

Relationship between Selected Kinetic Variables and Achievement Time in the 4 × 10 m Shuttle Run Test

علاقة قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية بزمان الإنجاز للمشاركين باختبار الجري الارتدادي ١٠ × ٤ م

Osama Abdel Fattah^{*1}, Majed Osaileh², Lina Hussein³.

¹Ministry of Education, Amman, Jordan.

²Al-Ahliyya Amman University, Alsalt, Jordan.

³The University of Jordan, Amman, Jordan.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 05 Apr 2019

Accepted 13 Jun 2019

Published 01 Jan 2021.

*Corresponding author:

Ministry of Education, Amman, Jordan.

Email: osamhsaf-2811@hotmail.com.

Abstract

This study aimed to identify the values of some kinematic variables that influence the achievement time in the 4 × 10 m shuttle run test within the King Abdullah II Award for Physical Fitness. Additionally, the study examined the relationship between these variables and the achievement time. To achieve this, the researchers used a descriptive approach with eight healthy male students from first Zarqa education. The participants were recorded using two Sony HDR-CX220E video cameras at a speed of 50 frames per second. The study examined the following variables: stride length, stride frequency, rotation time, the high gravity center of the body at the moment of repression, average speed, and efficiency index. The results showed that the average stride length was 1.11 meters, representing approximately 76% of the average height of the participants. The average number of steps was 36.25. Additionally, the study revealed a statistically significant correlation between the completion time and both the average speed and the efficiency index. The findings also indicated that variables such as average speed, stride length, efficiency index, and step frequency could explain 100% of the variance in the dependent variable, which is the completion time. The researchers recommend that physical education teachers consider the findings of this study to improve training and performance.

Keywords: King Abdullah II Award, Fitness, Shuttle Run Test, Kinematic Analysis.

المخلص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في زمن إنجاز اختبار الجري الارتدادي (١٠ × ٤ م) للطلاب المشاركين في جائزة الملك عبد الثاني للياقة البدنية، كذلك علاقة هذه القيم بزمان الإنجاز. ولتحقيق ذلك أستخدم الباحثون المنهج الوصفي على عينة تكونت من (٨) طلاب في تربية الزرقاء الأولى للفئة العمرية (١٣) سنة. حيث تم تصوير عينة الدراسة باستخدام كاميرا فيديو نوع سوني (Sony HDR-CX220E) عدد (٢)، وبلغت سرعة كل منهما (٥٠) صورة/ث. حيث تم وضعهما عاموديا على المستوى الجانبي للحركة. وتناولت الدراسة بعض

المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في زمن الإنجاز منها: طول الخطوة، تردد الخطوة، ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة إمساك القمع، مؤشر الفعالية. حيث أشارت نتائج هذه الدراسة إلى انخفاض طول الخطوة لدى عينة الدراسة، وبمتوسط بلغ (١,١١) م وبنسبة ٧٦٪ من متوسط طول العينة، كذلك ارتفاع متوسط عدد الخطوات والذي بلغ (٣٦,٢٥). كذلك أظهرت الدراسة وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائية بين زمن الإنجاز ومعدل السرعة ومؤشر الفعالية. بالإضافة إلى ذلك أشارت النتائج أن متغيرات (معدل السرعة، معدل طول الخطوة، مؤشر الفعالية ومعدل تردد الخطوة) استطاعت أن تفسر (١٠٠) % من التغيرات الحاصلة في المتغير التابع (زمن الإنجاز). ويوصي الباحثون بضرورة اطلاع معلمي التربية الرياضية على نتائج هذه الدراسة.

الكلمات المفتاحية: جائزة الملك عبد الله الثاني، اللياقة البدنية، اختبار الجري الارتدادي، التحليل الكينماتيكي.

١. المقدمة

١,١ الإطار النظري والدراسات السابقة

إن قلة ممارسة الطلاب للأنشطة الرياضية يُعتبر أحد العوامل المساعدة في زيادة الإصابة بالأمراض المرتبطة بقلة الحركة، وعليه فإن الالتزام بتلك الأنشطة من شأنه أن يُحسن من مستوى اللياقة البدنية والتي بدورها تساهم إيجاباً في الوقاية من تلك الأمراض، كذلك في الارتقاء بأداء المهارات الحركية المختلفة. فاللياقة البدنية ترتبط بشكل رئيس بالصحة وبالمهارات الحركية المرتبطة بالأداء (Leung et al., 2008; Mesa et al., 2006; Greenberg et al., 2011). حيث يشير مفهوم اللياقة البدنية إلى قدرة الفرد على أداء المهام والمتطلبات اليومية بنشاط وفعالية دون تعب مع وجود فائض من الطاقة يمكن استخدامه عند الحاجة لمواجهة الحالات الطارئة غير المتوقعة (Clarke, 1974). ويمكن الإشارة صحة الطلاب ترتبط بدرجة كبيرة بمستوى اللياقة البدنية، حيث تشير المستويات المنخفضة للياقة البدنية إلى خطر ارتفاع مؤشر كتلة الجسم، محيط الخصر، ضغط الدم الانقباضي، وزيادة مقاومة خلاي الجسم للأنسولين (rtega et al., 2008; Smith et al., 2014).

ومن المعلوم أن اللياقة البدنية تساهم في تحقيق التفوق الرياضي في مختلف الألعاب الرياضية، فهي الأساس الذي تعتمد عليه عمليات الإعداد الأخرى؛ لذلك تُعتبر من المتطلبات الأساسية للنجاح في المجال الرياضي والوصول إلى المستويات العليا. ولمثل هذه الأسباب وغيرها أطلق جلاله الملك عبد الله الثاني مبادراته في حزيران ٢٠٠٤م من خلال وضع برنامج للياقة البدنية مشابه لبرنامج تحدي الرئيس الأمريكي. وتبنت وزارة التربية والتعليم هذا المشروع من خلال تطبيقه بالتعاون مع الاتحاد الأردني للرياضة المدرسية. ويشمل برنامج الجائزة خمس اختبارات هي: ثني الجذع من الرقود، ثني الذراعين من الانبطاح المائل، المرونة، الجري الارتدادي (١٠×٤م)، والجري لمسافة (١٦٠٩م) (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٥).

