تأثير برنامج تدريبي باستخدام تدريبات خاصة على بعض المتغيرات البدنية والبيوميكانيكية لخطوة الحاجز في سباق ٤٠٠م حواجز

ا.د / محمد السيد مصطفى عوض

الباحث / تامر رفاعى خليل محمد التبان*

مقدمة ومشكلة البحث

شهد العصر الحديث الكثير من التطور العلمي في شتى المجالات حيث انه من اهم الاسس التي تعتمد عليها المجتمعات المتقدمة في بناء نهضتها وخاصتا في المجال الرياضي حيث يتطلب الانجاز الرياضي لمتسابقي المستويات العليا استخدام الاسلوب العلمي للتخطيط وتوجيه عملية التدريب الرياضي ويظهر ذلك بصورة واضحة في نتائج مسابقات الميدان والمضمار كإحدى المسابقات الرقمية خلال البطولات العالمية والاوليمبية لذا تهتم بها معظم الدول للفوز بأكبر عدد ممكن من الميداليات (٧: ٣٠)

ويشير إبراهيم سالم السكار وآخرون (١٩٩٨م) إلى أن ما نشاهده الآن من تقدم مذهل في الإنجاز الرقمي لكافة مسابقات ألعاب القوى، إنما يعكس هذا كما هائلاً من المعارف والمعلومات العلمية والتي تساهم في إحداث هذا التطور الكبير في الأداء حتى وصل إلى حدود الإعجاز ، وإن كان الأسلوب العلمي هو المدخل الصحيح للوصول إلى التطور والتقدم الذي يتمشى ويساير التقدم العالمي.(1 : 4)

كما يؤكد طلحة حسين حسام الدين وآخرون (١٩٩٨م) أن علم الميكانيكا الحيوية في مقدمة العلوم التي تهتم بدراسة وتحليل الأداء الحركي بغرض دراسة مؤشرات وخصائص الحركة الإنسانية للكشف عن طبائع الأداء الحركي، إلا أنه يساهم بدرجة كبيرة في تقييم فعالية طرق ووسائل التدريب المختلفة من حيث المردود الميكانيكي للاعب من الناحية البدنية وللأداء الحركي من الناحية المهارية ومستوى الانجاز الرقمي. (٥: ٢٧)

ويتميز الأداء الحركي الفعال بغياب الحركات الإضافية واستخدام العضلات المناسبة وبالقدر المناسب وفى التوقيت المناسب دون فقدان القوى في اتجاهات غير مرغوب فيها .(٤: ٥)

ويعتمد مستوى الانجاز الرقمي على مدى الكشف عن المسارات الحركية الخاطئة ومطابقتها بمستويات الأداء الحركي المطلوب كما أن معرفة المدرب المسبقة بتفاصيل الأداء تؤهله لاكتشاف الاخطاء ووضع الحلول العلمية المناسبة والدقيقة لحل المشكلات الحركي (٢: ١٦)

ومسابقات الحواجز إحدى مسابقات المضمار في ألعاب القوى والتي يعتمد النجاح فيها على ما يتوفر لدى اللاعب من متطلبات فنية عالية حيث يتميز السباق بالحركة المتكررة التي يتم فيها التبادل بين الجري وتخطى الحاجز وذلك بأعلى معدل من السرعة بهدف تسجيل أقل زمن ممكن خلال السباق، حيث تدخل مسابقات عدو الحواجز عامة ضمن سباقات السرعة بأشكالها المختلفة وبذلك يمثل عنصر السرعة أهمية كبيرة لجميع سباقاتها اما من وجهه نظر علماء البيو ميكانيكا هي سباقات ذات إيقاع متكرر ومركب في نفس الوقت .(٢ : ٩٢)

وتذكر إيناس عزت أحمد (٢٠٠٩ م) أن القدرات التوافقية تعتبر الأساس الأول الذي تبنى عليه عملية اكتساب وإتقان المهارات الحركية الضرورية والتي تمكن المتسابقين من ربط ودمج أجزاء المهارة أو أكثر من مهارة في إطار واحد وأدائها في تناسق وتسلسل وكفاءة عالية دون إحداث أي خلل أو ارتباك في الأداء الحركي وبالتالي فهي تمثل حلقة أساسية من حلقات سلسلة عوامل الإنجاز المتعددة والتي لها أهميتها في استمرار رفع مستوى الإنجاز وتحقيق المستويات الرياضية العليا.

(٤: ٧)

ويعتبر سباق ٤٠٠ متر حواجز من أكثر سباقات الحواجز صعوبة لأنه يحتاج إلى مزيج من تحمل السرعة ومهارات تخطى الحواجز والإدراك الشديد لنمط الخطوة التي تؤدى بين الحواجز والتي تتطلب تركيزا خاصا أثناء السباق، ففعالية ٤٠٠ متر حواجز من الفعاليات الصعبة جدا حيث تحتاج الى تكنيك خاص ولياقة عالية من حيث السرعة وتحمل السرعة والتحمل العام.

ان الاهتمام بالتكنيك الصحيح مهم جدا للاعب فأتقن التكنيك وتطبيقه بشكل صحيح مع استمرار الجهد العالي في الأداء ومع ظهور التعب يبدأ التكنيك بالانخفاض عن المستوى المطلوب مع انخفاض اللياقة مما يؤدى الى ظهور الأخطاء في الأداء التي تؤثر سلبيا على زمن أداء السباق بصورة كبيرة . (٤: ٣٠)

و لما لاحظه الباحثان من خلال تواجدهم في الكثير من مسابقات العاب القوى على كافة المستويات كونهم مدرب لسباقات الحواجز بالنادي الأهلي و منتخب مصر و خلال مشاركته ببعثات المنتخبات المصرية لألعاب القوى كمدرب في العديد من البطولات الدولية و بمقارنة منحنيات توزيع السرعة العدائين المصريين بأقرانهم من عدائي المستوى العالي لاحظ الباحثان ان كثير من العدائين المصريين يبدؤون السباق في نفس المستوى اقرانهم من العدائين الدوليين حتى مرحلة نهاية السباق فنلاحظ انخفاض في معدل سرعة المروق على الحاجز مما ينعكس على زمن المرحلة بأكملها للعدائين المصريين بالمقارنة بأقرانهم من عدائي المستوى العالي ولما كان المروق على الحاجز يتحدد به نتيجة السباق لذا حاول الباحثان دراسة الخائص البيو ميكانيكية لعملية المروق على الحاجز في مرحلة نهاية

السباق للعدائين عينة البحث و محاولة تطويرها من خلال وضع برنامج تدريبي لتطوير تلك الخصائص لمحاولة الوصول إلى الأداء النموذجي.

وتمشيا مع أساليب العلم الحديث يرى الباحثان دراسة هذه المشكلة الحركية عن طريق التصوير والتحليل الحركي لخطوة الحاجز في مرحلة نهاية السباق لعينة من لاعبي ٤٠٠ متر حواجز المصريين للتعرف على ديناميكية تلك الخصـــائص، ومحاولة وضـــع برنامج تدريبي لتطوير تلك الخصـــائص لمحاولة الوصول إلى الأداء النموذجي وذلك في صورة المؤشرات البيو ميكانيكية للأداء الحركي لعلى نتائج هذا البحث تساهم في رفع مستوى مجال التدريب بصفه عامة لعدائي مسابقة ٤٠٠ متر حواجز وتكون دليل يسترشد به المدربين في وضع برامجهم التدريبية وعمليات الانتقاء والتوجيه وتقنين الأحمال التدريبية وفقا للأسس العلمية.

هدف البحث

يهدف البحث الى وضع برنامج تدريبي باستخدام تدريبات خاصة على بعض المتغيرات البدنية والبيو ميكانيكية لخطوة الحاجز في سباق ٤٠٠م حواجز وذلك من خلال التعرف على:

- الخصائص البيو ميكانيكيه لخطوة الحاجز العاشر في مرحلة النهاية السباق
- تأثير البرنامج التدريبي على بعض المتغيرات البدنية والبيو ميكانيكية لخطوة الحاجز في سباق ٤٠٠م حواجز

فروض البحث

- يؤثر البرنامج التدريبي إيجابياً على بعض المتغيرات البدنية والبيو ميكانيكية لخطوة الحاجز في سباق ٤٠٠م حواجز

الدراسات المرجعية

١. **قام محمود طارق محمود إبراهيم محمد طبانة (٢٠١٦) (٨)بدراســة بعنوان " تعيين خصــائص الخطو لمتسابقي ٤٠٠ متر حواجز**" ويهدف البحث الى تعيين خصائص الخطو لمتسابقي ٤٠٠ متر حواجز من خلال التعرف على المؤشــرات البيوميكانيكية المؤثرة على خطوة الحاجز الثاني و الخامس والثامن والتاسع والعاشر لمتسابقي ٤٠٠ متر حواجز ومقارنة الأداء الفني بين متسابقي المنتخب المصري لخطوة الحاجز الثاني و الخامس والثامن والتاسع والعاشر ومقارنة الأداء الفني لخطوة الثاني و العاشر بين المتسابق الأول و المستوى العالمي وكانت اهم النتائج بطأ متوسط سرعة خطوة الحاجز للمتسابق الأول و الثاني عند الحاجز الثاني و العاشر وزيادة زمن الارتقاء للمتسابق الأول و الثاني عند الحاجز الثاني و العاشر قصر مسافة الارتقاء للمتسابق الأول و الثاني عند الحاجز الثاني و العاشر.

٢. **محمد إبراهيم عوض عبد السلام الشرقاوي(٢٠٠٤) (٧)" المؤشرات البيوميكانيكية المؤثرة على بعض المراحل الفنية في سباق ٤٠٠ متر حواجز** " ويهدف البحث الى التعرف على المؤشرات البيوميكانيكية المؤثرة على بعض المراحل الفنية في سباق ٤٠٠ متر حواجز من خلال التعرف على المؤشرات البيوميكانيكية المؤثرة على خطوات الحاجز الثاني والثامن و تأثير زيادة نصف القطر في المنحنى وتأثيره على اللاعب ومعرفة تأثير التفاعل بين الحارة والحاجز على اداء اللاعب واستخدم الباحث المنهج الوصفي واشتملت عينة البحث على ٤ لاعبين من افضل عدائي ال ٤٠٠ م حواجز المصريين وكانت اهم النتائج ان متغير القوة الطاردة المركزية زاد معدل ارتفاع القوة الطاردة المركزية لحظة الطيران فوق الحاجز زاوية الطيران زاد معدل زاوية الطيران للاعب وظهر التفاعل بين الحارات والحواجز في كل من النقاط الاتية السرعة اللحظية على المحور الراسي لحظة الطيران فوق الحاجز العجلة اللحظية على المحور الراسي والمحور الأفقي لحظة الطيران فوق الحاجز. ومن أهم التوصيات.

