجز يجب العمل على تقليل فاقد السرعة الأفقية لمركز الثقل العام للجسم وكذلك كيفية تحديد شكل المسار العام لمركز الثقل العام للجسم المثالى فى مرحلتى الاتصال قبل وبعد الحاجز لتحديد شكل مسار الطيران فوق الحاجز وكذلك تخفيض الارتفاع الحادث فى مركز الثقل العام للجسم فوق الحاجز ، حيث أن خطوة الحاجز يمكن تقسيمها إلى ثلاث مراحل متضمنه عدة لحظات (مرحلة ما قبل الحاجز – مرحلة مروق الحاجز – مرحلة ما بعد الحاجز) ولكل منهم سمات خاصة تميز الأداء وفق أسس ميكانيكية محددة نذكر منها مسار مركز الثقل ، السرعة الافقية والراسية لمركز الثقل ، زمن تعدية الحاجز ، طول الخطوة .

هذا بجانب أن الأغلبية من المدربين يعتمدون في تدريبهم علي برامج مبنية علي بيانات مسارات أداء حركي فعلي تحاكي الواقع بالنسبة لأفضل أداء موجود ولا تمثل الأداء الأمثل ، كما أن المتطلبات الأساسية للعمل التدريبي أبدت أهمية بالغة لتقويم الأداء الحركي من أجل تشخيص ومعالجة الأخطاء التي تحدث نتيجة التغيرات الملازمة له أثناء الأداء الفعلي ، ولأجل تقويم الأداء الفني والوصول إلي نتائج تتعلق بالإنجازات الرياضية يجب وصف مساراته الحركية بشكل يضمن استخدامها في حل المشكلات المرتبطة به وتقويمه من خلال مقارنة الحقائق التحليلية بمعايير مثلي (المسار الأمثل) تسهل علي المدربين وضع البرامج التدريبية في ضوء الأمثل وليس الفعلي

وانطلاقاً من أن الاتجاه الحديث السائد في مجال التحليل الحركي هو النمذجة البيوميكانيكية للأداء والأدوات الرياضية الذي يندرج تحته التحليل بهدف مقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية المتمثلة في النمذجة والتي تعد من المستحدثات المنهجية وبمقتضاها يستطيع الباحث التعامل مع العالم الحقيقي أوالواقعي للظاهرة المراد التخطيط لها أو تحريكها إلي الوضع المستقبلي المستهدف استنادا علي المعلومات المفيدة التي يحصل عليها منها ، لذا يمكن إجراء النمذجة للظواهر الميكانيكية المختلفة التي تتغير حالتها مع الزمن ويتم ذلك بأساليب أو منهجيات متعددة ، وفي هذا الإطار تظهر منهجية النمذجة بالمعادلة التنبؤية كأسلوب أكثر فعالية في معالجة المشكلات من حيث وصف العلاقة بين هذه المتغيرات كمياً، وتقدم تفسيراً أكثر شمولاً وموضوعية للظواهر ولهذا تعتبر من أصعب أنواع التحليل وأكثرها تقدما حيث تمثل هذه المنحنيات النظرية نماذج رياضية معيارية تنبؤية تساهم في طرح العديد من الاقتراحات الخاصة بتطوير أسلوب الأداء المستخدم من

أجل الوصول بالمتغيرات للحدود القصوى التي تشير إليها هذه المنحنيات النظرية . (٣ : ٤٠٥ ، ٤٠٦)

وهذا ما أشار إليه **محمد إبراهيم شحاتة** (٢٠١١م) بأن هناك أربع مستويات للتحليل الحركي تختلف درجة صعوبة استخدام كل منهما تبدأ بالأسهل ثم الأصعب وهما :

١- التعرف علي خصائص الأداء الفني الديناميكية للمهارة

٢- الكشف عن عيوب المسارات الجزئية للأداء الحركي

٣- مقارنة المسارات الحركية للأداء بالمنحنيات النظرية

٤- الدراسة النظرية لنماذج المهارات والاحتمالات الأدائية (٦ : ٢٣)

وحيث أن المبدأ الأساسي الذي يحدد الانجاز الرياضي نابع من أفضلية الطريقة التي يؤدي بها ، وهذه الظاهرة تشكل حاليا مشكلة من أهم المشاكل التي تواجه الميكانيكا الحيوية وتنحصر في ما يسمي بالمثالية ، وتعتبر اختبارات التنبؤ بالأداء الرياضي احدي صور النماذج الرياضية في بعض المهام.

وقد أشار كلاً من مجيد الكرخي (٢٠٠٧م) ، فال هانراهان و بوركس Val Hanrahan, R. Porkess (٢٠٠٧م) بأن باستطاعة هذه الاختبارات مساعدة الباحثين في ملامسة ملامح الأهداف التي يمكن أن يصلوا اليها مستنيرين بمعطيات الواقع الحالي على أساس المنحنيات التي يقدمها التنبوء لمجمل الظواهر ، ومن ثم السير مع اتجاهات هذه المنحيات للمستقبل حيث تؤكد النظرة العلمية للفعاليات الرياضية ضرورة وجود أساليب حديثة تتواكب مع انجاز مستوي الأداء الحركي الرياضي لترسيخ مواصفات أداء مثلي وليست فعلية تساهم في وضع برامج تدريبية تصل باللاعب للمستويات العليا وذلك استنادا علي أن لكل جملة حركية قاعدة (دالة رياضية) تطور تصف حالة الجملة مع المكان والزمان وبالتالي تحدد الحالات المستقبلية لها اعتمادا علي الحالة الراهنة .(٥ : ٤) (١٥ : ٢١٩)

ففى سباق ١١٠م/ح فان خطوة الحاجز تعتبر المحك الرئيسي الذى يحدد زمن السباق بجانب الجوانب التقليدية من عناصر اللياقة البدنية المميزة للأداء التى تظهر فى العدو بين الحواجز ، فمن هنا كانت المشكلة الملحة لضرورة وجود قيم مثالية لشكل الأداء فوق الحاجز.

ولذلك يعتبر هذا البحث محاولة لتحديد المسارات الهندسية المثلي لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠ م/ح ، من خلال تحديد معاملات الأداء الفعلي واقتراح المعالجة النظرية التى تنتهي بتحديد مجموعة من البيانات التي يمكن اعتبارها معياراً مثالياً لتقييم الأداء وتحديد أوجه القصور سواء كانت كمية أو كيفية حيث يؤكد **طلحة حسام الدين وآخرون**

(١٩٩٨م) أن لكل رياضة معيار للأداء الفني النموذجي المبني علي أسس ميكانيكية صحيحة يجب أن يتبعه المدرب . (٤ : ١٧٠)

وهنا تكمن المشكلة فى أن القيمة الحقيقية لهذا البحث تتمثل في مدى ما يمكن أن يساهم به في صياغة المعلومات النظرية المثالية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوي لسباق ١١٠م/ح التي يتم الحصول عليها من واقع المعالجات المستخدمة صياغة تطبيقية تساعد في وضع الأسس الفنية لتدريب الحواجز ومساعدة المدربين علي الفهم الجيد لأسس وضع البرامج التدريبية التي تصل باللاعبين للإقتراب من الأداء الأمثل .

أهداف البحث :

يهدف البحث إلي تقويم المسارات الهندسية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى وذلك من خلال التعرف علي:

٣- المسارات الهندسية الفعلية والنظرية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح.