إن تحسين زمن الإنجاز في اختبار الجري الارتدادي (٤×١٠م) يتطلب معرفة المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الأداء: زمن رد الفعل، طول الخطوة، عدد الخطوات، القيم الرقمية لزوايا المفاصل أثناء تنفيذ الاختبار. وغالباً ما يوظف علم البيوميكانيك في الكشف عن هذه المتغيرات، من خلال معرفة مدى فعاليتها (Shana & Westerhoff, 2005). وبالتالي المساهمة في توجيه عملية التدريب، وتوفير الأساس النظري الذي يساهم في فهم المعلمين لهذا الاختبار من خلال إنشاء ملف للمتغيرات الكينماتيكية المثلى أو التي تكون أكثر فعالية في تحسين الإنجاز، وبالتالي مساعدة المعلم على تقديم التغذية الراجعة الموضوعية، كذلك المساهمة في سرعة تعلم الطالب وتحسين التكنيك (Lees, et al., 2010). حيث تُعتبر الاختبارات أداة مهمة بالنسبة للمعلمين لدورها الإيجابي في تحديد نقاط الضعف لدى الطلاب بناءً على الأهداف المحددة لهذه الاختبارات.

ويتطلب ذلك توظيف البرمجيات الحديثة في ذلك كاستخدام التصوير وتحليل الفيديو على نطاق واسع لتجنب الاعتماد فقط على العين المجردة، كذلك مساعدة المعلمين على الاعتماد على الملاحظة الموضوعية وذلك من خلال الصور والبيانات الرقمية للمتغيرات المؤثرة بالأداء (Reilly, 2001). ولا سيما تحليل تكنيك اللاعب أثناء أداء الاختبار والذي بدوره يساهم في زيادة كفاءة المدرب ويُحسن الأداء أثناء المنافسة (Hughes & Behan, 2007). لذلك فإن علم البيوميكانيك يهتم بدراسة النظام البيولوجي والحركي للإنسان، كذلك يهتم بتحليل تكنيك اللاعب في مختلف الرياضات باستخدام أنواع مختلفة من التحليلات (الكمي، والنوعي)، والتحليل (الكينماتيكي، والكيناتيكي)، كذلك يستخدم العديد من الأجهزة كمنصة القوة، وجهاز تخطيط العضلات، وذلك لقياس المتغيرات الميكانيكية المؤثرة على الأداء والحصول على بيانات رقمية

وموضوعية تساهم في تطوير عملية التدريب والإنجاز، كذلك يقدم العديد من التطبيقات للمواقف التي يمكن أن تحدث في المنافسة (Baca, 2003). كذلك يعتبر علم البيوميكانيك الأساس في تنمية اللاعب؛ لأن هذا الاختبار له هيكل ميكانيكي، مما يساعد المعلم على شرح طريقة الأداء، والتركيز على الشروط الميكانيكية المرتبطة به، وهذا يساعد على سرعة التعلم وتحسين الإنجاز (Davids & Burwitz, 2000).

وفي هذا المجال يشير (Koyama, et al., 2011) أن متوسط عدد الخطوات في مسابقة (١٠٠ م) بلغ (٤٩,٢) خطوة، أما متوسط طول الخطوة فبلغ (٢,٠٤) م، كذلك أشارت الدراسة أن متوسط تردد الخطوات بلغ (٤,٤٢) خطوة/ث، في حين بلغ متوسط السرعة (٨,٨٠) م/ث، أما متوسط سرعة الاستجابة فبلغ (٠,١٧) ث. كذلك يشير الفضلي (٢٠١٠) أن هناك علاقة بين طول اللاعب وخطوته، حيث تعتبر النسبة المثلى لطول الخطوة نسبةً لطول اللاعب هي (١,١٤) % من طول اللاعب، وأن طول خطوة (١,٧٥) م، وبتردد (٤) خ/ث، وبمعدل للسرعة (٧) م/ث يعتبر جيداً. ويشير عطيات وآخرون (٢٠١٨) أن متوسط طول الخطوة بلغ (١,٠٦) م، متوسط عدد الخطوات بلغ (٣٧,٧) خطوة، متوسط مؤشر الفعالية بلغ (٣,٥٦) م/ث. م، في حين بلغ متوسط زمن الدوران (١,٣٢) ث.

ما تميزت به هذه الدراسة

ارتبطت هذه الدراسة بعملية التدريب الرياضي من خلال البيانات الرقمية الدقيقة التي ستقدمها، وبالتالي يستطيع معلم التربية الرياضية من خلالها الوقوف على مستوى إنجاز الطلاب في هذا الاختبار وبالتالي تقديم تغذية راجعة موضوعية.

٢. مشكلة الدراسة وأسئلتها

ترتبط اللياقة البدنية إيجاباً بالعديد من المجالات الحيوية كالقوام الجيد، الوقاية من أمراض العصر. حيث ظهرت مشكلة الدراسة من خلال الاطلاع على إحصائيات وزارة التربية والتعليم للعام الدراسي ٢٠١٥/٢٠١٦م حيث أشارت تلك الإحصائيات أن ٢٢,٦٪ فقط من الطلاب الذين تأهلوا على مستوى وزارة التربية والتعليم نجحوا في اختبار الجري الارتدادي. بالإضافة إلى ذلك ومن خلال خبرة الباحثين وعملهم في الجائزة وجدوا أن هناك ضعف في أداء الطلاب لهذا الاختبار، وغالباً ما يكون سبباً في عدم تأهل الطالب للمنافسة على مستوى الوزارة. كذلك هناك تباين في وجهات النظر حول تفسير هذا الضعف، فالبعض يشير إلى المعيار المطلوب في هذا الاختبار بأنه مرتفع ويصعب تحقيقه، والبعض الآخر يشير إلى عدم الوصول إلى التكنيك الصحيح في أداء هذا الاختبار. ولمثل هذه الأسباب وغيرها قام الباحثون بإجراء هذه الدراسة من أجل القيام بتشخيص كينماتيكي لأداء الطلاب في هذا الاختبار من أجل التعرف إلى نقاط القوة والضعف في أداء الطلاب، كذلك تزويد المعلمين ببيانات رقمية يمكن أن تساعدهم في تقديم التغذية الموضوعية والتي من شأنها رفع مستوى الطلاب في هذا الاختبار.

