بناء نموذج تقويمي في ضوء المؤشرات البيوميكانيكية لمهارة الوثب العالي (فوسبري)

*د/ أحمد عبدالفتاح حسنين محمود

مقدمه ومشكلة البحث:

يعد التطور الذي يشهده العالم في الحقبه الأخيرة في مجال التدريب الرياضي هو المؤدي إلي تلك الأداءات المهارية الفائقة في الأنشطة الرياضية وصولاً إلي أعلي المستويات، كما يهتم البحث العلمى بالوصول إلى نتائج تشكل إضافة علمية جديدة تزداد أهميتها عند استخدامها فى الميدان التطبيقى وتطوير الأداء للمساهمة فى الإرتقاء بمستوى أداء اللاعبين.
وتعد دراسة الأداء الحركي للأنشطة الرياضية من أكثر المشكلات تعقيداً وتركيباً، ويرجع ذلك إلي صعوبة التحكم في المتغيرات والعوامل المؤثره فيه. (٦ : ٨)

ويعتبر علم الميكانيكا الحيوية من أهم العلوم التى تسعى لدراسة المسار الحركى للمهارة الرياضية سعياً وراء تحسين الأداء الفنى الرياضى، بهدف تطويره وفقاً لأحدث النظريات العلمية للتدريب الرياضي. (٧ : ٧)

فالتحليل البيوميكانيكى هو مجموعة متفاعلة مختارة طبقاً لما تحدده أهداف وواجبات الدراسة، وأنه يهدف إلى دراسة الأجزاء المكونة للحركة وكذلك دراسة هذه الحركة كوحدة واحدة. (٢ : ١٦)

حيث يعد البعد الميكانيكي من أهم أبعاد تقويم الأداء الحركي ويتبلور هذا البعد في المنهج الواضح للتحليل البيوميكانيكي لإعتماده علي أساليب موضوعية من قياس المسافات والأزمنة والقوي في شكل رقمي، مما يرفع من موضوعيتها وصدقها في التقييم. (١٣ : ٣)

فنجد أن تحسين التكنيك هو المهمة الأساسية للتدريب الرياضي، ويعتمد في فاعليته علي المتغيرات البيوميكانيكية والعناصر البدنية المتمثلة في عوامل إختلاف الخصائص الفردية بين الرياضيين. (٢٢ : ١)

حيث يجب البحث في كلاً من الجانب الفني والميكانيكي للأداء المهاري ودراستهم كوحده واحدة متكاملة مترابطة عند وضع المؤشرات البيوميكانيكية للتكنيك الأمثل التي يتأسس عليها وضع نموذج معياري لتقويم الأداء المهاري، حيث إن الإقتصار علي دراسة مخرجات عملية التحليل البيوميكانيكي بعيداً عن الجانب الفني للأداء لن يفيد إلا في الحصول علي تقديرات رقمية كمية مجردة تدل فقط علي مقدار ما يمتلكه اللاعب من هذه المتغيرات

* مدرس بقسم علوم الحركه الرياضيه – كلية التربية الرياضية – جامعة دمياط.

البيوميكانيكية، لكن لن يصبح لهذه التقديرات الرقمية الكمية مدلول ذو معنـــي إلا فـــي ظـــل دراستها بشكل مترابط علي ضوء المواصفات الفنية المحدده من قبل الإتحاد الدولي لالعـــاب القوي فيما يخص الأداء المهاري المختار. (١٤: ٧٩)

ونالت مسابقات الميدان والمضمار اهتماماً كبيراً في السنوات الأخيرة من قبل الباحثين على أثر التقدم الكبير في الإنجاز الرقمي في المسافات والإرتفاعات نتيجه لما شـــهده العـــالم المعاصر من التطور العلمي والتقني وفي مقدمته جهود المتخصصين فـــي مجـــال التحليـــل الحركي الذين حاولوا جاهدين علي إيجاد أنسب الحركات وأكثرها مثالية وإقتصادية أثناء أداء مهارة معينة مستخدمين أفضل الطرق في التحليل الحركي وأحدثها، إذ أصبح تحطيم الأرقـــام القياسية ضعيفاً أمام الرياضيين ذو المستويات العليا.

وتعتبر مسابقة الوثب العالي من المسابقات التي يمتاز إيقاعهـــا بالجمـــال الحركـــي والرشاقة والمرونه ويحس بذلك كلاً من اللاعب والمشاهد، وهي ضـــمن مســـابقات الوثـــب، ويظهر ذلك الإيقاع من خلال التكنيك المميز للمسابقة، حيث يمر بمراحل فنية حركيـــة منـــذ الأربعينات وحتي يومنا هذا وصولاً إلي الطريقة الظهرية، حيث يعتبر الوثب العالي ما هو إلا إنجاز حركي الغرض منه إجتياز حاجز رأسي بحيث يكون ضد الجاذبيـــة الأرضـــية وبقـــدم واحدة وذلك يتفق علي ما نص علية القانون الدولي الخاص بتلك المسابقة. (٥ : ٣٣٧)