٤- دراسة مقارنة بين متغيرات المنحنيات الفعلية والنظرية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح.

تساؤلات البحث :

يسعي هذا البحث إلي تحقيق أهدافه من خلال الإجابة علي التساؤلات التالية :

١- ما هي المسارات الهندسية للأداء الفعلي والنظري لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح ؟

٢- ما هي كمية متغيرات المنحنيات الفعلية والنظرية لخطوة الحاجز فى مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح ؟

مصطلحات البحث :

١- المعالجة النظرية :

هي إيجاد معادلة نظرية أو منحني يربط بين متغيرين أحدهما مستقل والثاني تابع بحيث تعبر عن أقرب توصيف للبيانات المستنتجة . (١٠ : ١١٨)

هي الطريق الذي من المفترض أن يسلكه ويرسمه مركز ثقل الجسم خلال الأداء الحركي ويتخذ ثلاث أشكال هندسية إما خط مستقيم أو منحني أو دائرة (تعريف إجرائى)

٢- مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح

هى المرحلة وصول اللاعب لأقصى سرعة خلال السباق والتى تبدأ فى بداية اللمس بعد الحاجز الرابع وتمتد حتى نهاية اللمس بعد الحاجز الخامس

الدراسات المرجعية :

١- دراسة **اكس و اخرون Xi Li et al** (٢٠١١م) (١٦) بعنوان التحليل البيوميكانيكى لتعدية الحاجز دراسة مقارنة بهدف التعرف على الاختلافات فى أداء لاعب واحد خلال فتراته التدريبية المختلفة واستخدم الباحثون المنهج الوصفى باستخدام التحليل البيوميكانيكى 3D باستخدام ٢ كاميرا بتردد ١٠٠ك/ث لاجتياز الحاجز الخامس ، وكانت أهم النتائج أنه في ٢٠٠٩، فاز يين بالميدالية الذهبية الجامعية بنتيجة ١٣.٣٨ث ودل ذلك أنه على المدى الطويل دراسة المتابعة كانت مفيدة لممارسة التدريب وتحسين أداء تخطية الحاجز وهذا يظهر أن دراسة الميكانيكا الحيوية تحسن التدريب العلمي للمدربين والرياضيين.

٢- دراسة **كوه و اسكرا Coh, Iskra** (٢٠١٢م)(١٢) بعنوان " الدراسة البيوميكانيكية لتكنيك خطوة الحاجز لسباق ١١٠م/ح وهدفت الدراسة الى تحديد المتغيرات الكينماتيكية والكيناتيكية لمرحلة خطوة الحاجز لما لها من لهمية كبيرة اثناء اجتياز الحاجز الخامس من خلال سباق ١١٠م/ح والتى تساهم فى توليد قوة كبيرة ، واجريت عينة البحث على (٤) من لاعبى ١١٠م/ح بإستخدام التحليل البيوميكانيكى 3D وذلك على الحاجز الخامس خلال الارتكازين قبل وبعد الحاجز، واستخدام منصة قياس القوة وكانت اهم النتائج ان الاداء الامثل لخطوة الحاجز يعتمد على بعض المتغيرات الهامة وهى " زمن الارتكاز الاول والذى يمثل النسبة المثالية للتخميد والدفع لحظة كسر الاتصال " والنسبة المؤية لزمن مرحلة الهبوط وكذلك زمن الطيران ، بالاضافة الى قلة زمن مرحلة الفرملة ، ارتفاع مركز ثقل الجسم اثناء الهبوط.

٣- دراسة **مارسيلو وآخرون Marcelo et al**(٢٠١٣م) (١٣) دراسة مقارنة للتحليل البيوميكانيكى لأداء ١١٠م/ح و٤٠٠م/ح للاعبى المستوى العالى وهدفت الدراسة إلى التعرف على الفروق بين لاعبى ١١٠م/ح ،٤٠٠م/ح واستخدم الباحثون المنهج الوصفى وكانت عينة البحث مكونه من لاعب واحد لكل مسابقة باستخدام التحليل البيوميكانيكى 3D ومنصة قياس القوة وأشارت أهم النتائج إلى ان لاعب ٤٠٠م/ح يخرج قوة أكبر فى الهبوط من الحاجز وكذلك زيادة زاوية الركبة ورسغ القدم فى سباق ٤٠٠م/ح وكذلك ضعف فى شكل الأداء الفنى ل٤٠٠م/ح كما أن ظهرت زيادة فى القوة الناتجة فى الارتقاء فى سباق ١١٠م/ح وزيادة فى زاوية الجذع فى سباق ١١٠م/ح .

٤- دراسة **امريتبال Amritpal** (٢٠١٥م) (٨) بعنوان التحليل الكينماتيكى ثلاثى الأبعاد لأداء تعدية الحاجز بهدف التعرف على المؤشرات البيوميكانيكية لخطوة الحاجز ، واستخدم الباحث المنهج الوصفى باستخدام ٢ كاميرا بتردد ٥٠ ك/ث وتم التحليل الميكانيكى 3D ببرنامج Motion Pro وكانت عينة البحث مكونه من لاعب واحد وكانت أهم النتائج أنه يمكن تحديد فاعليه تعدية الحاجز من خلال السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم وإرتفاع مركز الثقل لحظة الإرتقاء قبل الحاجز ، كما أن السرعة الزاوية لركبة الرجل القاطعة هى التى تعمل على تقليل فاقد السرعة فى الطيران ، كما أشارت إلى أن الارتفاع فى مركز الثقل وصغر زمن الإرتكاز فى الهبوط من الحاجز ، كما أن

من الضرورى المحافظة على وضع (قلة الإنحناءات) كلا من فى مركز الثقل والرأس والكتفين والفخذين قبل وأثناء وبعد الحاجز

٥- دراسة **امريتبال وشامشر Amritpal, Shamsher (٢٠١٥م) (٩)** بعنوان العلاقة بين أداء تعدية الحاجز فى حواجز مختلفة لسباق ١١٠م/ح وهدفت الدراسة إلى التعرف على العلاقات بين أداء تعدية الحاجز على حواجز مختلفة فى سباق ١١٠م/ح واستخدم الباحثون المنهج الوصفى لتعدية الحواجز أرقام ٤ ، ٥ ، ٨ ، ٩ وأجريت على عينة من لاعب واحد واستخدم الباحثون ١١ كاميرا باستخدام التحليل البيوميكانيكى 3D واجرى الباحث العلاقة بين بعض المؤشرات فى تعدية الاربعة حواجز السابقة، وكانت أهم النتائج أنه لا توجد علاقة بين المؤشرات المختارة على الاربعه حواجز وخلصت الدراسة إلى أنه لا يمكن إيجاد نموذج بيوميكانيكى واحد على جميع المؤشرات المختارة خلال أداء سباق ١١٠م/ح

إجراءات البحث

١ - منهج البحث

استخدم الباحث المنهج الوصفي باستخدام التحليل الميكانيكي معتمداً على أسلوب التصوير بالفيديو والتحليل الحركي 3D باستخدام برنامج Simi Motion .

٢- عينة البحث

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية متمثلة في (٣) لاعبين من المنتخب المصرى لألعاب القوى واللاعبين بالنادى الأهلى فى مسابقة ١١٠م/ح للدرجة الاولى والمسجلين بالإتحاد المصري لألعاب القوى ، حيث أدى كل لاعب (٣) محاولات لسباق ١١٠م/ح ، تم إختيار أفضل محاولتين لكل لاعب وفقاً للمستوى الرقمى وبذلك تكون عينة البحث الفعلية هى (٦) محاولات .