٢,١ أسئلة الدراسة

هدفت هذه الدراسة إلى الإجابة عن التساؤلين الآتيين:

١. ما قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الإنجاز (طول الخطوة، تردد الخطوة، زمن الدوران، ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة إمساك القمع، المسافة بين القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع، المسافة بين القدم وخط البداية في الخطوة الأولى، معدل السرعة، مؤشر الفعالية)؟

٢. هل يوجد علاقة بين قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة بزمن إنجاز هذا الاختبار؟

٣. أهمية وأهداف الدراسة

٣,١ أهمية الدراسة

إن الاهتمام بتحليل هذا الاختبار من الناحية الكينماتيكية يعتبر مفتاح التفوق، وهذا يتطلب التعرف إلى المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الأداء، لذلك تبرز أهمية الدراسة في النقاط الآتية:

١. الموضوع الذي تناولته الدراسة حيث تُعد اللياقة البدنية مفتاح التفوق في الرياضات المختلفة والمحافظة على الصحة.

٢. قلة الدراسات العلمية في الأردن التي تطرقت إلى توظيف علم البيوميكانيك في التعرف إلى المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الأداء.

٣. يأمل الباحثون أن تساهم نتائج هذه الدراسة في مساعدة القائمين على هذه الجائزة بالنهوض بمستوى الإنجاز لدى الطلاب في هذا الاختبار من خلال توفير بيانات رقمية وموضوعية لقيم المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة على الأداء، ودعم المعلمين بمعلومات موثوقة حول تكتيك الأداء.

٣,٢ أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة التعرف إلى:

١. قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الإنجاز (طول الخطوة، تردد الخطوة، زمن الدوران، ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة إمساك القمع، المسافة بين القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع، المسافة بين القدم وخط البداية في الخطوة الأولى، معدل السرعة، مؤشر الفعالية).

٢. علاقة قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة بزمن الإنجاز في هذا الاختبار.

٤. مصطلحات الدراسة

جائزة الملك عبد الله الثاني لللياقة البدنية

هي عبارة عن مشروع تبنته وزارة التربية والتعليم وبالتعاون مع الجمعية الملكية للتوعية الصحية، وهي مبادرة من جلالة الملك عبد الله الثاني تهدف إلى رفع مستوى اللياقة البدنية لدى طلاب المدارس ورفع مستوى الوعي الصحي لديهم (إجرائي).

اختبار الجري الارتدادي ١٠×٤ م

يعتبر من اختبارات الجائزة والذي يهدف إلى قطع مسافة ١٠ م أربع مرات بأقل زمن ممكن (إجرائي).

اللياقة البدنية

هي القدرة على أداء المهام اليومية بنشاط وفعالية دون تعب مع وجود فائض من الطاقة يمكن استخدامه لمواجهة الحالات الطارئة غير المتوقعة (Clarke, 1974).

الكينماتيك (Kinematic)

"هو العلم الذي يهتم بدراسة الوصف الخارجي للحركة دون التطرق إلى القوى المسببة لهذه الحركة، وهو مصطلح يوناني ويعني الحركة (Blazevich, 2017).

٥. محددات الدراسة

- المحدد الزمني: تم إجراء الدراسة في الفترة الواقعة ما بين ١٢/١ - ٢٥/١٢/٢٠١٦ م.
- المحدد المكاني: تم إجراء الدراسة في المملكة الأردنية الهاشمية - الزرقاء.
- المحدد البشري: تم إجراء الدراسة على طلاب الفئة العمرية (١٣) سنة في تربية الزرقاء الأولى.

٦. إجراءات الدراسة

٦,١ منهج الدراسة

قام الباحثون باستخدام المنهج الوصفي، وذلك لملاءمته وطبيعة الدراسة وأهدافها.

٦,٢ مجتمع الدراسة

تكون مجتمع الدراسة من الطلاب المشاركين في جائزة الملك عبد الله الثاني لللياقة البدني للعام الدراسي (٢٠١٧/٢٠١٦) للفئة العمرية (١٣) عام والذين تأهلوا على مستوى الوزارة في تربية الزرقاء الأولى والبالغ عددهم (٢٥) طالب.

٦,٣ عينة الدراسة

تكونت عينة الدراسة من (٨) طلاب للفئة العمرية (١٣) عام ممن تأهلوا على مستوى الوزارة في تربية الزرقاء الأولى، ولم يحققوا أي ميدالية بسبب عدم اجتياز اختبار الجري الارتدادي، وتم اختيارها بطريقة عمدية، والجدول (١) توصيف عينة الدراسة.

جدول (١): توصيف عينة الدراسة

العينة / ن	متوسط العمر / سنة	متوسط الطول / سم	متوسط الكتلة / كغم
٨	١٣	١٤٦	٤٦

٦,٤ أدوات الدراسة

قام الباحثون باستخدام الأدوات والأجهزة الآتية لجمع بيانات عينة الدراسة:

- ميزان طبي لقياس كتلة وطول الطالبة.
- كاميرا تصوير فيديو عدد (٢)، نوع سوني (Sony HDR-CX220E) وبلغت سرعة كل منهما (٥٠) صورة/ث.
- حامل ثلاثي عدد (٢) لتثبيت الكاميرات عليها وهو متعدد الارتفاعات.
- متر معدني طوله (١٥) م.
- مقياس رسم (١٠٠) سم.
- استمارات تسجيل.
- علامات فسفورية لاصقة (علامات إرشادية) وضعت على مفاصل الجسم (الحوض، الركبة، والكاحل، الكتف، الكوع، الرسغ).
- جهاز حاسوب نوع (DELL 7FRP).
- برنامج حاسوب خاص بالتحليل الحركي يسمى كينوفا (Kinovea). وهو برنامج للتحليل الحركي ومتوفر بعدة لغات منها: الإنجليزية، الفرنسية والإيطالية. ويعتبر من البرامج المتاحة عبر الإنترنت بشكل مجاني ويتوفر بأربعة إصدارات هي: Kinovea 0.8.24 exe، Kinovea 0.8.20 exe، Kinovea 0.8.15 exe، Kinovea 0.8.25 exe.
- أقماص بلاستيكية.