٣. **قام محمود فتحي محمود (١٩٩٠) (٩) بدراسة بعنوان: التحليل الزمنى المراحل الأداء في سباق ٤٠٠ متر حواجز رجال** و كان هدف الدراسة تحليل ودراسة الخصائص المميزة المسابقة ٤٠٠ متر حواجز رجال من خلال مجموعة المعلومات الأساسية الزمنية المعبرة عن مراحل الأداء والتعرف على الفروق الزمنية بين الحواجز ودراستها، والتعرف على خصائص السرعة البينية والسرعة المتوسطة، والنسبة المئوية لبذل الجهد خلال المسافات البينية للأداء حيث استخدم الباحث المنهج الوصفي واشتملت عينة البحث: على (١٥) لاعبا أولمبيا المشتركين في الدور النهائي لثلاث دورات أولمبية المكسيك ميونخ – مونتريال)و كان اهم النتائج:

- أن القياسات الزمنية للفروق بين الحواجز تتزايد باستمرار على مدى العشرة حواجز في سباق ٤٠٠ متر حواجز الفروق بين موسطاتها لها دلالتها أيضا.
- أن التقنين الزمني للفروق بين الحواجز له أهمية على الرغم من صغر قيمته.
- يصل أقصى مقدار للسرعة البينية بين الحاجز الثاني حيث يصل إلى (٩.٢٠ م/ث) ويستمر بعد ذلك في التناقص
- تصل السرعة السباق ٤٠٠م / ح رجال إلى ٨٠٢٠/ث للمستويات العليا
- تعتبر المسافة بين الحاجز السادس والسابع هي المؤشر عند مستوى الأداء الكلي للسباق وتعتبر
- كمرحلة هي إحدى مراحل التقويم الأداء السباق حيث هي المرحلة التي تفصل بين أعلى وأقل منحنى للسرعة البينية.

- الفرق بين السرعة في المرحلة الأولى والمرحلة الأخيرة للسباق تظهر فيها بوضوح انخفاض مقدار السرعة البينية عن السرعة المتوسطة .
- النسبة المئوية لبذل الجهد خلال المرحلة البينية تكون أكبر في الخمس حواجز الأولى – فيما عدا بعد الحاجز الأول عن الخمس حواجز الثانية.

٤ **قامت حنان السيد عبد الفتاح (١٩٩٣) (٦) بدراسة بعنوان: التحليل الديناميكي لخطوة الحاجز في سباق ٤٠٠ متر حواجز** وكان هدف الدراسة : تحليل الخطوة الحاجز في المنحنى للتعرف على نواحي القصور والضعف فيها ومحاولة وضع الحلول المناسبة، تحديد لأهم المتغيرات الديناميكية المؤثرة على خطوة الحاجز في المنحني السرعة – العجلة – القوة – القوة الطاردة المركزية) واستخدمت الباحثة المنهج : الوصفي **واختارت** العينة : بالطريقة العمدية من بعض أفراد الفريق القومي لسباق ٤٠٠ متر حواجز المشتركين في بطولة أفريقيا ١٩٩١م وقع الاختيار على ثلاثة لاعبين

أهم النتائج:

- زاد تأثير قوة الطرد المركزي في الحالة الثانية عنها في الحالة الأولى بدون تغير قدم الارتقاء (٢٠٨٦)

كجم (مات) حيث بلغ متوسط الطرد المركزي في الحالة الأولى عدم تغيير قدم الارتقاء) (٥٤,٥٤ كجم)مات بينما كان في الحالة الثانية (٥٧٠٤٠) كجم م /ث

- زادت متوسط القوة الطاردة المركزية بالنسبة للحالة الثانية مع تغيير قدم الارتقاء خلال تخطيه الحاجز فقد بدأت (١٩.٦٥) كجم مات) وانتهت (٦٨.١٦) كجم م /ث) بينما بدأت في الحالة الأولى (بدون تغيير قدم الارتقاء) (٦١.٥) كجم م /ث)
- تساوي مركبين القوة الأفقية والرأسية في نهاية فترة الارتكاز الحلفي في مرحلة ما بعد الحاجز في الحالتين بدون تغيير قدم الارتقاء وبتغيير قدم الارتقاء.
- في مرحلة ما بعد الارتقاء زادت فترة الارتكاز الخلفي عن فترة الارتكاز الأمامي في حالة تخطيه الحاجز بدون تغيير في قدم الارتقاء حيث بلغ متوسط فترة الارتكاز الخلفي (٠.١٨) (ث) بينما كانت فترة الارتكاز الأمامي (٠.٠٦ث) حيث بلغت فترة الارتكاز الأمامي (٠.١٢ ث) والخلفي (٠.٠٦ ث).

٥ **قامت أمنة فاضل (٢٠١٧) (٣) بدراسة بعنوان: تأثير تمرينات خاصة على وفق بعض المتغيرات البيوميكانيكية لتطوير إنجاز ٤٠٠ متر حواجز للناشئين**.وكان هدف الدراسة الكشف عن بعض المتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في طبيعة أداء سباق ٤٠٠ متر حواجز

الإعداد تمرينات خاصة وفقا لبعض المؤشرات البيوميكانيكية.واشتملت العينة : على ٦ لاعبين من فئة الناشئين من لاعبي نادى المحاويل الرياضي حيث استخدم الباحث المنهج التجريبي وكانت أهم النتائج:إن التمارين الخاصة على وفق المتغيرات البيوميكانيكية لها الفاعلية في تطوير الإنجاز السباق ٤٠٠ متر حواجز للناشئين وقد كانت التمارين المستخدمة لها الأثر في تطوير المتغيرات البيوميكانيكية مما أدى إلى تطور مستوى الإنجاز في فاعلية ٤٠٠ متر حواجز.

٦ **قام بدراسة براون (brown1989) (١١) بعنوان دراسة اختلافات مروق الحواجز المرتفعة والمنخفضة في سباق ٤٠٠ متر حواجز.**

وكان الهدف من الدراسة التعرف على الاختلافات الواضحة في تكنيك الأداء على الحواجز العالية في سباق ١١٠ م /والمنخفضة في سباق ٤٠٠ م/ ح واشتملت العينة على أفضل متسابقي العالم في سباق ١١٠ م / ح و٤٠٠م/ح حيث استخدم الباحث المنهج الوصفي. وكانت أهم النتائج:

- وجود اختلاف بين ارتفاع الحواجز للرجال عند (١٠٦٠٧) سم في سباق ١١٠م / ح للرجال وارتفاع الحواجز عند (٩١.٤) سم في سباق ٤٠٠ م / ح للرجال في الأداء حيث تحتاج الحواجز المنخفضة ارتفاع الرجل البطيء، أو بمعنى أنه ليس بالضروري أن تصل ركبة الرجل الحرة إلى مستوى الحوض وأنه ليس بالضرورة وجود مرونة للحوض في الأداء على الحواجز المنخفضة.
- توصل الباحث إلى أنه عند تطوير (١) (ث) في زمن ١١٠م / ح يسمح تطوير الطاقة الكامنة
- (٠.١٨ث)في سباق ٤٠٠ / ح وتطوير(٠.١ث) في زمن عدو ٤٠٠ متر يعطى تطوير يصل إلى (٠.٦ث) أو أكثر في زمن ٤٠٠ م / ح.

(٧) دراسة قام ماكس روبيرسون (١٥) (Max Roberson ١٩٩٠) بدراسة بعنوان " مميزات تدريب وتوجيه السرعة في سباق ٤٠٠ متر حواجز"

حيث كان هدف الدراسة التعرف على المميزات التي لها علاقة بتدريب وتوجيه السرعة.حيث استخدم الباحث المنهج التجريبي وكانت العينة عبارة عن مجموعة من متسابقي ٤٠٠ متر حواجز وتم تقسيمهم إلى مجموعتين. وكان أهم النتائج:

- التطوير في زمن الأداء بين الحواجز..
- ضرورة الاهتمام بتطوير السرعة المطلقة وتحمل السرعة والإيقاع الحركي.
- تحديد ثلاث مستويات لنظم إنتاج الطاقة وحدد من خلال هذه الدراسة الشدة ومسافة الأداء لكل نظام

- وفترات الراحة بين التكرارات لوضع البرنامج التدريبية الخاصة بمتسابقي هذه المسابقة.

٨ **قام هارلد ســـميث بدراســـة ترجمها ترجمة احمد الخادم (Haroled Smith 1991) (١٣)بعنوان: التســلســل الحركي لمروق الحاجز العاشــر في ســباق ٢٠٠ م ح في نهائي الألعاب الأولمبية لســـول ١٩٨٨ رجال.** حيث كان هدف هذه الدراســـة تحليل طريقة أداء المتسابقين على الحاجز العاشر. واشتملت العينة على المتسابقين الأول والثاني لهذا السباق (موزيس وفيليبس) حيث استخدم الباحث المنهج الوصفي.وكان أهم النتائج: بالرغم من حلول التعب عن كل منهما إلا أن المتسابق موريس تخطى الحاجز العاشر بأسلوب جيد كما كان تكنيكيه أفضل من المتسابق فيليبس . إلا أن فيليبس تخطى الحاجز الأخير بقوة وفاعلية شديدة لأنه أقوى هذا يوضح أن المتسابقين في نهاية السباق يحتاجون إلى قوة عضلية وتركيز كبير وتوازن كبير.

٩ **قام (Dakin 2004)** (١٢) بدراسة ديكين بعنوان: **دراسة دولية لسباق ٤٠٠ متر حواجز للتعرف على مقدار السرعة المفقودة بين الحواجز.**

حيث كان هدف الدراسة التعرف على مدى تأثير تقليل فقدان السرعة بين الحواجز المسابقة ٤٠٠ متر حواجز عن طريق معرفة الاختلافات بين متســـابقي ٤٠٠ متر عدو ومتســـابقي ٤٠٠ متر حواجز واشـــتملت العينة:على متســـابقين ومتســـابقات بطولة العالم اتلانتا (١٩٩٦م) (١٩٩٧م) (٢٠٠٣م)واســتخدم الباحث المنهج المســحي وكان أهم النتائج: وجود خلل وانخفاض في متوســط السرعة الأفقية ٠.٢ م /ث عن سرعة الاقتراب وقد يصل الى ٠.٥ م/ث أثناء الطيران فوق الحاجز ولابد من وجود تحمل الســرعة والأداء للمتســابق لتعويض الســرعة المفقودة وهناك متســابقين لديهم كفاءة لذلك لتعدية الحاجز ويعتبر دليل للتحكم في الأداء وعدم خسارة السرعة الأفقية.