جدول (١)
البيانات الخاصة بتوصيف عينة البحث

م	اسم اللاعب	النادي	الطول (المتر)	الوزن (الكجم)	العمر الزمني (السنة)	العمر التدريبي (السنة)	زمن مرحلة السرعة القصوي (ث)	الرقم الشخصى (ث)	مؤشر كتلة الجسم BMI (كجم/م٢)
١	رامى سعيد محمد	الأهلى	١.٧٩	٨٩	٢١	١١	١.١١	١٤.٠٨	٢٧.٧٨
٢	أسامه محمد يس	الأهلى	١.٧٨	٧١	١٩	٦	١.٢٣	١٤.٥٦	٢٢.٤١
٣	محمود محمد الجزار	الأهلى	١.٨١	٧٥	٢٣	١٢	١.١٦	١٤.٢١	٢٢.٨٩

٣- وسائل جمع البيانات .

❖ **الأجهزة والأدوات المساعدة لجمع البيانات :**

- ميزان طبي معاير لقياس الوزن لأقرب كجم .
- مقياس الارتفاع رستامير لقياس الارتفاع الكلى للجسم لأقرب سم .
- حواجز قانونية

- ساعة إيقاف

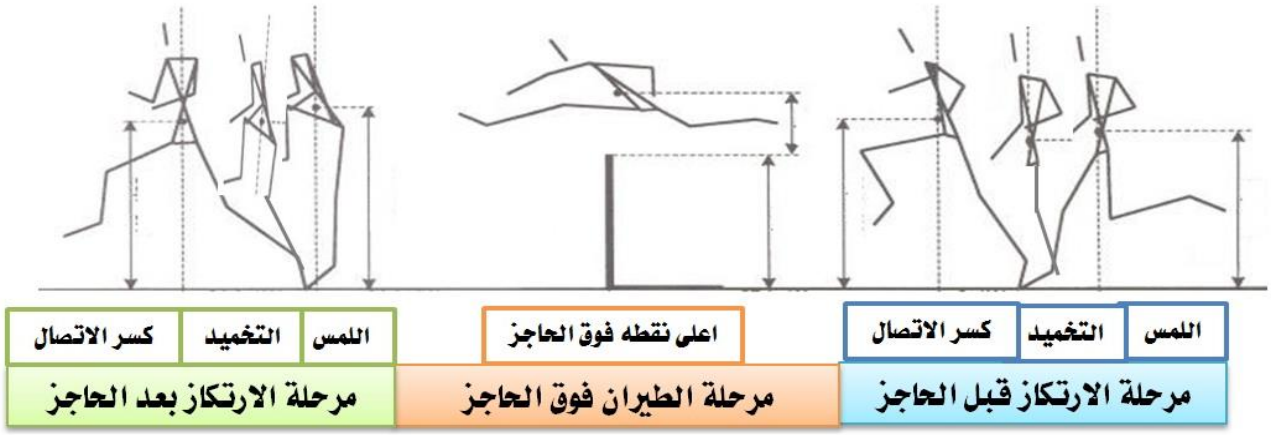
❖ **أدوات التحليل الحركي : مرفق (١)**

- وحدة كمبيوتر متطورة وبرنامج التحليل الحركي "***Simi Motion***" .
- صندوق للمعايرة ١ م × ١ م × ١ م "***Calibration***".
- عدد (٢) كاميرا فيديو بتردد ١٢٥ كادر / ث نوع الكاميرا "***Fastec Imaging***"
- عدد (٢) حامل ثلاثي .

تحديد مراحل الأداء التي خضعت للدراسة

<u>في ضوء عنوان البحث الذي يشير إلى: تقويم المسارات الهندسية لخطوة الحاجز في مرحلة السرعة القصوى لسباق ١١٠م/ح .</u>

فقد اختار الباحث خطوة الحاجز الخامس خلال مرحلة السرعة القصوى لما لها من اهمية كبيرة فى الاحتفاظ بالسرعة الافقية لمركز ثقل الجسم وشكل المسار الحركى له ولصعوبة تكنيك الاداء والذى يعكس في النهاية زمن السباق ، لذا فقد قسم الباحث وبعد الاطلاع على المراجع العلمية والدراسات المرجعية خطوة الحاجز إلى ثلاث مراحل متضمنه عدة لحظات (مرحلة الإرتكاز قبل الحاجز – مرحلة مروق الحاجز – مرحلة الإرتكاز بعد الحاجز)



شكل (١)

لحظات الاداء المختارة خلال خطوة الحاجز الخامس لسباق ١١٠م/ح

٥- الدراسة الإستطلاعية :

قام الباحث بمعاونة المساعدين **مرفق (٢)** بإجراء الدراسة الاستطلاعية على لاعب من عينة البحث ، يوم الخميس الموافق ٢٠١٤/٩/٢٥م للتمهيد لتصوير مسابقة ١١٠م/ح ، وتمت هذه

الدراسة بالتنسيق مع مركز البحوث والاستشارات الرياضية بكلية التربية الرياضية بنين جامعة الزقازيق حيث تم تصوير التجربة الإستطلاعية بمضمار مركز العباسية الرياضي فى تمام الساعة الثانية ظهراً .

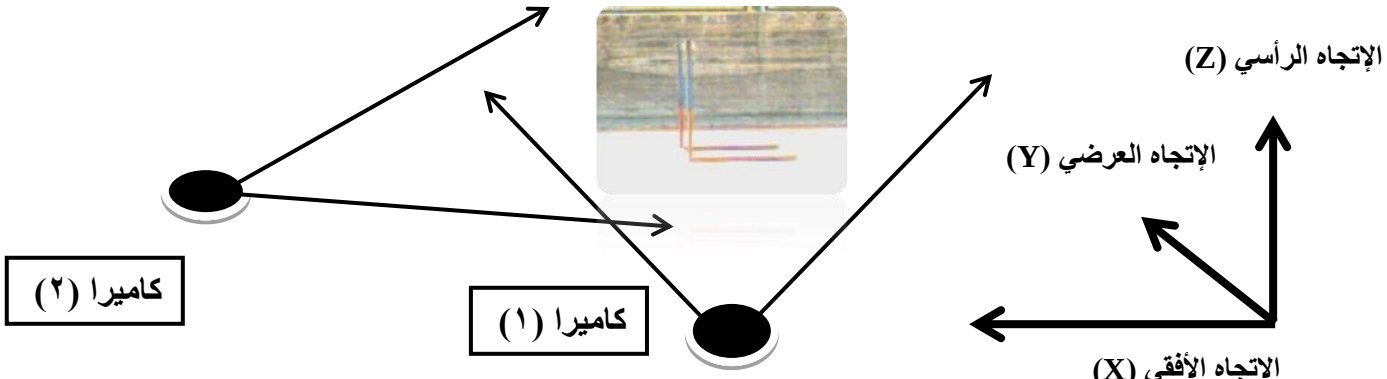
وقد اسفرت نتائج الدراسة الاستطلاعية عن

١- إعداد مكان وكاميرات التصوير

تم التأكد من قانونية الحواجز وتجهيز صندوق المعايرة ، ومكان وضع الكاميرات ،كما تم التأكد من تزامن عمل الكاميرات ووضعها بالصورة الصحيحة بحيث يظهر اللاعب حيث تم ضبط الكاميرات بتردد ١٢٥ك/ث وتم وضع الكاميرا (١) عمودية على اللاعب وعلى مسافة (١٢.٧٠ متر) من الحاجز، وكاميرا (٢) على مسافة (١١.٢٠ متر) من الحاجز، وكانت المسافة بين الكاميرتين (١٠.٨٠م) ، وعلى إرتفاع (١.١٠ متر) لكلاً منهما كما تم تصوير الحاجز الخامس لسباق ١١٠م/ح الموجود بحارة رقم (٤).