إجراءات جمع البيانات

- تم تجهيز عينة الدراسة ووضع العلامات الفسفورية على مفاصل الجسم بعد الإحماء المناسب.
- تم تثبيت كاميرتي التصوير على الحوامل الثلاثية على أرض مستوية. حيث تم وضع الكاميرا الأولى (خط البداية) عامودياً على المستوى الجانبي، وعلى بعد (٧,٢٠) م من البداية، وبلغ ارتفاع الكاميرا عن الأرض (١) م، وتم الحصول على متغيرات الانطلاق والخطوة الأولى منها. أما الكاميرا الثانية (خط النهاية) فتم وضعها عامودياً على المستوى الجانبي، وعلى بعد (٧,٢٠) م من النهاية، وبلغ ارتفاع الكاميرا عن الأرض (١) م، وتم الحصول على متغيرات: زمن الدوران ومسافة القدم الأمامية عن خط النهاية وارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة إمساك القمع.
- تم التأكد من صلاحية كاميرات التصوير من خلال المحاولات التجريبية لعينة الدراسة، والتي تم إعادة مشاهدتها قبل البدء بتصوير المحاولة الرئيسية.

- تم التصوير بتاريخ ٢٠١٧/١٢/٢٠ الساعة العاشرة صباحاً.
- تم إجراء الاختبار على أرضية من الموكيت، وهي المعتمدة في اختبارات الجائزة.
- قام الطلاب بإجراء محاولتين بعد الإحماء، حيث تم تحليل أفضل محاولة للطلاب بالاعتماد على زمن الإنجاز.
- بعد الانتهاء من التصوير وقبل مغادرة الموقع تم التأكد من أن التصوير وموجود على الذاكرة الخارجية لكاميرا التصوير.
- نقل المادة الفلمية المصورة من الذاكرة الخارجية للكاميرا إلى جهاز الحاسوب.
- تم الحصول على القيم الرقمية لمتغيرات الدراسة باستخدام برنامج للتحليل (Kinovea).

المعاملات العلمية

قام الباحثون بالتحقق من تجانس قيم مؤشرات الإحصاء الوصفية للمتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة، والجدول (٢) يوضح ذلك.

جدول (٢): يوضح قيم مؤشرات الإحصاء الوصفي للمتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة

المتغيرات الكينماتيكية	أصغر قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف	معامل الالتواء
زمن الإنجاز/ ث	١٠	١١,١٣	١٠,٤٢	٠,٤١	٠,١٦٤	٠,٨٥٨
عدد الخطوات	٣٣	٤٠	٣٦,٢٥	٣,١٥	٩,٩٢	٠,١٣٢
معدل تردد الخطوة/خ/ث	٣	٣,٩٦	٣,٤٧	٠,٣	٠,٠٩١	٠,١١١
معدل طول الخطوة/ م	١	١,٢١	١,١١	٠,٠٩٦	٠,٠٠٩	-٠,٠٣٣
المسافة بين القدم وخط البداية في الخطوة الأولى/ سم	٣١,٣٣	٧٦	٤٦,٧٧	١٠,٦٤	٩,٧٦	٠,١١٨
المسافة بين القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع/ سم	٢	٣٣	١٠,٠٢	١٠,٦٤	١٣,١٦	٠,٤٩
ارتفاع مركز الثقل/ سم	٤٧,٢٩	٥٦,٩٤	٥٢,٢٦	٣,٨٧	١٥,٠٣	-٠,٠٠٦
زمن الدوران/ث	٠,٤٨	٠,٦٢	٠,٥٣	٠,٠٥٢	٠,٠٠٣	٠,٦٣٣
معدل السرعة	٣,٥٧	٣,٩٩	٣,٨٢	٠,١٦	٠,٠٢٦	-٠,٦٧٥
مؤشر الفعالية	٣,٦٤	٤,٨٣	٤,٢٤	٠,٤٤	٠,١٩٤	-٠,١٤٧

يشير الجدول (٢) إلى قيم بعض مؤشرات الإحصاء الوصفي للمتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة. ويُعبر معامل الاختلاف عن مقدار تجانس أداء أفراد عينة الدراسة في المتغيرات المبينة، ومن المعلوم إن معامل الاختلاف يشير إلى نسبة الانحراف المعياري إلى المتوسط الحسابي وعادة ما تكون القيم المفضلة لمعامل الاختلاف عندما تكون أقل من ٥٠٪ وباستعراض القيم المدرجة في الجدول يتبين إن أكبر قيمة كانت (١٣,١٦) % لمتغير المسافة بين القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع، وتعتبر هذه القيمة منخفضة جداً، وعليه يمكن الاستنتاج بتجانس أفراد عينة الدراسة في هذه المتغيرات. كما يبين الجدول قيم معاملات الالتواء لمتغيرات الدراسة ومن المعلوم إن الالتواء هو مقياس لمدى سوية توزيع البيانات ومقاربتها لمنحنى توزيع البيانات الطبيعي (الافتراضي)، وعادة ما يتم قبول قيم معامل الالتواء إذ انحصرت بين القيمتين (-٣) إلى (+٣) على اعتبار إن الالتواء هو العزم الثالث حول المتوسط الحسابي إلا أن بعض المرجعيات تعتبر إن مدى القيم المقبولة لمعامل الالتواء يفضل أن تنحصر بين (-١) إلى (+١) وباستعراض قيم الالتواء يتبين أن أقل قيمة قد ظهرت هي (-٠,٦٧٥) لمتغير معدل السرعة وأقصى قيمة (٠,٨٥٨) لمتغير زمن الإنجاز، ومن الواضح أن هذه القيم تندرج ضمن مدى الطبيعي لمعاملات الالتواء.