إجراءات البحث

منهج البحث

اســتخدم الباحثان المنهج التجريبي، مســتعيناً بأحد التصــميمات التجريبية ذو القياس القبلي والبعدي على مجموعة واحدة بعد استخدام التحليل الميكانيكي معتمداً على أسلوب التصوير بالفيديو والتحليل الحركي ثلاثي الأبعاد باســـتخدام برنامج Simi Motion، وذلك لملامته لطبيعة وإجراءات هذا البحث.

مجتمع وعينة البحث

اشــتمل مجتمع البحث على لاعبي النادي الأهلي للدرجة الأولى (كبار) والمســجلين بالاتحاد المصري لألعاب القوى سوف تشتمل مجتمع البحث على ست (٦) لاعبين من لا عبى النادي الأهلي للدرجة الاولى وتحت ٢٠ ســنة لمســابقه ٤٠٠م/ح والمســجلين بالاتحاد المصــري لألعاب القوى، وتم

اختيار عينة البحث بالطريقة العمدة من مجتمع البحث ممن لهم أفضل أزمنة في سباق ٤٠٠مترحواجز.

جدول ١ توصيف عينة البحث

عينة البحث	عينة البحث الاستطلاعية		عينة البحث الأساسية		عينة البحث الكلية	
	العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	العدد	النسبة%
مجتمع البحث	4	%40	6	%60	10	٪١٠٠

يتضح من الجدول (٨) أن عينة البحث الكلية (١٠) عدائيين، عينة البحث الاستطلاعية (٤) لاعبين بنسبة40%، عينة البحث الأساسية عددهم (٦) لاعبين بنسبة 60%.

جدول 1 تجانس العينة الكلية في متغيرات النمو والعمر التدريبي قيد البحث ن= **10**

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسيط	معامل الالتواء
الطول	سم	175.90	3.45	175.00	0.78
الوزن	كجم	73.70	3.83	72.50	0.94
العمر الزمني	سنة	22.25	0.75	22.50	0.99-
العمر التدريبي	سنة	5.72	0.30	5.75	0.30-

يتضح من الجدول (٢) أن قيم معاملات الالتواء تنحصر ما بين (-٠.٩٩: ٠.٩٤) وأن جميعها تقع ما بين ±٣، مما يدل على أن جميع أفراد العينة قد وقعوا تحت المنحني الاعتدالي في متغيرات النمو والعمر التدريبي قيد البحث مما يدل على تجانس أفراد عينة البحث في متغيرات النمو قيد البحث.

وسائل وادوات جمع البيانات

قام الباحثان بالاطلاع على العديد من المراجع العلمية المتخصصة في مجال التدريب الرياضي وعلم الحركة والميكانيكا الحيوية بصفة عامة ومجال الميكانيكا الحيوية في ٤٠٠م/ح بصفة خاصة وكذلك الدراسات المرجعية بالبحث للاستفادة من تلك الدراسات والمراجع عند تطبيق إجراءات البحث والأدوات المناسبة لهذا البحث.

قام الباحثان بتصميم استمارات البيانات الشخصية وبيانات القياسات وهي:

- استمارات تسجيل نتائج الاختبارات.
- استمارة لتسجيل البيانات (العمر الزمنى- ارتفاع القامة – وزن الجسم).

أدوات التحليل الحركي

- وحدة حاسوب متطورة.
- مكعب للمعايرة ١ م × ١ م × ١ م "Calibration".

- عدد (٢) كاميرا فيديو ١٢٠ كادر / ث نوع الكاميرا " Go pro
- عدد (٢) حامل ثلاثي.
- عدد (٢) كارت ذاكرة مساحة "٣٢ جيجا بيت" نوع"San Disk" "
- وصلات كهربائية.
- طابعة ليزر.
- جهاز حاسوب.
- برنامج التحليل الحركي"Simi Motion".

برنامج التحليل الحركي

قام الباحثان بالتصوير والتحليل مستخدماً برنامج التحليل الحركي Simi Motion، وقد صمم هذا البرنامج لتتبع وتحليل الحركة.

القياسات والاختبارات الخاصة بالبحث

جدول 2 القياسات والاختبارات الخاصة بالبحث

- ٥٠ م عدو مرفق (٣)
- اختبار سرعة حركة الرجل الحرة مرفق (٤)
- اختبار سرعة حركة الرجل الخلفية مرفق (٤)
- اختبار سرعة حركة المهارة كاملة مرفق (٤)
- ٥ ×٥٠ متر حواجز مرفق (٥)
- المستوى الرقمي لمسابقة ال ٤٠٠ متر حواجز

خطوات إعداد البرنامج التدريبي

قام الباحثان بالاطلاع على العديد من الدراسات والأبحاث والنشرات والمجلات العلمية الخاصة بالبرامج التدريبية لمسابقة ٤٠٠ متر حواجز ، ثم قام بتجميع الكثير من التدريبات المرتبطة بسباق ٤٠٠متر حواجز والمتغيرات الميكانيكية قيد البحث ، وقام بتجميعها وعرضها على السادة المشرفين وبعد تحديد أهم التدريبات التي تتفق مع أهداف البحث ، قام الباحثان بوضع هذه التدريبات في صورة برنامج وعرضه على السادة المشرفين ثم قام الباحثان بإجراء الدراسة الاستطلاعية الأولى بهدف مساعدته في أعداد ووضع البرنامج التدريبي المقترح وتقنين شدة الحمل في البرنامج. وتناسب التدريبات المختارة مع أفراد عينة البحث، وبعد التعديلات والرجوع إلى المراجع والأبحاث العلمية الحديث قام الباحثان بصياغة البرنامج التدريبي المقترح في صورته الحالية

البرنامج التدريبي الذي تم تنفيذه

- قام الباحثان بتحديد الفترة الزمنية للبرنامج التدريبي وذلك بواقع (١٠) أسابيع
- قام الباحثان بتحديد عدد الوحدات التدريبية الأسبوعية بواقع (٥ الى ٦) وحدات تدريبية في الأسبوع بإجمالي عدد (٤٠) وحدة تدريبية
- تم تحديد زمن الوحدات التدريبية حيث بلغ متوسط زمنها ما بين ٧٥الى ١٢٠ ق بدون الاحماء والختام، وتم تحديد زمن الاحماء ب ٤٠ ق والختام ب ٢٠ دقيقه لكل وحدة.
- تشكيل دورة الحمل الدورة المتوسطة بطريقة (٣: ١) بمعنى ثلاث أسابيع بحمل عالي او متوسط يليه أسبوع يحمل منخفض.

الدراسة الاستطلاعية

الدراسة الاستطلاعية الأولى:

قام الباحثان بإجراء الدراسة الاستطلاعية الأولى على نفس عينة البحث خلال بطوله القاهرة كأس والتي أقيمت بالمركز الاوليمبي بالمعادي يوم الجمعة الموافق ٢٠٢٢/٧/٢٢م وكان الهدف منها:

المساعدة في أعداد البرنامج التدريبي المقترح

المساعدة في وضع وتقنين شدة الحمل في البرنامج.

تناسب البرنامج التدريبي مع الأهداف الموضوعة

تدريب المساعدين على إجراء القياسات والتسجيل.

المعاملات العلمية للاختبارات قيد البحث (الصدق – الثبات)

أولاً: الصدق:

لحساب صدق الاختبارات المستخدمة قام الباحثان باستخدام صدق التمايز بين مجموعتين إحداهما مميزة والأخرى غير مميزة وتم حساب دلالة الفروق بين المجموعتين والجدول التالي:

جدول 3 معامل صدق التمايز بين المجموعة المميزة والمجموعة غير المميزة لبعض الخصائص المهارية والبدنية لعدائي ٤٠٠ متر حواجز

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للمجموعة المميزة	المتوسط الحسابي للمجموعة غير المميزة	متوسط الرتب		إحصائي الاختبار من z مان ويتني	الاحتمال Sig.(p.value)
				المجموعة المميزة	المجموعة غير المميزة		
٥٠ م عدو	ثانية	6.24	7.05	٢.٥٠	٦.٥٠	2.43	0.015
اختبار سرعة حركة الرجل الحرة	ثانية	6.80	7.23	٢.٥٠	٦.٥٠	2.34	0.019
اختبار سرعة حركة الرجل الخلفية	ثانية	6.71	7.70	٢.٥٠	٦.٥٠	2.32	0.020
اختبار سرعة حركة المهارة كاملة	ثانية	7.13	8.00	٢.٥٠	٦.٥٠	2.46	0.014
٥ × ٥٠ متر حواجز	ثانية	47.24	52.75	٢.٦٣	٦.٣٨	2.19	0.028
زمن ٤٠٠ متر حواجز	ثانية	٥٤.١١	٥٧.٤٠	٣.٠٠	٦.٠٠	1.98	0.050
١٠٠ متر ستيبس (عدد)	عدد	38.80	46.25	٢.٥٠	٦.٥٠	2.32	0.020
١٠٠ متر ستيبس (زمن)	ثانية	16.09	18.70	٣.٠٠	٦.٠٠	1.95	0.041

*** دال إحصائيا عند Sig.(p.value) < ٠.٠٥**

يتضح من جدول(٤) أن جميع قيم (p. Value) المحسوبة تتراوح ما بين (0.014 : ٠.٠٤٩) وهي أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ وذلك لبعض الخصائص المهارية والبدنية لعدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث ، أي أن الفرق بين المجموعتين (المميزة والغير مميزة) معنوي وبه فروق دالة إحصائيا ، مما يشير إلى قدرة هذه الاختبارات على التمييز بين المستويات أي أنها صادقة فيما وضعت من أجل قياسه .

ثانياً: الثبات:

استخدم الباحثان طريقة تطبيق الاختبار وإعادة تطبيقه Test, Retest بفارق زمني قدره (٣) أيام على عينة الدراسة الاستطلاعية وبعد ذلك تم حساب معامل الارتباط بين التطبيقين والجدول التالي رقم (٤)يوضح ذلك.