٢- إعداد اللاعب للتصوير

تم قياس الطول والوزن لكل لاعب ، ثم تم وضع العلامات الإرشادية على مفاصل الجسم .



شكل (٢)

أماكن وأبعاد الكاميرات للحاجز الخامس فى سباق ١١٠م/ح

٦- الدراسة الأساسية

بعد أن حققت التجربة الاستطلاعية أهدافها وتمكن الباحث من معرفة المشكلات التي من الممكن أن تواجهه وأمكنه التغلب عليها ، وتم التوصل إلى الإجراءات النهائية للتصوير ، قام الباحث بإجراء التجربة الأساسية يوم الاثنين الموافق ٢٠١٤/٩/٢٩م بمضمار مركز العباسية الرياضي فى تمام الساعة الثانية ظهراً وقد تم تسجيل البيانات بإتباع الخطوات الآتية :

* تنفيذ وتسجيل المحاولات
* التعامل مع المحاولات بعد التسجيل
* حساب البيانات والمتغيرات الاساسية للمهارة

٧- المعالجات الإحصائية

للإجابة على تساؤلات البحث، استخدم الباحث المعالجات الإحصائية التالية:

- المتوسط الحسابي ***Arithmetic Mean***
- الانحراف المعياري ***Standard Deviation***
- تحليل الإنحدار
- معادلة التنبؤ
- **عرض ومناقشة النتائج**

جدول (٢)

تحليل الإنحدار لبعض المؤشرات البيوميكانيكية لخطوة الحاجز الخامس خلال لحظات الأداء لسباق ١١٠م/ح دال عند $pvalue \leq ٠.٠٥$

- **معادلة تحليل الإنحدار** $= (b1X+b2X^2 + b3X^3) + Constant$

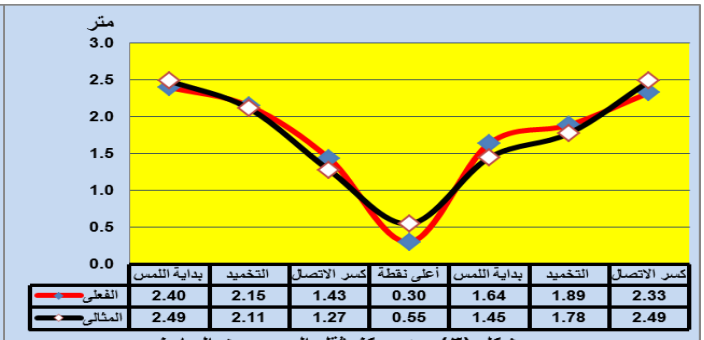
م	المؤشرات	المقدار الثابت	معامل الإنحدار	قيمة ف	مستوى الدلالة	معامل التحديد
١	بعد مركز ثقل الجسم عن الحاجز	٢.٤٨	١٢.٣٢-	١٧.٦٤	٠.٠٢	٠.٩٤
			١٧.٧٢			
			٥.٢٢			
٢	إرتفاع مركز ثقل الجسم	١.٠١	١.٥٦	٢٢.٤٣	٠.٠١	٠.٩٥
			١.١٩-			
			٢.٢٠-			
٣	السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	٧.٥٩	٧.٠٨	٠.١٧	٠.٩٠	٠.١٤
			٣١.٠٣-			
			٣٣.٤٣			
٤	السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	٠.٤٦-	٣١.٣٥	١٧.٢٣	٠.٠٢	٠.٩٤
			١٢٧.٨٩-			
			١٢٢.٧٩			
٥	القوة الأفقية لمركز ثقل الجسم	٤٧٦.٦٥	٧٨٤٥.٨٥-	٢.٠٧	٠.٢٨	٠.٦٧
			٣٠٧٦٧.٩١			
			٣٢٦٨٢.٨٨-			
٦	القوة الرأسية لمركز ثقل الجسم	٣٣٤.٠٢	٢٨٧٦.١١-	٧.٠٨	٠.٠٧	٠.٨٧
			٦٢٣٥.٢٥			
			٤٤٣٩.٨٤-			
٧	زاوية الجذع الأيسر	١٣٥.٦٠٥	٥٦١.٤٧	٦٥.٨٧	٠.٠٠٣	٠.٩٥
			٣٥٧٩.٩٢-			
			٤٣٦٨.٥٣			
٨	زاوية الركبة اليسري	١٤٨.٠٨	٢٤٤.٠١٤	٤.٦٩	٠.١١	٠.٨٢
			٢٦٦٨.٢٤-			
			٣٧٦٣.٧٤			
٩	زاوية الركبة اليمني	٦٣.٢٣	١٠١.٣٤	٤٠.٥٧	٠.٠٠٦	٠.٩٧
			١٣٨٦.٧٩			
			٢٣١٢.٥١-			
١٠	زاوية رسغ القدم الأيسر	١٠١.٧٧	٥٨٧.٨٠	٢.٢٧	٠.٢٥	٠.٦٩
			٢٤٠٣.٥٠-			
			٢٤٣٧.٢٠			
١١	زاوية رسغ القدم الأيمن	١٥١.٣٦	٢٣٤.٩٦-	٠.٥٥	٠.٦٧	٠.٣٥
			٨١٤.٥٠			
			٨٤٧.٥٦-			

جدول (٣)

المؤشرات البيوميكانيكية الفعلية والمثالية لخطوة الحاجز الخامس خلال لحظات الأداء لسباق ١١٠م/ح