وصف اختبار الجري الارتدادي ١٠×٤ م

يعتبر هذا الاختبار أحد محاور جائزة الملك عبد الله الثاني لللياقة البدنية، ويقوم المشترك فيه بالجري ١٠ م لأربع مرات على قطعة من الموكيت. حيث يرسم خطين متوازيين المسافة بينهما ١٠ م، يسمى الخط الأول خط البداية، والآخر الخط النهائي. يقف اللاعب خلف خط البداية وينتظر إشارة البدء، ويوضع قمعين على خط النهاية.

عند إعطاء إشارة البدء يعدو اللاعب سريعا ويلتقط القمع الأول من خط النهاية، ثم يعود إلى خط البداية لوضع القمع خلفه، ثم يعود ليلتقط القمع الثاني وينطلق ليتجاوز خط البداية، ويحسب للاعب الزمن المتحقق والشكل (١) يوضح ذلك.



شكل (١): يوضح اختبار الجري الارتدادي

وصف متغيرات الدراسة

- زمن الإنجاز في اختبار الجري الارتدادي ١٠×٤ م.
- طول الخطوة: تم حسابها من خلال قسمة المسافة الكلية/ عدد الخطوات.
- معدل تردد الخطوة: تم حسابه من خلال قسمة عدد الخطوات على الزمن الكلي.
- زمن الدوران: هو متوسط الزمن المستغرق لحظة إمساك الطالب القمع حتى البدء بالجري للأمام لمرتين، وزمن وضع القمع، والجري لمرة، واحدة.
- ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة إمساك القمع: المسافة العامودية ما بين مركز ثقل الطالب والأرض لحظة إمساك القمع.
- متوسط المسافة بين مقدمة القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع.
- المسافة بين القدم وخط البداية في الخطوة الأولى (طول الخطوة الأولى).
- معدل السرعة: تم حسابه من خلال ضرب طول الخطوة في ترددها.
- مؤشر الفعالية: وتم حسابه من خلال ضرب السرعة في طول الخطوة.

٦,٥ المعالجة الإحصائية

قام الباحثون باستخدام المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، معامل الالتواء، معامل الاختلاف، النسب المئوية، اختبار (T.test)، والانحدار المتعدد لمعالجة البيانات إحصائياً.

٧. نتائج الدراسة ومناقشتها

للإجابة عن تساؤل الدراسة الأول والذي ينص على: ما قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الإنجاز (زمن الإنجاز، طول الخطوة، تردد الخطوة، زمن الدوران، ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة إمساك القمع، المسافة بين القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع، المسافة بين القدم وخط البداية في الخطوة الأولى، معدل السرعة، مؤشر الفعالية)؟ ولتحقيق ذلك قام الباحثون باستخدام برنامج (Kinovea) لتحليل أداء عينة الدراسة في هذا الاختبار، كذلك تم استخدام المتوسطات

الحسابية، والانحرافات المعيارية، والجدول (٣) يوضح ذلك.

جدول (٣): توصيف لقيم المتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة ن=٨

المتغيرات	رقم العينة	زمن الإنجاز/ث	عدد الخطوات	معدل تردد الخطوة/خ/ث	معدل طول الخطوة/م	المسافة بين القدم وخط البداية في الخطوة الأولى/سم	المسافة بين القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع/سم	ارتفاع مركز الثقل/سم	زمن الدوران/ث	معدل السرعة	مؤشر الفعالية
١	١٠	٣٣	٣٣	٣,٣	١,٢١	٥٥,٦٧	٣٣	٥٥,٥٦	٠,٥٦	٣,٩٩	٤,٨٣
٢	١٠,٧٨	٤٠	٣٩	٣,٧١	١	٤٣,٦	١٠	٥٠,٦٨	٠,٦	٣,٧١	٣,٧١
٣	١١,١٣	٣٩	٣٩	٣,٥	١,٠٢	٥٧,٣٥	٦	٤٨,٦٢	٠,٥٢	٣,٥٧	٣,٦٤
٤	١٠,١٩	٣٣	٣٣	٣,٢٣	١,٢١	٣٤,٧١	٤	٤٧,٢٩	٠,٤٨	٣,٩	٤,٧٢
٥	١٠,٧٢	٣٣	٣٣	٣	١,٢١	٣٧,٣٩	٤,١٦	٥٦,٩٤	٠,٦٢	٣,٦٣	٤,٣٩
٦	١٠,١	٤٠	٤٠	٣,٩٦	١	٤٨,٧٦	٣	٤٨,٦٢	٠,٤٨	٣,٩٦	٣,٩٦
٧	١٠,٢٦	٣٥	٣٥	٣,٤١	١,١٤	٣١,٣٣	٢	٥٤,٢٢	٠,٥٢	٣,٨٨	٤,٤٣
٨	١٠,١٦	٣٧	٣٧	٣,٦٤	١,٠٨	٤٥	١٨	٥٦,١٢	٠,٥١	٣,٩٣	٤,٢٥
المتوسط	١٠,٤٢	٣٦,٢٥	٣٦,٢٥	٣,٤٧	١,١١	٤٦,٧٧	١٠,٠٢	٥٢,٢٦	٠,٥٣	٣,٨٢	٤,٢٤

للإجابة عن تساؤل الدراسة الثاني والذي ينص على: هل يوجد علاقة بين قيم المتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة بزمن الإنجاز؟ ولتحقيق ذلك استخدم الباحثون المصفوفة الارتباطية للكشف عن العلاقات الارتباطية بين المتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة، والجدول (٤) يوضح ذلك.