جدول 4 العلاقة الارتباطية بين التطبيق القبلي والبعدي لبعض الخصائص البدنية والمهارية ن١=١و ن٢=

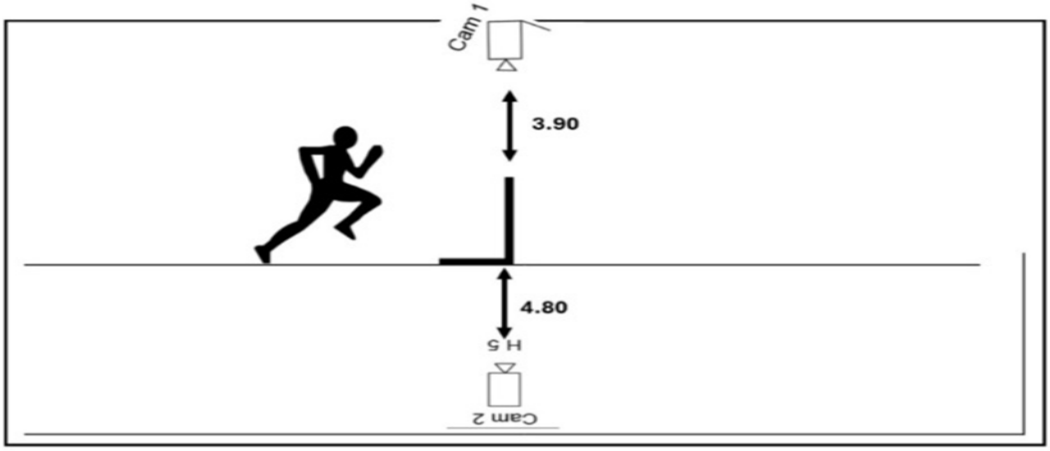
المتغيرات	وحدة القياس	التطبيق الأول		التطبيق الثاني		معامل الارتباط
		المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
٥٠ م عدو	ثانية	6.24	0.07	6.19	0.14	*٠.٩٧١
اختبار سرعة حركة الرجل الحرة	ثانية	6.80	0.07	6.81	0.07	*٠.٩٥٦
اختبار سرعة حركة الرجل الخلفية	ثانية	6.71	0.12	6.70	0.11	*٠.٩٨٧
اختبار سرعة حركة المهارة كاملة	ثانية	7.13	0.28	7.10	0.26	*٠.٩٨٤
٥ ×٥٠ متر حواجز	ثانية	47.24	1.70	47.49	1.73	*٠.٩٥٧
زمن ٤٠٠ متر حواجز	ثانية	٥٤.١١	1.70	٥٤.٠٤	1.25	*٠.٩٨٩
١٠٠ متر ستيبس (عدد)	عدد	38.80	0.91	38.93	0.98	*٠.٩٦٧
١٠٠ متر ستيبس (زمن)	ثانية	16.09	0.49	16.13	0.43	*٠.٩٩٦

*** قيمة " ر" الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ = ٠.٩٥٠**

يتضح من الجدول رقم (4) وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائيا عند مستوى معنوية ٠.٠٥، وذلك بين قياسات التطبيق الأول والثاني في بعض الخصائص المهارية والبدنية لعدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث تراوحت قيمة ر المحسوبة ما بين (٠.٩٥٦: ٠.٩٩٧) ما يدل على ثبات المتغيرات قيد البحث.

إعداد مكان التصوير

حيث شملت هذه المرحلة التأكد من قانونية ملعب المركز الاوليمبي بالمعادي من حيث المسافات البينية



شكل رقم 1 يوضح أماكن وضع الكاميرات على الحاجز العاشر

بين الحواجز وارتفاعات الحواجز (أي لا يسبب أي إعاقة أو إصابة للاعب أثناء أداء المسابقة قيد البحث)، وتجهيز صندوق المعايرة ومساحة الفراغ الذي ستوضع فيه الكاميرات.

يتم في هذه المرحلة التأكد من وضع كاميرات التصوير بالطريقة المناسبة ، حيث تم تجهيز آلات التصوير الخاصة بوحدة التحليل الحركي Simi Motion Analyses و الاتصال بمصدر تيار مستمر حيث أنها مزوده ببطارية ، وسرعة ١٢٠ كادر / ث ، حيث تم التأكد من تزامن عمل الكاميرات مع بعضها بحيث يتم التصوير بالكاميرات في وقت واحد ، وتم وضع مكعب المعايرة ١م × ١م × ١م على بداية ومنتصف لوحة الحاجز, حيث ابتعدت الكاميرا (١) عن صندوق المعايرة مسافة (٣.٩٠)متر وابتعدت الكاميرا (٢) عن صندوق المعايرة مسافة ٤.٨٠ متر، وابتعدت الكاميرا (١) عن الكاميرا (٢) مسافة مقدارها ٩.٩٠ متر وتم تثبيتهما على حاملين ثلاثيين، وعلى ارتفاع يناسب تصوير المسابقة قيد البحث على كافة مراحلها حيث كان ارتفاع الكاميرا (١) عن الأرض ٩١سم وارتفاع كاميرا (٢) ٩١سم، وكذلك التأكد من أن زوايا التصوير المستخدمة تسهل إمكانية رؤية اللاعب بكافة تفاصيله عند الأداء

إجراء الدراسة الأساسية

بعد أن حققت الدراسة الاستطلاعية أهدافها وتمكن الباحثان من معرفة المشكلات التي من الممكن أن تواجهه وتعترضه، وأمكن التغلب عليها في حدود الإمكانات المتاحة وتوصل إلى الإجراءات النهائية للتصوير حيث قام الباحثان بإجراء الدراسة الأساسية يوم الخميس الموافق ٢٠٢٢/١٢/٢٤م بميدان العاب القوى بمركز الاوليمبي بالمعادي بالقاهرة وقد تم تسجيل البيانات.

متغيرات البحث التي تخضع للدراسة

جدول 5 لمتغيرات البحث التي تخضع للدراسة

متغيرات لحظة اللمس واقصى التخميد قبل الحاجز	لحظة كسر الاتصال قبل الحاجز	متغيرات لحظة تعامد مركز ثقل الجسم فوق الحاجز	متغيرات لحظة اول لمس بعد الحاجز فقط
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم
	زاوية الطيران لمركز ثقل الجسم	ارتفاع مركز ثقل الجسم فوق الحاجز	زمن المروق
			مساحة المروق

تنفيذ وتسجيل المحاولات

تم تنفيذ وتسجيل المحاولات وفقا لخطوات تسجيل البيانات السابق ذكرها ،حيث ادى كل لاعب محاولة واحة كاملة لعدو أل ٤٠٠ متر حواجز وبناء على الدراسة الاستطلاعية الأولى لعينه البحث الأساسية تم تحديد الحاجز العاشر الذى يمثل اقصى مرحلة للتعب العضلي التي سيتم تصويره وتحليله لتحقيق هدف الدراسة وقد راعى الباحثان أن وقت إجراء القياس تزامن من قرب فترة المنافسات الرئيسية خلال الموسم التدريبي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م كما راعى أن يؤدى جميع العدائين المحاولة في نفس الظروف المسابقة من حيث قانونية الأدوات وارض الملعب ، وقد أدى كل لاعب بشدة القصوى وفقا للرقم الشخصي المسجل لكل لاعب وتم حساب زمن محاولة.

القياسات البعدية

تم إجراء القياسات البعدية في الفترة من ٢٠١٢/٣/٢٥ إلى ٢٠٢٣/٣/٣٠ وذلك بعد نهاية الأسبوع التدريبي العاشر من البرنامج التدريبي المقترح.

المعالجات الإحصائية

للإجابة على تساؤلات وفروض البحث ، استخدم الباحثان المعالجات الإحصائية التالية:

المتوسط الحسابي . – الانحراف المعياري .

معامل الارتباط البسيط لبيرسون – معامل الالتواء

التحليل الانحدار - ***T. Test***

ولقد استخدم الباحثانان الدلالة عند مستوى معنوية (٠.٠٥) للتحقق من معنوية النتائج.

عرض النتائج ومناقشتها

جدول 6 دلالة الفروق بين القياس القبلي والبعدي لبعض الخصائص المهارية والبدنية عدائي ٤٠٠ متر حواجز ن= ٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	متوسط الرتب		إحصائي الاختبار z من ولكوكسون	الاحتمال Sig.(p.value)
				الإشارات (-)	الإشارات (+)		
٥٠ م عدو	ثانية	6.19	5.93	3.50	0.00	2.21	0.027
اختبار سرعة حركة الرجل الحرة	ثانية	6.85	6.44	3.50	0.00	2.20	0.028
اختبار سرعة حركة الرجل الخلفية	ثانية	6.71	6.13	3.50	0.00	2.20	0.028
اختبار سرعة حركة المهارة كاملة	ثانية	7.15	6.77	3.50	0.00	2.20	0.028
٥ ×٥٠م حواجز	ثانية	47.82	46.71	3.50	0.00	2.20	0.028
زمن ٤٠٠ م حواجز	ثانية	54.11	53.57	٤,٠٠	١,٠٠	1.99	0.046
١٠٠ متر ستيبس (عدد)	عدد	39.33	36.00	3.50	0.00	2.23	0.026
١٠٠ متر ستيبس (زمن)	ثانية	16.31	15.55	3.50	0.00	2.21	0.027

*** دال إحصائيا عند Sig.(p.value) < ٠,٠٥**

يتضح من جدول (٧) أن جميع قيم (p. Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لجميع الخصائص المهارية والبدنية لعدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في المتغيرات قيد البحث. من خلال عرض النتائج السابقة التي توصل اليها الباحثان من خلال المعالجة الإحصائية باستخدام الأسلوب الإحصائي البارامتري باستخدام برنامج (SPSS).

كما أشارت نتائج جدول رقم (٧) ان متوسط الرتب في القدرات البدنية والمهارية الخاصة لمتسابقي ٤٠٠ متر حواجز بين القياس القبلي والقياس البعدي قد تحسنت جميعها، حيث ان متوسط الرتب في جميع المتغيرات قيد البحث تزداد حيث حدثت الزيادة في اتجاه الإشارات السالبة وهذا مؤشر للتحسن الإيجابي. بين القياسين القبلي والبعدي في كافة الاختبارات البدنية والمهارية.