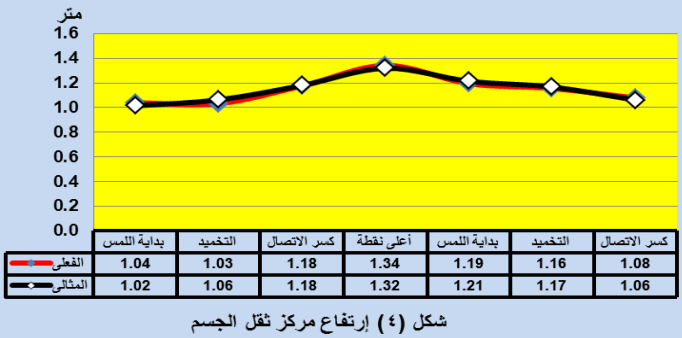
م	المؤشر	وحدة القياس	المسار	مرحلة ما قبل الحاجز			أعلى نقطة فوق الحاجز	مرحلة ما بعد الحاجز		
				بداية اللمس	التخميد	كسر الإتصال		بداية اللمس	التخميد	كسر الإتصال
١	بعد مركز ثقل الجسم عن الحاجز	متر	فعلى	٢.٤٠	٢.١٥	١.٤٣	٠.٣٠	١.٦٤	١.٨٩	٢.٣٣
			مثالي	٢.٤٩	٢.١١	١.٢٧	٠.٥٥	١.٤٥	١.٧٨	٢.٤٩
٢	إرتفاع مركز ثقل الجسم	متر	فعلى	١.٠٤	١.٠٣	١.١٧	١.٣٤	١.١٩	١.١٦	١.٠٨
			مثالي	١.٠٢	١.٠٦	١.١٨	١.٣١	١.٢١	١.١٧	١.٠٦
٣	السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	متر/ث	فعلى	٧.٠٨	٨.٤٣	٨.٠٥٩	٧.٣٩	٧.٧٣	٧.٩٩	٧.٥٣
			مثالي	٧.٥٩	٧.٧٩	٨.٠٥٦	٧.٧٤	٧.٥٦	٧.٦٢	٧.٨٥
٤	السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	متر/ث	فعلى	٠.٦٢-	٠.٤٩	١.٩٢	٠.١٢-	١.٠٢-	١.٤٣-	١.٤٨-
			مثالي	٠.٤٩-	٠.٤١	١.٦٧	٠.٢٩	١.٤٣-	١.٤٩-	١.٢٥-
٥	القوة الأفقية لمركز ثقل الجسم	نيوتن	فعلى	٦٥٧.١٦	٣١.٢٢	٧٨.٩٦-	٢٠٥.٩٢	٠.١٣-	٦٣.٤٢	٨٤.٢٨-
			مثالي	٤٧٦.٦٥	٢٥٦.٠٢	٧٨.٢٧-	٧٤.٢٦	١٥٣.٦٩	٧٧.٩١	١٦٥.٩٢-
٦	القوة الرأسية لمركز ثقل الجسم	نيوتن	فعلى	٢٦١.٣٣	٣٦٢.٣١	٢٢.٣١	٨٥.٥٠-	١٥٥.١٦-	٢٧.٢٦-	١٢٦.١٩-
			مثالي	٣٣٤.٠٢	٢٤٨.٢٢	٧١.٠٠٢	٩٦.٨٤-	١٠٠.٠٩-	٩٩.٩١-	١٠٤.٥٦-
٧	زاوية الجذع الأيسر	درجة	فعلى	١٤١.٣٨	١٤٢.٢١	١٦٠.٢٩	٨٨.٤٢	٦٥.٠٨	٨٠.٥٧	١٢١.٤٩
			مثالي	١٣٥.٦١	١٥٠.٠٥	١٥٨.٩٨	٨٥.٨١	٦٨.٥١	٨٠.٧٧	١١٩.٧٢
٨	زاوية الركبة اليسري (الخاطفة)	درجة	فعلى	١٥١.٩٥	١٣٨.٣٧	١٦٦.١١	٤٩.٤٧	٩٥.٣٠	٩٥.٤٤	١٢٧.٠٩
			مثالي	١٤٨.٠٨	١٥٣.٢٨	١٤٥.٤٥	٧١.٦١	٧٥.١٤	٩١.٨٨	١٣٨.٢٩
٩	زاوية الركبة اليمني (القاطعة)	درجة	فعلى	٧١.٨٢	٥٣.٨٥	٩٨.٠٦	١٦٤.١٤	١٧٢.٤١	١٥٨.٤٨	١٢٩.٦٣
			مثالي	٦٣.٢٣	٦٧.٨٢	٩١.٣٧	١٦٦.١٣	١٧٠.٥٢	١٥٩.٨٧	١٢٩.٤٦
١٠	زاوية رسغ القدم الأيسر (الخاطفة)	درجة	فعلى	١٠٩.٧٧	١٠٢.٤٩	١٥٣.٦٧	١١١.٨٧	١٠٧.٣١	١٠١.٦٧	١٠٩.٦٨
			مثالي	١٠١.٧٧	١١٨.٢٠	١٤١.٦١	١٢٠.٣٨	٩٩.٥٢	١٠١.٦٢	١١٢.٠٧
١١	زاوية رسغ القدم الأيمن (القاطعة)	درجة	فعلى	١٤٤.٥٤	١٥٩.٦١	١٢٠.٣٥	١٤١.٨١	١٣٧.٠١	١٠٨.٧٨	١٣١.٦٦
			مثالي	١٥١.٣٦	١٤٤.٦٥	١٣٣.٤٣	١٣٢.٢٢	١٣١.٣٣	١٢٨.٩١	١٢١.٨٧
١٢	طول الخطوة	متر	فعلى			٣.٥٥				
١٣	مسافة الطيران	متر	فعلى			٣.٢٥				
١٤	زمن الإرتكاز الأول	ث	فعلى	٠.١٢٨						
١٥	زمن الطيران	ث	فعلى				٠.٣٧٦			
١٦	زمن الإرتكاز الثاني	ث	فعلى						٠.٠٩٦	
١٧	زمن مرحلة السرعة القصوى	ث	فعلى	١.١٦						
١٨	المستوى الرقمي	ث	فعلى	١٤.٣٣						

- يتضح من جدول (٣) قيم بعض المؤشرات البيوميكانيكية الفعلية والمثالية لخطوة الحاجز الخامس لسباق ١١٠م/ح خلال لحظات الأداء لمرحلة السرعة القصوى منها الأبعاد والسرعات والقوة لمركز ثقل الجسم وكذلك زوايا الحوض والرجلين وأزمنة الإرتكازين قبل وبعد الحاجز وزمن الطيران وكذلك طول الخطوة وزمن مرحلة السرعة القصوى وزمن سباق ١١٠م/ح



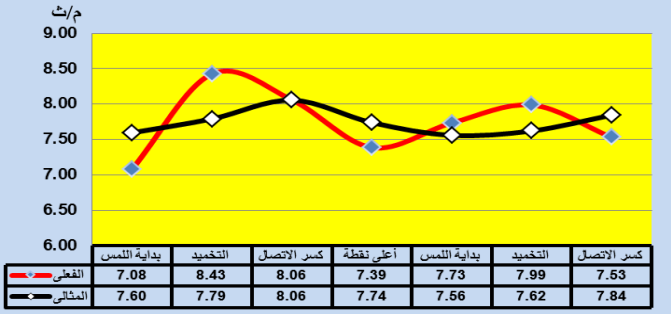
	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	2.40	2.15	1.43	0.30	1.64	1.89	2.33
المثالى	2.49	2.11	1.27	0.55	1.45	1.78	2.49

شكل (٣) بعد مركز ثقل الجسم عن الحاجز



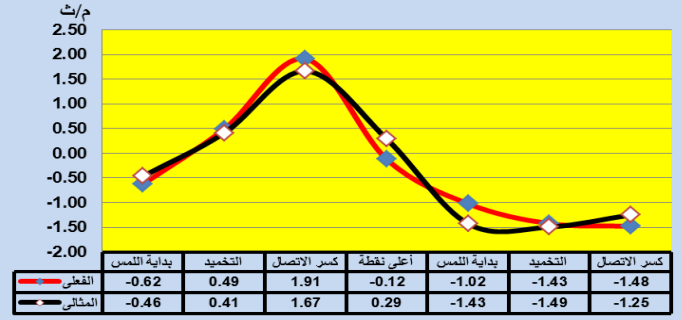
	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	1.04	1.03	1.18	1.34	1.19	1.16	1.08
المثالى	1.02	1.06	1.18	1.32	1.21	1.17	1.06