جدول (٤): يوضح العلاقات الارتباطية بين المتغيرات الكينماتيكية وزمن الإنجاز لعينة الدراسة

المتغيرات	زمن الإنجاز/ث	عدد الخطوات	معدل تردد الخطوة/خ/ث	معدل طول الخطوة/م	المسافة بين القدم وخط البداية في الخطوة الأولى/سم	المسافة بين القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع/سم	ارتفاع مركز الثقل/سم	زمن الدوران/ث	معدل السرعة	مؤشر الفعالية
زمن الإنجاز/ث	١	٠,٣٦٣	-٠,١١٥	-٠,٣٧	٠,١٨	-٠,٣٧٩	-٠,١٩٥	٠,٤٥١	-٠,٩٨**	-٠,٧٠٠*
عدد الخطوات	٠,٣٦	١	٠,٨٨٣**	-٠,٩٩٩**	٠,٣٩٩	-٠,٢٤٥	-٠,٤٥٥	-٠,١٥٨	٠,٢١٥	-٠,٩١٥**
معدل تردد الخطوة/خ/ث	-٠,١٢	٠,٨٨٣**	١	-٠,٨٨٠**	٠,٣٤٦	-٠,٠٦٤	-٠,٤٠٣	-٠,٤١٧	٠,٢٦٨	-٠,٦٢١

معدل طول الخطوة/ م	٠,٣٧	-٠,٩٩٩**	-	١	-٠,٣٩٦	٠,٢٤٨	٠,٤٤١	٠,١٧٣	٠,٢٢	٠,٩١٧**
المسافة بين القدم وخط البداية / سم	٠,١٨	٠,٣٩٩	٠,٣٤٦	-٠,٣٩٦	١	٠,٥٤٦	٠,١٢٦	-٠,٠٢٤	٠,٠٧٣	-٠,٣٤٦
المسافة بين القدم وخط / سم	-٠,٣٨	-٠,٢٤٥	-٠,٠٦٤	٠,٢٤٨	٠,٥٤٦	١	٠,٤٦٣	٠,١٩٨	٠,٤١٤	٠,٣٨٨
ارتفاع مركز الثقل / سم	-٠,٢	-٠,٤٥٥	-٠,٤٠٣	٠,٤٤١	-٠,١٢٦	٠,٤٦٣	١	٠,٥٤٩	٠,٠٨٩	٠,٣٩٥
زمن الدوران/ ث	٠,٤٥	-٠,١٥٨	-٠,٤١٧	٠,١٧٣	-٠,٠٢٤	٠,١٩٨	٠,٥٤٩	١	٠,٥٢٧	-٠,٠٧٥
معدل السرعة	-٠,٩٨**	-٠,٢١٥	٠,٢٦٨	٠,٢٢	-٠,٠٧٣	٠,٤١٤	٠,٠٨٩	-٠,٥٢٧	١	٠,٥٨٨
مؤشر الفعالية	-٠,٧٠*	-٠,٩١٥**	-٠,٦٢١	٠,٩١٧**	-٠,٣٤٦	٠,٣٨٨	٠,٣٩٥	-٠,٠٧٥	٠,٥٨٨	١

** (Correlation is significant at the 0.01 level)

* (Correlation is significant at the 0.05 level)

يشير الجدول (٣) أن زمن عينة الدراسة في هذا الاختبار تراوح ما بين (١٠-١١,١٣) ث، وبمتوسط بلغ (١٠,٤٢) ث. ويعتبر هذا الزمن مرتفع وفق معايير جائزة الملك عبد الله الثاني للياقة البدنية لهذا الاختبار في هذه الفئة العمرية (١٣) سنة، لأن الهدف هو تحقيق أقل زمن ممكن. وحسب معيار الجري الارتدادي للفئة العمرية (١٣) سنة تتراوح العلامات المتحققة لعينة الدراسة ما بين (١٠-٦٥) من ١٠٠. وبالتالي يكون سببا في عدم حصول الطالب على أي ميدالية. ويرى الباحثون أن ارتفاع هذا الزمن ناتج عن غياب التكنيك الصحيح لأداء الاختبار والذي ظهر جليا من خلال نتائج عينة الدراسة، والتي سوف يتم ذكرها وفق متغيرات الدراسة. حيث يشير الجدول (٣) أن متوسط طول الخطوة لدى عينة الدراسة (١,١١) م، ويعتبر هذا الطول قصيرا، حيث شكل (٠,٧٦) % من متوسط الطول لعينة الدراسة والبالغ (١,٤٦) سم. وفي هذا المجال يشير (الفضلي، ٢٠١٠) أن هناك علاقة بين طول اللاعب وخطوته، حيث إن النسبة المثلى لطول الخطوة نسبةً لطول اللاعب هي (١,١٤) % من طول اللاعب، وهذا يعني أن طول الخطوة لعينة الدراسة يجب أن تكون قريبة من (١,٦٦) م وهذا يعني أن الطالب فقد (٥٥) سم في كل خطوة، وبالتالي يكون زمن الإنجاز مرتفع. كما ويرتبط ذلك بعدد الخطوات حيث بلغ متوسط عدد الخطوات لعينة الدراسة (٣٦,٢٥)، لكن عندما يتم الوصول إلى طول الخطوة المثالي فسوف يبلغ عدد الخطوات (٢٤) من خلال المعادلة الآتية:

طول الخطوة = المسافة الكلية / عدد الخطوات

$$٣٦,٢٥ / ٤٠ = ١,١١ م$$

وعندما نطبق طول الخطوة المثالي

$$١,٦٦ = ٤٠ / س$$

$$١,٦٦ / ٤٠ = س$$

$$س = ٢٤ خطوة$$

كذلك يرتبط عدد الخطوات في معدل تردد الخطوة من خلال المعادلة الآتية: معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن، حيث بلغ متوسط تردد الخطوة لعينة الدراسة (٣,٤٧) خطوة/ث. ويشير (الفضلي، ٢٠١٠) أن طول خطوة (١,٧٥) م، وبتردد (٤) خ/ث، وبمعدل السرعة (٧) م/ث يعتبر جيداً. ويرى الباحثون أن التعرف إلى القيم الرقمية لطول الخطوة وترددها وتحليلها يساعد في تطوير برامج التدريب وبالتالي تطوير وتحسين الإنجاز من خلال الوصول إلى الطول والتردد المناسب للخطوة تبعاً لطول اللاعب. وهذا يتطلب التركيز على تدريبات القوة المميزة بالسرعة والتي تطور تكنيك العدو وتقلل من زمن الارتكاز والطيران لخطوات العدو. لذلك يجب على معلمي التربية الرياضية بشكل عام الاعتماد على الأسس العلمية في التعليم والتدريب في اختبارات الجائزة من خلال فهم الأسس العلمية والشروط البيوميكانيكية الخاصة بالاختبار. ويؤكد ذلك الجدول (٤) الذي أشار إلى ارتباط زمن الإنجاز ومعدل السرعة بعلاقة دالة إحصائية (-٠,٩٨)، وهي علاقة عكسية بمعنى أن زيادة السرعة يقابلها انخفاض زمن الإنجاز والعكس صحيح، كذلك ترتبط السرعة بطول الخطوة وترددها وفق القانون الآتي: السرعة = طول الخطوة × تردد الخطوة، حيث أظهر الجدول (٤) وجود علاقة عكسية دالة إحصائية بين عدد الخطوات ومعدل طول الخطوة (-٠,٩٩)، بمعنى الزيادة في عدد الخطوات يرافقها قصر في طول الخطوات والعكس صحيح.

كذلك يشير الجدول (٣) أن متوسط مؤشر الفعالية لعينة الدراسة بلغ (٤,٢٤)، وتم حسابه من خلال المعادلة الآتية: مؤشر الفعالية = معدل السرعة × طول الخطوة

$$\text{مؤشر الفعالية} = ٣,٨٢ \times ١,١١$$

$$\text{مؤشر الفعالية} = ٤,٢٤$$

ويرى الباحثون أن تطبيق طول الخطوة المناسب تبعاً لطول الطالب سيساهم في زيادة مؤشر الفعالية من خلال المعادلة سابقة الذكر، حيث سيصبح مؤشر الفعالية (٦,٣٤)، وذلك بالتعويض في المعادلة.

$$\text{مؤشر الفعالية} = \text{معدل السرعة} \times \text{طول الخطوة}$$

$$\text{مؤشر الفعالية} = ٣,٨٢ \times ١,٦٦$$

$$\text{مؤشر الفعالية} = ٦,٣٤$$

وي تدعم هذه النتيجة وجود علاقة عكسية دالة إحصائية بين زمن الإنجاز ومؤشر الفعالية (-٠,٧٠)، بمعنى كلما ارتفع مؤشر الفعالية انخفض زمن الإنجاز والعكس صحيح؛ لأن مؤشر الفعالية وفق القانون السابق يرتبط بالسرعة وطول الخطوة. كذلك يرتبط مؤشر الفعالية بعلاقة عكسية دالة إحصائية بعدد الخطوات (-٠,٩١٥). بمعنى ارتفاع عدد الخطوات يرافقها انخفاض في مؤشر الفعالية. ويمكن تفسير ذلك من خلال القانون الآتي: مؤشر الفعالية = معدل السرعة × طول الخطوة، حيث يرتبط معدل السرعة بعلاقة طردية مع مؤشر الفعالية كذلك يؤدي زيادة عدد إلى قصر طول الخطوات وبالتالي انخفاض السرعة، مما يؤثر سلباً على زمن الإنجاز ومؤشر الفعالية.

كذلك يشير الجدول (٣) أن متوسط زمن الدوران لعينة الدراسة بلغ (٠,٥٣) ث، ويشكل هذا الزمن (٤,٧٩) % من الزمن الكلي للإنجاز، ويعتبر هذا الزمن مرتفع نسبياً، ويعزو الباحثون ذلك إلى عدم قدرة الطلاب على تحقيق التوافق والتنسيق في الخطوات الأخيرة، وظهر ذلك جلياً في المسافة بين القدم وخط النهاية لحظة إمساك القمع، وترك القمع حيث بلغ متوسط تلك المسافة (١٠,٠٢) سم، وهذا مؤشر على التكنيك الضعيف لعينة الدراسة، وعدم القدرة على الضبط السليم للخطوات، لذلك تقوم عينة الدراسة بإمساك القمع من خط النهاية وهي قريبة جداً منه، وعدم القيام بالطعن المناسب قبل إمساك القمع. وبالإضافة إلى ذلك ربما يكون السبب في زيادة زمن الدوران وضع الجسم لحظة إمساك القمع، ويحمل هذا الجانب العديد من الاحتمالات مثل: عدم التناسق بين قدم الارتكاز الأمامية والذراع التي ستمسك بالقمع، فعلى سبيل المثال يمكن أن تكون القدم اليسرى هي الأمامية، وإمساك القمع بالذراع اليمنى، كذلك الدوران عكس القدم الأمامية (الارتكاز) مما يستغرق زمن أكبر، بالإضافة إلى ذلك ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة إمساك القمع، فكلما اقترب هذا المركز من قاعدة الارتكاز وباتجاه الحركة مما يجعل الحركة سهلة وبسيطة. وهنا لا بد من الإشارة إلى عدم وجود علاقات دالة إحصائية بين هذه المتغيرات وزمن الإنجاز، ويعزو الباحثون ذلك إلى ارتباط هذه المتغيرات بتكنيك جسم الطالب لحظة مسك وترك القمع وليس لها ارتباط مباشر بطول الخطوة أو عدد الخطوات.

أما توزيع عينة الدراسة للخطوة الأولى (البداية)، فبلغ متوسط طول الخطوة الأولى (٤٦,٧٦) سم، وهي منخفضة نسبة لمعدل طول الخطوة لعينة الدراسة، والتي بلغت (١,١١) م، وتشكل ما نسبته (٤٢) % من طول الخطوة لعينة الدراسة، وبالتالي يعمل ذلك على زيادة زمن الإنجاز للعينة، ويعود السبب في ذلك إلى غياب التكنيك الصحيح للعدو. مع العلم أن الجدول (٤) أشار إلى وجود علاقات دالة إحصائية بين هذه المتغيرات وزمن الإنجاز، بالرغم من أهمية طول الخطوة الأولى في تقليل زمن الإنجاز.