ويرجع الباحثان هذه الفروق والدلالة الإحصائية وتحسن متوسط الرتب الى تأثير البرنامج التدريبي المقترح باستخدام تدريبات تحمل السرعة (١)، (٢) لتطوير الخصائص البيو ميكانيكية لخطوة الحاجز في مرحلة نهاية السباق لعدائي ٤٠٠ متر حواجز لعينة البحث وذلك أثناء إجراء التجربة الأساسية، حيث إنها قد أدي الى تحسن في القدرات البدنية والخصائص البيوميكانيكية لدى أفراد عينة البحث.

جدول 7 نسبة التحسن المئوية في بعض الخصائص المهارية والبدنية لعدائي ٤٠٠ متر حواجز

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	نسبة التحسن %
٥٠ م عدو	ثانية	6.19	5.93	4.28
اختبار سرعة حركة الرجل الحرة	ثانية	6.85	6.44	5.99
اختبار سرعة حركة الرجل الخلفية	ثانية	6.71	6.13	8.67
اختبار سرعة حركة المهارة كاملة	ثانية	7.15	6.77	5.27
٥ ×٥٠م حواجز	ثانية	47.82	46.71	2.31
زمن ٤٠٠ م حواجز	ثانية	54.11	53.57	2.15
١٠٠ متر ستيبس (عدد)	عدد	39.33	36.00	8.47
١٠٠ متر ستيبس (زمن)	ثانية	16.31	15.55	4.65

كما يوضح جدول رقم (٨) والخاص بنسب التحسن في نتائج اختبارات القدرات البدنية والمهارية و المستوى الرقمي لدي عينة البحث ، أنه توجد فروق في نسب تحسن بين القياسين القبلي والبعدي ولصالح القياس البعدي ويرجع هذا التحسن إلى تأثير البرنامج التدريبي لتطوير الخصائص البيو ميكانيكية للمروق في مرحلة نهائية السباق لعدائي ٤٠٠ متر حواجز والذي تم تطبيقه على أفراد عينة البحث ، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في اختبار سرعة الرجل الخلفية و بلغت نسبة

التحسن ٨.٦٧ % وكان اقل المؤشرات في نسب التحسن في زمن ٤٠٠ متر حواجز وبلغت 2.15 %. ويشير ذلك الى صحة الفرض الأول (يؤثر البرنامج التدريبي إيجابيا على تطوير الخصائص البيوميكانيكية لخطوة الحاجز في مرحلة نهاية السباق لعدائي ٤٠٠ متر حواجز

فقد قام الباحثان بالاعتماد على تطوير الخصائص البيو ميكانيكية لخطوة الحاجز و اللاعب في حالة تعب تتشابه مع حالته في مرحلة نهاية السباق باستخدام تدريبات تحمل السرعة (١) , (٢) ويرى الباحثان أن البرنامج التدريب الذي تم تطبيقه في البحث يؤثر ايجابيا على الصفات البدنية وبالتالي الخصائص الكينماتيكية والمستوى الرقمي للعدائين عينة البحث من متسابقي ٤٠٠ متر حواجز ويرجع الباحثان التطور في اختبار ايقاع سرعة حركة الرجل الخلفية الى التدريبات النوعية المستخدمة التي استهدفت تطوير القدرة على المورق على الحواجز وخاصتا في مرحلة نهاية السباق فنتيجة طول السباق وحالة التعب الكبير المصحوب بضرورة المحافظة على المستوى العالي من الاداء المهارى والمحافظة على ايقاع السباق فكان تركيز البرنامج التدريبي منصب ايضا على تطوير الايقاع و خاصتا مع وجود تعب و اداء تدريبات على مسافات بينية بين الحواجز وارتفاعات مختلفة للحواجز تتباين بين مرتفعة او منخفضة و بمتطلبات عدو مختلفة من حيث حجم الخطوة (طولها) و ايقاعها او معدلها

وهو ما اتفق مع ما أشار **اليه شيفر في** سباق ٤٠٠ متر حواجز، يحدد موضع الحواجز في السباق عددًا متطابقًا تقريبًا من الخطوات لجميع المنافسين. وعادة ما يكون النجاح من نصيب الرياضيين الذين يستطيعون تنفيذ كل هذه الخطوات بأسرع ما يمكن وبأقل قدر من الأخطاء. وعلى الرغم من تنوع التدريبات الخاصة بتطوير القدرات البدنية والمهارية، ولكن سيكون هناك موضوع متكرر هو الحاجة إلى تطوير والحفاظ على الإيقاع. حيث يمكن مقارنة ذلك بتعلم الموسيقى. فالحواجز لها إيقاع موسيقي خاصة. (١٨: ٢٧)

كانت أقل فروق في نسب التحسن في زمن ٤٠٠ متر حواجز وبلغت 2.15 %. وعلى الرغم من نسبة التحسن الضئيلة نسبيا من وجهه النظر الاحصائية، ولكن ذلك التحسن يعتبر نقلة في مستوى العدائين عينة البحث من مرحلة عدائين مبتدئين الى بداية مرحلة عدائين متوسطين وتمهيديا للانتقال الى مرحلة النخبة ويرجع الباحثان ذلك التطور الى التطور في كافة مستويات القدرات الحركية والخصائص المهارية لعملية المروق وخاصتا في مرحلة نهاية السباق ادى الى تطوير الخصائص الميكانيكية لمهارة المروق في ظروف مشابهه الى طبيعة الاداء في مرحلة نهاية السباق وضم البرنامج ايضا تدريبات لتطوير السرعة الانتقالية للعدو و السرعة الحركية لمهارة المروق فوق الحواجز مثل تدريبات سرعة حركة الرجل الحرة منفردة , و سرعة حركة الرجل الخلفية منفردة ,

وتدريبات سرعة حركة المهارة كاملة سواء على حواجز منخفضة او بالارتفاع القانوني للسباق , و تدريبات العدو السريع.

جدول 8 دلالة الفروق بين القياس القبلي والبعدي في بعض الخصائص البيو ميكانيكية قبل الحاجز(لحظة بداية اللمس قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز ن=٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	نسبة التحسن %
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	4.090	5.297	29.503
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	0.182-	1.507-	729.358
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	0.026	0.033	26.115
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	26.585	30.467	14.601

* دال إحصائيا عند Sig.(p.value) < ٠.٠٥

يتضح من جدول (٩) أن جميع قيم (p. Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز(لحظة بداية اللمس قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث. ويرجع الباحثان تلك الدلالة الى البرنامج التدريبي الذي تم تطبيقه حيث كانت جميع قيم Sig.(p.value) حول ٠.٠٢٨ وهي أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لدى أفراد عينة البحث.

كما أشارت نتائج جدول رقم (٩) ان متوسط الرتب في الخصائص البيو ميكانيكية والاختبارات البدنية و المهارية بين القياس القبلي والقياس البعدي قد تحسنت جميعها ، حيث ان متوسط الرتب في جميع المتغيرات قيد البحث تزداد إيجابياً عدا زاوية الركبة للرجل الحرة والتي تشير نتائجها السلبية الى زيادة حركتها بزاوية حادة في اتجاه الحاجز لزيادة سرعتها. ومؤشر السرعة المحصل لرسغ القدم الأيمن والسرعة المحصلة لركبة الرجل الحرة والتي تشير جميعها الى تحسن عمل الرجل الحرة في اتجاه الحاجز.

جدول 9 نسبة التحسن المئوية في بعض الخصائص البيو ميكانيكية قبل الحاجز (لحظة بداية اللمس قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز ن= ٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	متوسط الرتب		إحصائي الاختبار z من ولكوكسون	الاحتمال Sig.(p. value)
				الإشارات (-)	الإشارات (+)		
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	4.090	5.297	0.00	3.50	2.21	0.027
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	0.182-	1.507-	3.50	0.00	2.23	0.026
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	0.026	0.033	0.00	3.50	2.21	0.027
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	26.585	30.467	0.00	3.50	2.21	0.027

يتضح من الجدول رقم (١٠)، وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز(لحظة بداية اللمس قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم وبلغت 729.358 %.

وكان أكبر زيادة في تطوير المؤشرات البيوميكانيكية السرعة المحصلة لركبة الرجل الحرة الذي تؤثر القيادة والحركة التطويحية للركبة ايجابيا وبصورة كبيرة على زمن المروق فقد استخدم الباحثان التدريبات الخاصة بهدف تطوير القيادة من الركبة خلال عملية التدريب المستمرة من خلال اداء حركة مرجحة الرجل الحرة من الجانب الحواجز او من خلال مراقبة عمل الرجل الحرة خلال الاداء سواء اثناء التدريبات الايقاعية او المهارية او تدريبات تطوير تحمل السرعة (١)، (٢) .

حيث **يشير يورجن شيفر ٢٠١١: الى** ان حركة الركبة السريعة تبدأ في الانطلاق إلى الحاجز. إن القيادة بالركبة او ما يسمى (بحركة الركبة السريعة) هي الأساس الأكثر أهمية في مهارة الحواجز الفعّالة. تؤدي حركة الركبة السريعة إلى ما يسمى غالبًا بالساق الحرة المتأخر، أي أن الساق الحرة تمتد بالكامل عند الارتقاء للشروع في عملية المروق.(١٤: ٩-١٣)

وكان ثاني المؤشرات البيو ميكانيكية تطويرا لسرعة المحصلة لركبة الرجل المرتكزة نتيجة مرتبطة ببداية القيادة من الركبة والحركة التطويحية للرجل الحرة والتي انعكست ايجابيا على باقي المؤشرات البيوميكانيكية ويرجع ذلك الى وضع قدم الارتقاء النشط في لحظة اول لمس قبل الحاجز ويتفق هذا مع ما **ذكره (Winckler، 2000)**. يجب أن يكون وضع قدم الانطلاق، أي قدم ساق الركض(الخلفية)، على المضمار نشطًه (أي السحب للخلف من الورك مع وضع القدم ومفصل الكاحل قويًا وثابتًا). يعني الهبوط النشط وضعًا نشيط وسريعًا لساق العدو(الخلفية) عند وضع الانطلاق بشكل أسرع إلى حد ما من خطوة الجري السابقة. سيؤدي هذا الهبوط النشط إلى "قطع" أو تقصير الخطوة الأخيرة، مما يمنع حركة الكبح ويقلل من فقدان السرعة عند الدخول إلى الحاجز. يجب أن يكون هذا الوضع على مقدمة القدم ويحدث على بعد ٢ متر تقريبًا من الحاجز.