شكل (٤) إرتفاع مركز ثقل الجسم



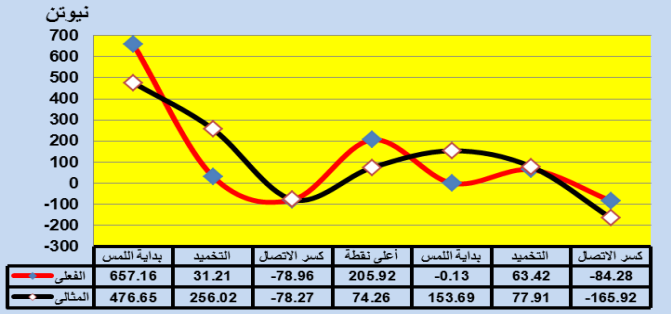
	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	7.08	8.43	8.06	7.39	7.73	7.99	7.53
المثالى	7.60	7.79	8.06	7.74	7.56	7.62	7.84

شكل (٥) السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم



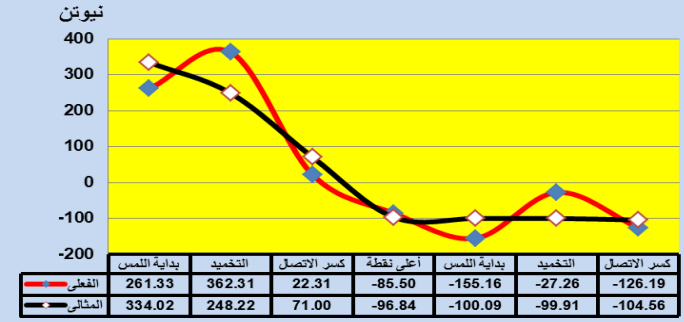
	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	-0.62	0.49	1.91	-0.12	-1.02	-1.43	-1.48
المثالى	-0.46	0.41	1.67	0.29	-1.43	-1.49	-1.25

شكل (٦) السرعة الرأسية لمركز الثقل العام للجسم



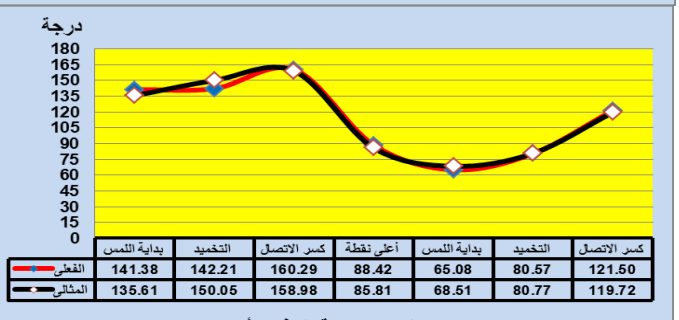
	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	657.16	31.21	-78.96	205.92	-0.13	63.42	-84.28
المثالى	476.65	256.02	-78.27	74.26	153.69	77.91	-165.92

شكل (٧) القوة الأفقية لمركز ثقل الجسم



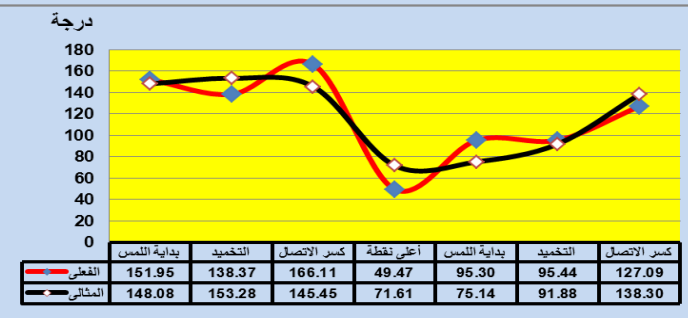
	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	261.33	362.31	22.31	-85.50	-155.16	-27.26	-126.19
المثالى	334.02	248.22	71.00	-96.84	-100.09	-99.91	-104.56

شكل (٨) القوة الرأسية لمركز ثقل الجسم



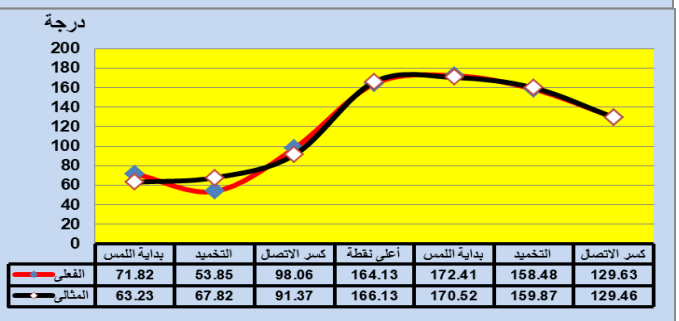
	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	141.38	142.21	160.29	88.42	65.08	80.57	121.50
المثالى	135.61	150.05	158.98	85.81	68.51	80.77	119.72

شكل (٩) زاوية الجذع الأيسر



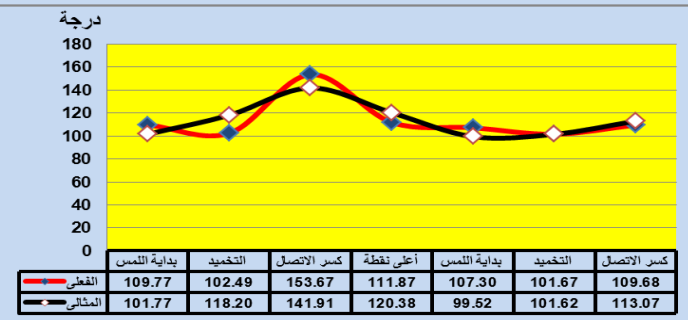
	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	151.95	138.37	166.11	49.47	95.30	95.44	127.09
المثالى	148.08	153.28	145.45	71.61	75.14	91.88	138.30

شكل (١٠) زاوية الركبة اليسرى



	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	71.82	53.85	98.06	164.13	172.41	158.48	129.63
المثالى	63.23	67.82	91.37	166.13	170.52	159.87	129.46

شكل (١١) زاوية الركبة اليمنى



	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال	أعلى نقطة	بداية اللمس	التخميد	كسر الاتصال
الفعلى	109.77	102.49	153.67	111.87	107.30	101.67	109.68
المثالى	101.77	118.20	141.91	120.38	99.52	101.62	113.07

شكل (١٢) زاوية رسغ القدم الأيسر

يتضح من جدولى (٢) ، (٣) أن أعلى معدلات لمعامل التحديد كانت تتراوح ما بين (٠.٩٤ : ٠.٩٧) وكانت لمؤشرات (بعد مركز ثقل الجسم عن الحاجز – إرتفاع مركز ثقل الجسم – السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم – زاوية الجذع الأيسر – زاوية الركبة اليمنى " القاطعة ") وهذه المؤشرات البيوميكانيكية تمثل أعلى نسب مساهمة فى التباين الحادث فى زمن مرحلة السرعة القصوي لسباق ١١٠م/ح ، كما تراوحت معدلات مستوى المعنوية لنفس المؤشرات البيوميكانيكية السابقة ما بين (٠.٠٠٣ : ٠.٠٠٢) وكانت جميعها أقل من ٠.٠٥ (دالة إحصائياً) .