ولمعرفة مدى تأثير كل متغير كينماتيكي في قيمة متغير زمن الإنجاز قام الباحثون بتطبيق تحليل الانحدار الخطي المتعدد بالأسلوب المتدرج (Multiple Regression) وذلك لبحث أثر المتغيرات الكينماتيكية المستقلة في زمن الإنجاز والجدول (٥) يوضح ذلك.

جدول (٥): يوضح نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد لبحث أثر المتغيرات الكينماتيكية في زمن الإنجاز

مؤشرات جودة نموذج الانحدار					المتغيرات المستقلة المؤثرة
Sig f	f	R ² المعدلة	R ²	R	
					معدل السرعة
					معدل طول الخطوة / م
٠,٠٠٠	١٤٠,٦٢٤	١,٠٠٠	١,٠٠٠	١,٠٠٠	مؤشر الفعالية
					معدل تردد الخطوة / خ/ث

يوضح الجدول (٥) قيم معامل الارتباط الثلاثة وهي معامل الارتباط البسيط R حيث بلغ (١,٠٠٠) ومعامل التحديد R^2 وهو يساوي (١,٠٠٠) وأخيراً معامل التحديد المصحح R^2 والذي بلغ (١,٠٠٠) مما يعني أن المتغيرات المستقلة (التفسيرية) (معدل السرعة، معدل طول الخطوة، مؤشر الفعالية ومعدل تردد الخطوة) استطاعت أن تفسر (١٠٠) % من التغيرات الحاصلة في المتغير التابع (زمن الإنجاز). وحيث أن قيمة مستوى الدلالة قد بلغت (٠,٠٠٠) كانت أقل من ٠,٠٥. وعليه فإن قيمة تأثير المتغيرات المستقلة في المتغير التابع والتي تم التوصل إليها تعتبر ذات أهمية في نموذج الانحدار.

٨. النتائج

من خلال عرض النتائج ومناقشتها توصل الباحثون إلى الاستنتاجات التالية:

- تكنيك عينة الدراسة في هذا الاختبار يشوبه بعض نقاط الضعف.
- يمكن أن تفسر المتغيرات (معدل السرعة، معدل طول الخطوة، مؤشر الفعالية ومعدل تردد الخطوة) (١٠٠) % من التغيرات الحاصلة في المتغير التابع (زمن الإنجاز).
- هناك ضعف في توزيع المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في زمن الإنجاز.

٩. التوصيات

- ضرورة اطلاع معلمي ومعلمات التربية الرياضية على نتائج هذه الدراسة.
- ضرورة عقد دورات تدريبية وتنقيفية لمعلمي التربية الرياضية لزيادة الاهتمام بعلم البيوميكانيك.
- ضرورة توزيع علم البيوميكانيك في تحسين زمن الإنجاز لعينة الدراسة.

بيان تضارب المصالح

يقر جميع المؤلفين أنه ليس لديهم أي تضارب في المصالح.

المراجع

- عطيات، خالد وعبد الفتاح، أسامة والنداف، جمانة. (٢٠١٨). التحليل الكينماتيكي للطالبات المشاركات في اختبار الجري الارتدادي (١٠×٤م) في جائزة الملك عبد الله الثاني لللياقة البدنية في محافظة أربد. *مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية)*، ٣٢ (٩)، ١٦٩٢-١٦٧٧.
- الفضلي، صريح. (٢٠١٠). *تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي* (ط ١)، عمان: دار دجلة للنشر.
- وزارة التربية والتعليم. (٢٠١٥). *دليل المعلم للتربية الرياضية- للصفوف الثامن والتاسع والعاشر*. ٥٩-٥٧.

References

- Baca, A. (2003). Computer-science based feedback systems on sports performance. *International Journal of Computer Science in Sport*, 2(1), 20-30.
- Blazevich, A., & Blazevich, A. J. (2017). *Sports biomechanics: the basics: optimising human performance*. Bloomsbury Publishing.
- Clarke, H. H. (1974). *President's Council on Physical Fitness and Sports* 4, 1-17.
- Davids, K., Lees, A., & Burwitz, L. (2000). Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: Implications for talent identification and skill acquisition. *Journal of sports sciences*, 18(9), 703-714.
- Greenberg, H., Raymond, S. U., & Leeder, S. R. (2011). The prevention of global chronic disease: academic public health's new frontier. *American Journal of Public Health*, 101(8), 1386-1390.
- Hughes, M., Hughes, M. T., & Behan, H. (2007). The evolution of computerized notational analysis through the example of racket sports. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 1(1), 3-28.
- Koyama, H. Hoga, K and Hirosuke, K. (2011) Biomechanical Analysis of Women's 100 Meters Sprint at the IAAF Word Championships Daegu 2011. *Korean Society of Sport Biomechanics*, 24-32.
- Lees, A., Asai, T., Andersen, T. B., Nunome, H., & Sterzing, T. (2010). The biomechanics of kicking in soccer: A review. *Journal of sports sciences*, 28(8), 805-817.
- Leung, F. P., Yung, L. M., Laher, I., Yao, X., Chen, Z. Y., & Huang, Y. U. (2008). Exercise, vascular wall and cardiovascular diseases: an update (Part 1). *Sports Medicine*, 38, 1009-1024.
- Mesa, J. L., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Wärnberg, J., González-Lamuño, D., Moreno, L. A., ... & Castillo, M. J. (2006). Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents: influence of weight status. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases*, 16(4), 285-293.
- Reilly, T. (2001). Assessment of sports performance with particular reference to field games. *European Journal of Sport Science*, 1(3), 1-12.

-
- Shan, G., & Westerhoff, P. (2005). Soccer: Full-body kinematic characteristics of the maximal instep soccer kick by male soccer players and parameters related to kick quality. *Sports Biomechanics*, 4(1), 59-72.
- Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D., & Lubans, D. R. (2014). The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 44, 1209-1223.