(١٩: ٧٥-٩١)

ويعزى الباحثان التطور الكبير في مستوى السرعة الراسية الى البرنامج التدريبي وتطور مستوى السرعة وتحمل السرعة الذي تطورا بنسبة تقترب من ٦٪ والقدرة العضلية التي تطوره بنسبة تقترب من ال ٩٪ كما ارتكز على تطوير الخصائص البيو ميكانيكية للمروق فوق الحاجز وظهر تطورها في تطور زمن المروق و طول خطوة الحاجز وتظهر اهمية السرعة الراسية في لحظة اول لمس قبل الحاجز الى الحاجة لرفع مركز ثقل الجسم لتوفير الوضع المناسب لإنتاج مرحلة الطيران اللازمة لعملية المروق ، ويدعم هذا الراي ما اتفق علية **رالف مان ٢٠١٨ ان** السرعة الراسية للقدم عند لمس الأرض تؤثر في زيادة السرعة الراسية لمركز ثقل الجسم موضحا انه بإمكان لاعب العدو السريع توليد سرعة أكبر للقدم نحو الأسفل عند الاصطدام بالأرض مما يوفر له إمكانية أكبر لإنشاء القوى الأرضية العمودية الكبيرة اللازمة لإنتاج مراحل الطيران المطلوبة خلال عملية المروق . ونظرًا

لمتطلبات القوة العمودية الأكبر لسباقات الحواجز، فإن هذا الإجراء يصبح أكثر أهمية وهي السرعة العمودية للقدم عند لمس الأرض، عند الدخول إلى الحاجز وخطوتين بعد الخروج من الحاجز، فجميع رياضيي الحواجز النخبة لذين تم تحليلهم حتى الآن. لأن القدم تتحرك نحو الأسفل. (١٦: ٣١٢)

جدول 10 دلالة الفروق بين القياس القبلي والبعدي في بعض الخصائص البيو ميكانيكية قبل الحاجز(لحظة أقصى تخميد قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	متوسط الرتب		إحصائي الاختبار z من ولكوكسون	الاحتمال Sig.(p.value)
				الإشارات (-)	الإشارات (+)		
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	5.058	6.830	0.00	3.50	2.20	0.028
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	1.087	1.730	0.00	3.50	2.20	0.028
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	0.255	0.343	0.00	3.50	2.21	0.027
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	35.982	38.350	0.00	3.00	2.02	0.043

*** دال إحصائيا عند Sig.(p.value) < ٠,٠٥**

يتضح من جدول (١١) أن جميع قيم (p.Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز (لحظة أقصى تخميد قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة

إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث. ويظهر من الجدول (٢٢) ان أكبر المؤشرات دلالة للفروق هي ارتفاع مركز ثقل الجسم وهذا يعكس الهدف الأساسي من تلك المرحلة وهي مقاومة هبوط مركز ثقل الجسم قبل الحاجز وما له من تأثير سلبي على زمن المروق وهو ما اتفق ما ذكره **Ralph V. Mann 2018**، إذا كان بإمكان رياضي العدو والحواجز توليد سرعة أكبر للقدم نحو الأسفل عند مقابلة الأرض، فإن هذا يوفر له إمكانية أكبر لإنشاء القوى الأرضية العمودية الكبيرة اللازمة لإنتاج المراحل الطيران المطلوبة. ونظرًا لمتطلبات القوة العمودية الأكبر لسباقات الحواجز، فإن هذا الإجراء يصبح أكثر أهمية. فالسرعة العمودية للقدم عند لمس الأرض، عند الدخول إلى الحاجز والخطوتين عند الخروج من الحاجز، لجميع رياضي الحواجز النخبة الذين تم تحليلهم حتى الآن. (١٦: ٣١٣)

جدول 11 نسبة التحسن المئوية في بعض الخصائص البيو ميكانيكية قبل الحاجز (لحظة أقصى تخميد قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز ن= ٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	نسبة التحسن %
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	5.058	6.830	35.025
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	1.087	1.730	59.202
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	0.255	0.343	34.641
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	35.982	38.350	6.582

يتضح من الجدول رقم (١٢) وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز (لحظة أقصى تخميد قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم وبلغت 59.202% ، وكانت أقل فروق في نسب التحسن في ارتفاع مركز الثقل فوق الحاجز وبلغت 0.849% .وكان ثاني أكثر المؤشرات البيوميكانيكية تطويرا هو السرعة المحصلة لركبة الرجل المرتكزة كنتيجة لارتفاع مركز ثقل الجسم وبالتالي تقليل قوى السقوط المؤثرة على قدم الارتقاء وبالتالي الزمن اللازم لعملية امتصاص الحركة مما يؤدى الى سرعة الانتقال الى الحركة التالية حيث **يرى مدحت عبد الحميد سالم** : انه من الجوانب الجوهرية للمهارة قدرة المتسابق على امتصاص الحركة وتعني قدرة مفاصل الجسم على بذل القوة المناسبة بالزمن المناسب لإحداث تناقص السرعة المطلوبة دون التأثير على مجمل السرعة الأفقية المتحققة، أي يكون التناقص بالسرعة العمودية وليس على حساب السرعة الأفقية في هذه اللحظات، لذا فان امتصاص فعل الجاذبية العمودية باستخدام قوة قليلة نوعا ما بزمن طويل نسبي سيحقق تناقص في السرعة العمودية ولكن ليس على حساب تناقص السرعة الأفقية، ولكن مع ذلك وجد إن السرعة الأفقية تتأثر بالتوقف

اللحظي للسرعة العمودية وان هذا التأثير كلما كان قليلا يعني إن أداء عملية الامتصاص قد تم وفق أداء فني عالي. (١٠: ١٩)

وكان ثالث المؤشرات البيوميكانيكية تطويرا هو العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم وهو ما يدل على قدرة اللاعب على التسارع في اتجاه العدو كنتيجة لتطور المؤشرين السابقين ويعكس رغبة اللاعب في اداء مروق سريع يظهر في تسارع ركبة قدم الارتقاء ومدها الى اقصى مدى في عكس اتجاه العدو.

هذا يعكس الهدف الأساسي من تلك المرحلة وهي مقاومة هبوط مركز ثقل الجسم قبل الحاجز وما له من تأثير سلبي على سرعة ومسافة وزمن المروق.

جدول 12 دلالة الفروق بين القياس القبلي والبعدي في بعض الخصائص البيو ميكانيكية قبل الحاجز(لحظة كسر الاتصال قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز ن=٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	متوسط الرتب		إحصائي الاختبار z من ولكوكسون	الاحتمال Sig.(p. value)
				الإشارات (-)	الإشارات (+)		
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	4.917	8.703	0.00	3.50	2.21	0.027
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	3.550	3.113	٣,٥٠	0.00	2.20	0.028
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	0.672	0.633	٣,٥٠	1.50	0.74	0.461
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	6.398	8.927	0.00	3.50	2.20	0.028
زمن الارتكاز	ث	0.128	0.122	4.50	1.50	1.58	0.115

*** دال إحصائيا عند Sig.(p.value) < ٠,٠٥**

يتضح من جدول (٢٨) أن جميع قيم (p. Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز(لحظة كسر الاتصال قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث.

جدول 13 نسبة التحسن المئوية في بعض الخصائص البيو ميكانيكية قبل الحاجز (لحظة كسر الاتصال قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجزن= ٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	نسبة التحسن %
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	4.917	8.703	77.017
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	3.550	3.113	12.300
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	0.672	0.633	5.707
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	6.398	8.927	39.515
زمن الارتكاز	ث	0.128	0.122	4.941

يتضح من الجدول رقم (١٤) ، وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز (لحظة كسر الاتصال قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق لعدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن للسرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم وبلغت 77.017 % ، وكانت أقل فروق في نسب التحسن في ارتفاع مركز الثقل فوق الحاجز وبلغت 0.477%

ويرجع الباحثان تلك النتائج الى البرنامج التدريب الذى استهدف تطوير الخصائص البيو ميكانيكية لخطوة الحاجز بمرحلة نهاية السباق فلحظة كسر الاتصال قبل الحاجز هي محصلة العمل الميكانيكي للحظة بداية اللمس حيث كانت قيمة مؤشر السرعة الافقية (٢٩.٥٠٣) واقصى تخميد قبل الحاجز حيث كانت قيمة مؤشر السرعة الافقية (٣٥.٠٢٥) ويتضح هنا ان الزيادة في معدل السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم و كان ثاني المؤشرات البيوميكانيكية تحسن هو مؤشر زاوية ركبة الرجل الحرة حيث بلغت نسبة التحسن (٥٢.٤٢٠) و تشير تلك النتائج الى الإجراءات الميكانيكية التي يتخذها العدائين اثناء الارتقاء قبل الحاجز ومنها ومن تلك الخصائص كيفية وضع القدم في الخطوة الأخيرة قبل الحاجز و التي حرص الباحثان ان يوجه العدائين اثناء التمرينات النوعية الخاصة بتطوير تلك الخصائص و يوجه العدائين الى ان تكون اخر خطوة قبل الحاجز اقصر من المعتاد بما يضمن ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة الارتقاء

يرى رالف مان ٢٠١٨ أن تقليل الوقت على الأرض هو مفتاح رئيسي لإنتاج زمن مروق أسرع فوق الحواجز، والحفاظ على مستوى أعلى من السرعة الأفقية. وبالتالي يتطلب هذا التخفيض في الوقت إنفاق كميات كبيرة من القوة والطاقة. وبالتالي، فإن الحل الوسط في سباقات ٤٠٠ متر حواجز هو الموازنة بين سرعة السباق وتحمل السرعة المتاح. وكما هو الحال في أي متغير أداء آخر، فأن الرياضي الذي يتمتع بمستوى أعلى من القدرات البدنية والبيو ميكانيكية يستطيع تقليل مستوى التنازلات التي يجب القيام بها. كما هو الحال في نتائج ٤٠٠م عدو، فإن جميع متطلبات الاداء الموجودة في

الجزء غير المتعب من السباق موجودة أيضًا في حالة التعب. لذا نجد ان أفضل عدائي ٤٠٠ متر حواجز (جيدا") يحاولون الحد من خسارة الوقت على الأرض بنسبة ٩٪ فقط، ونظرًا لأن زمن الطيران يظل ثابتًا نسبيًا حيث يصبح التعب عاملاً، يمكن أن يُعزى الانخفاض في السرعة الأفقية بالكامل إلى التغيير في وقت ملامسة الأرض. وبالنسبة للعدائين الذين يتمتعون بمستوى اقل من تحمل السرعة، فإن التعب يؤثر عليهم بطريقة أكثر تطرفًا. حيث تنخفض السرعة بنسبة أكثر من ٢٠٪ من حالة عدم التعب إلى التعب كما يتأثر كل من زمن الارتكاز وزمن الطيران. عند مقارنة نتائج زمن الطيران في مرحلة عدم التعب بمرحلة العدو مع وجود تعب فإن الدرجة التي يفقد بها العدائين الأقل كفاءة كبيرة جدا مقارنتا بلاعبي النخبة الذين لديهم قدرة على السيطرة على محددات الاداء وهي مثالا قويا لكيفية انهيار الأداء في وجود التعب. (١٦: ٣٠٠-٣٠٥)