وأشارت نتائج جدولى (٢) ، (٣) والأشكال (٣) ، (٤) ، (٥) ، (٦) ، (٧) ، (٨) ، (٩) ، (١٠) ، (١١) إلى أن زاوية الركبة اليمنى " القاطعة " أعلى مؤشر ساهم فى التباين الحادث فى زمن لمرحلة السرعة القصوي حيث بلغ أعلى فرق فى زاوية الركبة اليمنى بين المستوى الفعلى والمثالي خلال مرحلة ما قبل الحاجز (لحظة التخميد) بفارق (١٣.٩٧°) وكان أقل فرق لنفس المؤشر خلال مرحلة ما بعد الحاجز (لحظة كسر الإتصال) بفارق (٠.١٧°) ويفسر الباحث هذا أن اللاعب خلال أداؤه الفعلى يقوم بثنى أكبر لركبة الرجل اليمنى وكذلك ركبة الرجل اليسري " الخاطفة " خلال مرحلة ما قبل الحاجز (لحظة التخميد) بفارق بين المستوى الفعلى والمثالى (١٤.٩١°) مما يؤدي إلى بذل قوة أكبر للتغلب على قوى الجاذبية الأرضية فى إتجاه الأرض (الاتجاه العكسي للأداء) ، حيث أن الغرض هنا إكتساب سرعة وقوة رأسيتين للصعود على الحاجز ، ونشير هنا أنه من الضرورى التدريب على زيادة قدرة الجهاز العضلى ليقاوم الهبوط خلال الارتكازات فى مرحلتى (قبل وبعد الحاجز) .

كما تتفق نتائج زاوية الركبة اليمنى فى مرحلة ما بعد الحاجز (لحظة بداية اللمس) حيث بلغت للمستوى الفعلى (١٧٢.٤١°) وللمستوى المثالى (١٧٠.٥٢°) مع نتائج **اكس واخرون Xi Li et_al** (٢٠١١م) (١٦) حيث بلغت زاوية الركبة اليمنى (١٧١°) .

كما يتضح أيضاً أن زاوية الجذع الأيسر كانت أعلى فارق بين المستويين الفعلى والمثالى فى مرحلة ما قبل الحاجز (لحظة التخميد) بفارق (٧.٨٤°) وأقل فارق كان فى مرحلة ما بعد الحاجز (لحظة التخميد) بفارق (٠.٢°) وبالنظر إلى المستوى الفعلى للاعب نجد أنه شكل عبء أكبر على اللاعب خلال تعدية الحاجز ونشير هنا أنه تحديد مجموعة من التدريبات لتقوية العضلات وتحديد نقاط وزوايا إنطلاق محددة تساهم فى تعديل مسار الأداء الفعلى وصولاً إلى الأداء المثالي يكون ناتجه الحقيقي فى المستوى الرقمى .

كما يري الباحث أنه كلما قلت زاوية الجذع فوق الحاجز كلما تمكن اللاعب الحفاظ على إرتفاع مركز ثقل الجسم من الناحية الميكانيكية حيث يؤثر ذلك تباعاً على مسار طيران مركز ثقل

الجسم ، وكان هذا المؤشر مساهماً فى التباين الحادث فى زمن مرحلة السرعة القصوى بمعامل تحديد بلغ (٠.٩٥) ومستوي معنوية (٠.٠١) .

حيث تراوحت الفروق فى إرتفاع مركز ثقل الجسم خلال لحظات الأداء المختلفة بين المستويين الفعلي والمثالي بين (١ : ٣ سم) حيث كان فى أعلى نقطة فوق الحاجز للمستوي الفعلى (١.٣٤م) وللمثالي (١.٣١م) أي أنه كلما إقترب اللاعب من الحاجز كلما كان أفضل ، الأمر الذى يرتبط ويحدد مسافة وزمن الطيران حيث بلغت مسافة الطيران (٣.٢٥م) بينما بلغ زمن الطيران (٠.٣٧٦ث) ، فكلما إقترب مركز ثقل الجسم من الحاجز كلما زادت مسافة الطيران الأفقية (علاقة عكسية) ، وقل زمن الطيران (علاقة طردية) .

وتتفق نتائج البحث مع نتائج **كوه واسكرا Coh, Iskra** (٢٠١٢م) (١٢) حيث أشار أن زمن الطيران بلغ (٠.٣٨٠ث) أما نتائج **اكس واخرون Xi Li et_al** (٢٠١١م) (١٦) فيشير أن زمن الطيران خلال ال٩ سنوات الماضية تراوح ما بين (٠.٣٩٠ : ٠.٣٣٠ث) .

كما يشير الباحث أن بعد مركز ثقل الجسم عن الحاجز كان من أفضل المساهمين فى التباين الحادث فى زمن مرحلة السرعة القصوي بمعامل تحديد (٠.٩٤) ومستوى معنوية (٠.٠٢) حيث كان أقل فارق بين الفعلى والمثالى (٤ سم) خلال مرحلة ما قبل الحاجز (لحظة التخميد) ، بينما أعلى فارق كان (٢٥ سم) خلال لحظة أعلى نقطة فوق الحاجز.

ومما سبق نجد أن بعد مركز ثقل الجسم عن الحاجز فى لحظة بداية اللمس قبل الحاجز (٢.٤٠م) فعلى ، (٢.٤٩م) مثالى ، وفى اخر لحظة كسر الاتصال بعد الحاجز (٢.٣٣م) فعلى ، (٢.٤٩م) مثالى بمعنى أنه كلما كان مركز الثقل أبعد من الحاجز خلال المرحلتين قبل وبعد الحاجز كلما كان الأداء أفضل والذى بدوره يحدد طول الخطوة والبالغ فعلياً (٣.٥٥م) وبالرجوع إلى القيم المثالية نجد أن ذلك سوف يؤدى إلى زيادة طول الخطوة نظريا ، حيث أشارت الدراسات السابقة أن طول خطوة الحاجز تتراوح ما بين (٣.١٨ : ٣.٦٦م).

ويتضح أن مؤشر السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم كان مساهماً فى التباين الحادث فى زمن مرحلة السرعة القصوي فكان التزايد الواضح فى الارتكازات قبل وبعد الحاجز لصالح السرعة الرأسية حيث بلغت أعلى سرعة رأسية قبل الحاجز (لحظة كسر الاتصال) فعلياً (١.٩٢م/ث) أما مثالياً فبلغت (١.٦٧م/ث) حيث أن الزيادة المبالغ فيها فى السرعة الرأسية سوف تؤدى إلى إرتفاعاً أكثر فوق الحاجز الأمر المرتبط بزمن الإرتكاز الأول البالغ (٠.١٢٨ث) ، وتتفق نتائج الدراسة مع نتائج **اكس واخرون Xi Li et_al** (٢٠١١م) (١٦) بأن السرعة الرأسية قبل الحاجز بلغت (١.٦٢م/ث) ، أما بالنظر للسرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم فنجد أن سرعة مركز ثقل الجسم تتزايد

خلال لحظات الاداء فى مرحلة قبل الحاجز مع الحفاظ على معدلاتها خلال لحظات الأداء بعد الحاجز حيث بلغت أعلى قيمة للسرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم مثالياً كانت فى مرحلة ما قبل الحاجز لحظة (كسر الاتصال) حيث بلغت (٨.٠٥٦م/ث) ونتيجة عجلة السقوط الحر لمركز ثقل الجسم فى الهبوط من الحاجز وللحفاظ على السرعة المكتسبة من تعدية الحاجز للبدء فى خطوات ما بين الحواجز فاللاعب يحاول تقليل زمن الارتكاز الثانى البالغ (٠.٠٩٦ث) .