جدول 14 دلالة الفروق بين القياس القبلي والبعدي في بعض الخصائص البيو ميكانيكية فوق الحاجز لحظة تعامد مركز الثقل فوق الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز ن= ٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	متوسط الرتب		إحصائي الاختبار z من ولكوكسون	الاحتمال Sig.(p.value)
				الإشارات (-)	الإشارات (+)		
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	4.900	7.357	0.00	3.50	2.20	0.028
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	0.015	0.157	0.00	3.50	2.20	0.028
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	1.607	1.783	0.00	3.50	2.21	0.027
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	18.237-	15.543-	0.00	3.50	2.20	0.028
ارتفاع مركز الثقل فوق الحاجز	م	1.503	1.130	3.50	0.00	2.21	0.027

*** دال إحصائيا عند Sig.(p.value) < ٠,٠٥**

يتضح من جدول (٣٠) أن جميع قيم (p.Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية فوق الحاجز(لحظة تعامد مركز الثقل فوق الحاجز) بمرحلة نهاية السباق لعدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث. ويرجع الباحثان هذه الفروق الدالة معنويا الي تطبيق البرنامج التدريبي قيد البحث الذي يهدف الى تطوير الخصائص البيو ميكانيكية ومن تلك الخصائص التوازن وحرص الباحثان على توجيه عينة البحث الى بعض النقاط الهامة اثناء الاداء وتم تكثيف التدريب والمراقبة سواء اثناء اداء التدريبات الخاصة بالمهارة او تدريبات تحمل السرعة المصحوبة بعملية المروق فوق الحواجز كمحاكاة لعملية المروق في مرحلة نهاية السباق.

جدول 15 نسبة التحسن المئوية في بعض الخصائص البيو ميكانيكية فوق الحاجز (لحظة تعامد مركز الثقل فوق الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز ن= ٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	نسبة التحسن %
السرعة الافقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	4.900	7.357	50.136
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	0.015	0.157	921.739
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	1.607	1.783	10.996
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	18.237-	15.543-	14.769
زاوية الركبة الحرة (القاطعة) (يمين)	درجة	148.698	157.567	5.964
ارتفاع مركز الثقل فوق الحاجز	م	1.503	1.130	24.834
زاوية الفخذ للرجل الحرة (يمين)	درجة	63.250	67.020	5.960

يتضح من الجدول رقم (١٦) وجود نسب تحسن مئوية بين القياس القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي وكان اعلى نسبة تحسن للمؤشر السرعة الراسية لمركز ثقل الجسم والتي بلغت نسبة التحسن به ٩٢١.٧٣٩٪ والتي لها تأثير كبير على زمن ومسافة

جدول 16 دلالة الفروق بين القياس القبلي والبعدي في بعض الخصائص البيو ميكانيكية بعد الحاجز(لحظة بداية اللمس بعد الحاجز) بمرحلة نهاية السباق لعدائي ٤٠٠ متر حواجز ن= ٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	متوسط الرتب		إحصائي الاختبار z من ولكوكسون	الاحتمال Sig.(p.value)
				الإشارات (-)	الإشارات (+)		
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	5.143	8.457	0.00	3.50	2.21	0.027
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	3.118-	1.210-	0.00	3.50	2.21	0.027
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	3.150	3.300	2.50	4.00	1.15	0.249
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	30.740-	32.670-	3.50	0.00	2.21	0.027
زمن المروق	ث	0.376	0.338	3.50	0.00	2.20	0.028
مساحة المروق	م٢	3.550	3.707	2.00	3.67	0.94	0.345

* دال إحصائيا عند Sig.(p.value) < ٠,٠٥

يتضح من جدول (١٧) أن جميع قيم (p. Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية بعد الحاجز(لحظة بداية اللمس بعد الحاجز) بمرحلة نهاية السباق لعدائي

٤٠٠ متر حواجز قيد البحث، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث. ويرجع الباحثان هذه الفروق الدالة معنويا الي تطبيق البرنامج التدريبي والذي ارتكز على تطوير الخصائص الميكانيكية لخطوة الحاجز باستخدام التحمل الخاص (١)،(٢) والتي تتشابه مع حالة اللاعب في مرحلة نهاية السباق وما تتميز به هذه المرحلة من حالة تعب والتي تظهر نتائجها جلية في مرحلة بداية اللمس بعد الحاجز والتي ينتقل فيها اللاعب من مرحلة المروق الى مرحلة العدو حيث ركز الباحثان على وضعية الجسم المثالية التي تسمح بذلك التحول بكفاءة وهو ما يتفق مع ما **نقله وينكلير، ٢٠٠٠ عن (جولي، ١٩٨٩؛ وينكلير، ١٩٨٩؛)**نظرًا لأن الاقتصاد في الحركة والطاقة هو الأهم في السباق، فيجب توجيه حركة الجسم للأمام، مع أقل قدر ممكن من دوران الكتفين والذراعين من جانب إلى جانب، عندما ينزل الرياضي من الحاجز. عند اللمس، يجب أن يكون مركز ثقل جسم الرياضي فوق القدم الأمامية أو أمامها قليلاً. من خلال الهبوط على أصابع القدم أو مقدمة القدم، وليس على كامل القدم العدوة، مما يؤدى الى تقليل قوى الكبح الأمامي أو حركات التوقف وبالتالي سيكون في وضع جيد لخطوة التالية بعد الخروج من وضع الحاجز، وهو أمر بالغ الأهمية في إعادة تأسيس إيقاع الجري بعد الحاجز المرحلة الاخيرة. يتم ثني الساق الخلفية بإحكام حتى بداية اللمس بعد الحاجز. تكتمل حركتها بالنزول بسرعة إلى وضع الجري مع الركبة مرفوعة في وضع الركض أمام الجسم. يجب أن تكون خطوة الخروج من الحاجز قوية وسريعة يجب أن تكون خطوة الهروب قوية وباندفاع. حتى يتمكن العداء من اتباع أساسيات الركض السريع الجيد، وليس المبالغة في الخطوات الجري الواسعة. (١٨: ٧٥-٩١)

جدول 17 نسبة التحسن المئوية في بعض الخصائص البيو ميكانيكية بعد الحاجز (لحظة بداية اللمس بعد الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز ن= ٦

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي للقياس القبلي	المتوسط الحسابي للقياس البعدي	نسبة التحسن %
السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	5.143	8.457	64.420
السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم	م/ ث	3.118-	1.210-	61.187
الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م	3.150	3.300	4.762
العجلة المحصلة لمركز ثقل الجسم	م/ ث٢	30.740-	32.670-	6.278
زمن المروق	ث	0.376	0.338	10.018
مساحة المروق	م٢	3.550	3.707	4.413

يتضح من الجدول رقم (١٨)، وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية بعد الحاجز (لحظة بداية اللمس بعد الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في السرعة

الأفقية لمركز ثقل الجسم وبلغت 64.420 %، حيث تعتبر تلك المرحلة هي محصلة للعمل الميكانيكي على طول خطوة الحاجز منذ بداية اللمس قبل الحاجز وحتى لحظة بداية اللمس بعد الحاجز وكان ثاني المؤشرات البيوميكانيكية تطويرا هو مؤشر السرعة الراسية لمركز ثقل الجسم حيث بلغت نسبة التحسن (٦١.١٨٧) وتشير تلك النتائج الى صحة الفرض الثاني حيث اثر البرنامج التدريبي على زمن المروق في مرحلة نهاية السباق لعدائي ٤٠٠ متر حواجز بمرحلة نهاية السباق **و يتفق هذا مع ما أشار اليه Winckler** ان الحاجز الأخير يعتبر نقطة حرجة في السباق، حيث يكون العدائين قد استنفدوا معظم طاقتهم. هنا يتوجب على العداء الحفاظ على تركيزه والتحكم في تنفسه لتجاوز هذا الحاجز بأقل قدر من التباطؤ. أي تعثر أو فقدان للتوازن عند الحاجز الأخير قد يكلف الرياضي المركز أو الفوز، لذا يتطلب الأمر تحضيرًا تقنيًا وذهنيًا كبيرًا. (١٨: ٧٥- ٩١)

الاستخلاصات والتوصيات :

أولاً : الاستخلاصات

في ضوء هدف البحث وتساؤلاته وفى حدود عينة البحث ومن واقع البيانات التي تجمعت والإجراءات التي اتبعها الباحثان واعتمادا على نتائج التحليل الإحصائي ومناقشة النتائج تمكنت الباحثان من التوصل إلى الاستخلاصات التالية:

١/١/٥ وجود فروق ذات دلالة معنوية بين القياس القبلي والقياس البعدي لعينة البحث ولصالح القياس البعدي في المتغيرات قيد البحث. لجميع الخصائص المهارية والبدنية عدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في المتغيرات قيد البحث وكان أكبر المؤشرات البيو ميكانيكية تطويرا هو مؤشر المستوى الرقمي لسباق ٤٠٠ متر حواجز حيث كانت قيم (p. Value) وهي (٠.٠٤٦) ويرجع ذلك الى البرنامج التدريبي الذي اعتمد على تكثيف العمل على تطوير القدرات المهارية للمروق فوق الحاجز جنبا الى جنب مع تطوير القدرات البدنية وخاصتا تحمل السرعة (١) , (٢).

٣/١/٥ أن جميع قيم (p.Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز(لحظة أقصى تخميد قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث ، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث. وكانت أكثر المؤشرات البيوميكانيكية تأثيرا هي ارتفاع مركز ثقل الجسم حيث بلغت قيمته (٠.٥٩٨) ويرجع ذلك الى ان الهدف الرئيسي من تلك المرحلة هي مقاومة قوى الفرمة سريعا والعودة الى الدفع في الاتجاه الرأسي لمقاومة قوى الهبوط لذا فكلما كان مركز ثقل الجسم مرتفع كلما أمكن التغلب على قوى الفرمة بسهولة وكان أكبر القيم هو قيمة

السرعة المحصلة لركبة الرجل المرتكزة يسار حيث بلغت (0.292) ويرجع ذلك الى رغبة العداء في امتصاص الحركة والعودة الى حالة الدفع في الاتجاه الأفقي.

٤/١/٥ كانت قيم (p.Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز (لحظة كسر الاتصال قبل الحاجز) ، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث. وكان أكبر المؤشرات البيو ميكانيكية تطويرا هو ارتفاع مركز ثقل الجسم حيث بلغت قيمته (0.684)

٥/١/٥ كانت جميع قيم (p.Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية فوق الحاجز (لحظة تعامد مركز الثقل فوق الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث ، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث. ويرجع الباحثان هذه الفروق الدالة معنويا الي تطبيق البرنامج التدريبي الذي اشتمل على تدريبات نوعية (المتغير التجريبي) وكان أكبر القيم هو وتطبيق برنامج التدريب الذي يهدف الى تطوير الخصائص البيو ميكانيكية ومن تلك الخصائص التوازن وحرص الباحثان على توجيه عينة البحث الى بعض النقاط الهامة اثناء الاداء وقام الباحثان بمرقبتها وتصحيحها وكانت اهم نقاط التركيز هي ان تكون الساق الأمامية والذراع المقابلة تتحركان بالتوازي مع اتجاه العدو. ولا تتحركان إلى الداخل مع عدم فتح ركبة الساق الخلفية بسرعة كبيرة عند تجاوز الحاجز الا بعد لمس الرجل الحرة الارض بعد الحاجز.

٦/١/٥ جميع قيم (p.Value) المحسوبة أقل من مستوي المعنوية ٠.٠٥ لمعظم الخصائص البيوميكانيكية بعد الحاجز (لحظة بداية اللمس بعد الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز قيد البحث ، أي أن الفرق بين القياسين القبلي والبعدي معنوي وبه فروق دالة إحصائياً ولصالح القياس البعدي في معظم المتغيرات قيد البحث. وكان أكبر تلك القيم هي قيمة الإزاحة المحصلة لمركز ثقل الجسم والتي بلغت (0.249) واللذان يشير الى معاملين هامين وهما طول خطوة الحاجز الذي يكون في الغالب ضعف طول خطو السباق في ال ٤٠٠م عدو بدون حواجز كما يجب ان يكون مركز ثقل الجسم فوق او امام نقطة هبوط الرجل الحرة بعد الحاجز.

٦/١/٥ وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز (لحظة بداية اللمس قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم وبلغت 729.358 % وذلك للطبيعة الاجراءات التي يجب على العداء اتخاذها قبل المروق على الحاجز اذ يجب ان يحرص على ارتفاع مركز ثقل الجسم في الخطوة الاخيرة قبل الحاجز بالإضافة الى زيادة سرعة ايقاع الثلاث او الاربع خطوات الاخيرة قبل الحاجز .

٩/١/٥ وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز (لحظة أقصى تخميد قبل الحاجز) لعدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم وبلغت 59.202% وذلك نتيجة التدريبات النوعية بالبرنامج التدريبي الذي ساعد على تقليل قوى الفرملة الى اقصى درجة في لحظة أقصى تخميد من خلال الدفع بقدم الارتقاء في الارض في الاتجاه الراسي ومع ذلك فيجب ان تظل تلك القوى الراسية في الحد الادنى.

١٠/١/٥ وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية قبل الحاجز (لحظة كسر الاتصال قبل الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم وبلغت 77.017 % حيث يجب ان تكون الغاية الاساسية للمدرب هي زيادة السرعة الافقية لحظة كسر الاتصال قبل الحاجز ومحاولة تقليل الفاقد في تلك السرة الى الحد الادنى.

١١/١/٥ وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية فوق الحاجز (لحظة تعامد مركز الثقل فوق الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم وبلغت 921.739 % وتعتبر تلك الزيادة هي احدى اخطاء الاداء عدائين عينة البحث حيث يجب ان تكون السرعة الراسية في هذه اللحظة في الحد الادنى لها .

١٢/١/٥ وجود نسب تحسن مئوية بين القياسين القبلي والبعدي للعدائين من عينة البحث في بعض الخصائص البيوميكانيكية بعد الحاجز (لحظة بداية اللمس بعد الحاجز) بمرحلة نهاية السباق عدائي ٤٠٠ متر حواجز ، حيث كانت أعلي فروق في نسب التحسن في السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم وبلغت 64.420 %

ثانياً : التوصيات

استنادا إلى ما أسفرت عنه مناقشة وتفسير نتائج هذا البحث وفى ضوء الاستخلاصات التي تم التوصل إليها، يوصى الباحثان بما يلي:

١/٢/٥ طول خطوة المروق عدائين عينة البحث بطول خطوة المروق عدائين من النخبة نجد ان لاعبين النخبة يكون طول الخطوة لديهم في المتوسط ٣.٥١م اما العدائين من عينة البحث فكان طول خطوة الحاجز (٣.٧٠٧م) ويرجع الباحثان ذلك الى مستوى العدائين عينة البحث فعلى الرغم من تطور المستوى الرقمي عدائين عينة البحث الا انهم مازالوا في مرحلة العدائين المتوسطين بحاجة الى تطوير المستوى الرقمي من خلال تقصير طول خطوة المروق بما يتناسب مع طول خطوة لاعبي النخبة وما يعود فيه من تحسين زمن خطوة الحاجز

٤/٢/٥ بمقارنة متوسط زمن المروق عدائي النخبة في التعب وهو (0.305sec) بالعدائين من عينة البحث نجد ان متوسط زمن المروق عدائين عينة البحث (٠.338sec) نجد ان هناك فارق (0.033sec) في الحاجز الاخير فقط وهو يعكس ايضا حاجة هؤلاء العدائين الى المزيد من تطوير القدرة العضلية وتحمل السرعة وتطوير ايقاع السباق وفقا لمنحنيات توزيع سرعة السباق لتحسين زمن المروق فوق الحاجز.

٦/٢/٥ الاستعانة بالمؤشرات البيوميكانيكية التي تم التوصل اليها عند وضع البرامج التعليمية والتدريبية لعدائي ٤٠٠ متر حواجز.

٩/٢/٥ تفوق العدائين عينة البحث في السرعة الافقية لمركز ثقل الجسم في مرحلة نهاية السباق على لاعبي النخبة يظهر ذلك خلل في توزيع السرعة على مدار السباق وبالتالي الى الحاجز الى تطوير وحفظ ايقاع السباق الذي يؤدى الى تحقيق أكبر انجاز رقمي عدائين من عينة البحث.

قائمة المراجع

١. إبراهيم سالم السكار وآخرون (١٩٩٨): موسوعة فسيولوجيا مسابقات المضمار مركز الكتاب للنشر الطبعة الأولى، القاهرة،١٩٩٨.

٢. احمد السيد لطفي (١٩٩١م): دراسة عامليه لمكونات التوافق الحركي لدى متسابقي الحواجز. رسالة دكتوراه غير منشوره، كلية التربية الرياضية للبنين بالزقازيق، جامعة الزقازيق.

٣. أمنة فاضل (٢٠١٧): تأثير تمرينات خاصة على بعض المتغيرات البيو ميكانيكية لتطوير إنجاز ٤٠٠م/ح للناشئين ، كلية التربية الرياضية وعلوم الرياضة ، جامعة بابل، بحث منشور في المجلة الدولية للبحوث الرياضية المتقدمة ، المجلد ٤ ، العدد ١.

٤. إيناس عزت احمد (٢٠٠٩): ديناميكية تطور بعض القدرات التوافقية الخاصة بالوثب العالى كأساس لفاعلية برنامج تدريبي للأطفال من ٩ – ١٢ سنة .

٥. إيهاب عادل عبد البصير (٢٠٠٨م): نظريات وتطبيقات الميكانيكا الحيوية في الحركات الرياضية

٦. حنان السيد عبد الفتاح (١٩٩٣): الخصائص الديناميكية لخطوة الحاجز في سباق ٤٠٠ متر حواجز رسالة دكتوراة غير منشورة كلية التربية الرياضية للبنات بالجزيرة، جامعة حلوان.

٧. محمد إبراهيم عوض عبد السلام الشرقاوي (٢٠٠٤م) المؤشرات البيوميكانيكية المؤثرة على بعض المراحل الفنية في سباق ٤٠٠ متر حواجز، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية الرياضية ، جامعة طنطا.

٨. محمود طارق إبراهيم محمد طبانة (٢٠١٦): تعين خصائص الخطو لمتسابقي ٤٠٠ متر حواجز, رسالة ماجستير غير منشورة كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية.

٩. محمود فتحي محمود (١٩٩٠)التحليل الزمن للمراحل الاداء في سباق ٤٠٠م حواجز رجال، المؤتمر العلمي الأول كلية التربية الرياضية بنات، جامعة الزقازيق،٢١- ٣١ مارس.

١٠. مدحت عبد الحميد سالم: تأثير احمال تدريبية مختلفة الاتجاهات لتنمية التحمل الخاص على بعض المتغيرات الفسيو كيميائية والمستوي الرقمي لمتسابقي ٤٠٠ متر حواجز. رسالة دكتوراة – كلية التربية الرياضية للبنين ، جامعة الإسكندرية. ٢٠٠٨

11. Brown1989 Clearance Technique Differences in the high and 400m Hurdles Track & field. Farmington, USA, Nov2005. 1989.
12. Dakin National 400m Hurdles Event Project Continuity Of Speed across The Hurdles UK Hurdles ESCL. 2004.
13. Haroled Smith: The kinematic sequence to cover the tenth hurdle in the 400 m/h race in the final of the 1988 Seoul Olympic Games.1991. Hurdles ESCl. 2004.
14. Jurgen Schiffer: The 400m hurdles, New Studies in Athletics, February,2012.
15. Max Roberson (1990) : The Merits Of Speed Oriental Training For The 400m Hurdles, New Studies In Athletics. Q.m.vol 5 No 4.
16. Ralph V. Mann: The Mechanics of Sprinting and Hurdling, Edition 2018.
17. Schaffer, J: The biomechanics of hurdling Optimizing performance in track and field. Journal of Applied Biomechanics, 27. (2019).
18. Winckler, G.: 400m Hurdles, in j. L Rogers (ED)USA Track & field Coaching, Manual (75-91) Champaingn, 111: USA Track & field. Human Kinetics (2000).