أما فيما يخص القوة المنتجة فنجد أن لها علاقة بمسار الأداء خلال خطوة الحاجز حيث يسعى اللاعب لتقليل فاقد القوة المكتسبة خلال الإرتكاز الأول تمهيداً لإنطلاق الجسم بمسار طيران يقترب من المثالية فكانت أعلى قوة رأسية فكانت أعلاها (لحظة التخميد) حيث بلغت (٣٦٢.٣١نيوتن) ووصولاً إلى الإرتكاز الثانى بعد الحاجز حيث يمثل عبأً على اللاعب نتيجة عجلة السقوط الحر لذا يسعى اللاعب جاهداً لزيادة القوة الأفقية لبدء الثلاث خطوات التالية بين الحواجز حيث بلغت (-٨٤.٢٨نيوتن)

الاستخلاصات والتوصيات

<u>في إطار عينة البحث ومن خلال عرض وتفسير النتائج ، رأي الباحث أنه من الأفضل عرض ما توصل إليه من استخلاصات وما بني عليها من توصيات بصورة متتالية:</u>

٥. تحديد مراحل للأداء فى خطوة الحاجز وتقسيم تلك المراحل إلى لحظات زمنية محددة يكون لها التأثير الفعال فى تحسين خطوة الحاجز أثناء عملية التعليم والتدريب.
٦. التحول المناسب من السرعة الأفقية إلى السرعة الرأسية فى توقيتاتها المناسبة يؤثر مباشرة على كفاءة خطوة الحاجز وبالتالى على زمن مرحلة السرعة القصوى والمستوى الرقمى لسباق ١١٠م/ح .
٧. الإسترشاد بالقيم المثالية فى تحديد إجراءات جادة ومحددة لبدء البرامج التدريبية على أساس علمى واضح وللوصول لمستوى عالى يقترب من المثالية للاعبى المستوى العالى لسباق ١١٠م/ح.
٨. ضرورة إقتراب مركز ثقل الجسم من الحاجز والذى يتضح من القيم المثالية لخطوة الحاجز وبدوره يؤدى إلى إعتدالية قوس الطيران ، **<u>لذا يوصى الباحث</u>** بضرورة الاهتمام باتجاه مد زوايا مفاصل كل من ركبة وفخذ قدم الارتقاء (الخاطفة) أثناء العملية التدريبية .
٩. الاسترشاد بقيم المتغيرات النظرية للقوة خلال لحظتى التخميد قبل وبعد الحاجز **<u>لذا يوصى الباحث</u>** وضع تدريبات خاصة لتنمية القوة خلال خطوة الحاجز لما لها من أهمية خلال الارتكازات .

١٠. إيقاع وسرعة الثلاث خطوات ما بين الحواجز تعتبر المحك لخطوة الحاجز حيث أن سرعتها تساعد بشكل مباشر فى زيادة سرعة أداء خطوة الحاجز ، **لذا يوصى الباحث** بضرورة التدريب على الخطوات الثلاثة بين الحواجز والتى تتميز بالسرعة مع ضبط المسافات جيدا حتى يكتسب الجسم خلال الخطوات الثلاثة السرعة الكافية لإنجاز خطوة الحاجز للوصول إلى أداء أقرب إلى المثالية .

١١. إعتماد خطوة الحاجز على أماكن الارتكازين قبل وبعد الحاجز ، حيث كان طول الخطوة الكلى (٣.٥٥م) مقسمة إلى جزئين قبل الحاجز (٢.١٥م) وبنسبة (٦٥ %) من طول الخطوة الكلى ، وبعد الحاجز (١.٤٠م) وبنسبة (٣٥ %) من طول الخطوة الكلى ، **لذا يوصي الباحث** بضرورة التركيز على وضعية قدم الإرتقاء وأزمنة وزوايا الجسم خلال مرحلة قبل وبعد الحاجز من خلال وضع تدريبات نوعية تخصصية لتساعد فى تعديل المسار الفعلى إلى مسار قريب من المثالية .

المراجع :

١- **بسطويسى أحمد بسطويسي (١٩٩٧م)** : سباقات الميدان والمضمار (تعليم – تكنيك – تدريب) ، دار الفكر العربى ، القاهرة .

٢- **جمال محمد علاء الدين (١٩٩٩م)**: دراسات معملية فى بيوميكانيكا الحركات الرياضية ، الطبعة الثالثة ، دار المعارف ، الاسكندرية ، ١٩٩٩م .

٣- **طلحة حسين حسام الدين (١٩٩٣م)** : الميكانيكا الحيوية الأسس النظرية والتطبيقية ، دار الفكر العربى ، القاهرة .

٤- **طلحة حسين حسام الدين و آخرون (١٩٩٨م)**: علم الحركة التطبيقى ، الجزء الأول ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة .

٥- **مجيد الكرخى (٢٠٠٧م)**: الاحصاء والتنبؤ والتخطيط ، المؤتمر الاحصائى الاول ، عمان ، الاردن.

٦- **محمد ابراهيم شحاته (٢٠١١م)**: منظومة التدريب النوعى للجمباز الفنى رجال ، الطبعة الاولى ، مؤسسة حورس الدولية ، الاسكندرية .

٧- **محمد إبراهيم شحاته وأحمد فؤاد الشاذلى (٢٠٠٦م)** : التطبيقات الميدانية للتحليل الحركى فى الجمباز ، المكتبة المصرية ، لوران ، الاسكندرية .

8- **Amritpal Singh Sidhu (2015):** Three Dimensional Kinematic Analysis of Hurdle Clearance Technique, Global Journal For Research Analysis, Volume-4, Issue-5, May.

9- **Amritpal Sidhu , Shamsher Jang Bahadur (2015**): Relationship Among the Technique of Hurdle Clearance Over the Different Hurdles in 110m Race**,** International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online), 2319-7064 , Volume 4 Issue 10, October.

10- **C.daniel and F.swood (1989):** Fitting equation to data. Gohnwieley and sons, New York.

11- **Coh, M (2003):** Colin Jackson's Hurdle Clearance Technique, Track coach the official technical publication of USA Track & field.

12- **Coh, M. and Iskra, J.(2012):** Biomechanical Studies Of 110m Hurdle Clearance Technique, Biomechanical studies of 110 m hurdle clearance technique Sport Science 5, 1: 10-14.

13- **Marcelo dos Santos, Joao Gustavo, Bruno Mezencio, Julio Cerca, Fernando Roberto(2013**): Comparative Biomechanical Analysis Of Hurdle Techniques On 110m And 400m In Elite Athletes , Laboratory of Biomechanics , Laboratory of Human Moviment,Brazil

14- **Muller, M & Hommel, H (1997):**"Biomechanical Research Project at the VIth World Championships in Athletics, Athens 1997: Preliminary Report." In IAAF New Studies in Athletics 12(2-3).

15- **Val Hanrahan, R. Porkess (2003):** Additional Mathematics for OCR, Hodder Stoughton, London.

16- **Xi Li, Jihe Zhou, Ning li and Jing Wang (2011**): Comparative Biomechanics Analysis Of Hurdle Clearance Techniques, Portuguese Journal of Sport Sciences , Biomechanics in Sports 29 , 11 (SUPPL.2)