فمن خلال إجراء الباحث مسح شامل للدراسات والبحوث التي أجريت لدراسة المهارة قيد البحث، فلم يجد سوا دراسة **مني عوض سليمان حسين** (٢٠٠٦)(٩) بعنوان "تقييم الأداء الفني للوثب العالي بالطريقة السرجية باستخدام نموذج هاي وريد للتحليل الكيفـــي"، ودراســـة **عبد الرحمن إبراهيم عقل** (٢٠٠٩)(٤) بعنوان "دراسة بيوميكانيكيـــة لتقيـــيم فعاليـــة الأداء المهارى للوثب الطويل لمتسابقى المستويات الرياضية المختلفة"، ودراســـة **Nicholas P.** (١٩٩٨) (٢٠) بعنوان "تكنيك الإرتقاء في الوثب العالي".

لذا لقد وجد الباحث ندرة في تلك الأبحاث التي تناولت تللك المهاره قيد البحث، وعليه قام الباحث بمحاولة بناء نموذج تقويمي في ضوء المؤشرات البيوميكانيكية لمهـــارة الوثـــب العالي (فوسبري)، مما يساعد في تحديد النقاط الحاسمة في أداء المهارة قيد البحث للوصول إلي فهم أعمق للأداء المهاري والمساعدة في تطوير وتحسين وتوجيه العملية التدريبية.

هدف البحث:

يهدف البحث إلي بناء نموذج تقويمي لمستوي أداء مهارة الوثب العالي (فوسبري) في ضوء المؤشرات البيوميكانيكية وذلك من خلال :

١- تحديد المؤشرات البيوميكانيكية الأكثر إرتباطاً بالمهارة قيد البحث في ضـــوء التحليـــل البيوميكانيكي في كل مرحلة من مراحل الأداء.

٢- التوصل إلي النموذج التقويمي في ضوء المؤشرات البيوميكانيكية الأكثر إرتباطاً بمستوي أداء المهارة قيد البحث في كل مرحلة من مراحل الأداء.

تساؤلات البحث:

١- ما المؤشرات البيوميكانيكية الأكثر إرتباطاً بالمهارة قيد البحـــث فـــي ضـــوء التحليـــل البيوميكانيكي في كل مرحلة من مراحل الأداء ؟

٢- ما النموذج التقويمي في ضوء المؤشرات البيوميكانيكية الأكثر إرتباطـــاً بمســـتوي أداء المهارة قيد البحث في كل مرحلة من مراحل الأداء ؟

إجراءات البحث:

منهج البحث:

فى ضوء متطلبات الدراسه الحالية قام الباحث بإختيار المنهج الوصفى القـــائم علـــى التحليل البيوميكانيكى ثلاثي الأبعاد لملائمته لطبيعه الدراسة.

مجالات البحث :

المجال البشرى (مجتمع عينة البحث):

يمثل مجتمع البحث لاعبى الوثب العالي للدرجة الأولي رجال والمقيـــدين بالإتحـــاد المصرى لالعاب القوي.

عينة البحث:

تم إختيار عينه البحث بالطريقة العمدية من بين لاعبي بطولة الجمهوريـــة لالعـــاب القوي (الدرجة الأولي رجال) التي أقيمت بالمركز الأولمبي للفرق القومية بالمعادي (٢٠١٩)، وكان قوامها (٣) لاعبين. جدول (١)

شروط إختيار العينة:

- الثلاث لاعبين الحاصلين علي الثلاث مراكز الأولي (الأول والثاني والثالث) علي مستوي الجمهورية.

جدول (١)
توصيف عينه البحث

اللاعبين	العمر (سنه)	الوزن (كجم)	القياسات الإنثروبومترية										
			الأطوال (سم)										
			الطول الكلي للجسم	طول الطرف العلوي	طول الذراع	طول العضد	طول الساعد	طول الكف	طول الطرف السفلي	طول الرجل	طول الفخذ	طول الساق	طول ارتفاع رسغ القدم	طول القدم
المركز الأول	٢٢	٧٧	١٨٦	٨٦	٨٧	٣٤	٣٠	٢٣	٩٨	٩١	٤٩	٤٢	٧	٢٩
المركز الثاني	٢١	٧٤	١٨٣	٨٣	٨٣	٣٣	٢٨	٢٢	١٠٠	٩٤	٥١	٤٣	٦	٢٨
المركز الثالث	٢٢	٧٥	١٨٣	٨٧	٨٥	٣٣	٢٩	٢٣	٩٦	٩٠	٤٥	٤٥	٦	٢٩

التحقق من اعتدالية توزيع العينة الكلية للبحث:

للتأكد من تجانس العينة الكلية للبحث (٣) لاعبين، قام الباحث بعمل بعض القياسات، للتأكد من اعتدالية توزيع البيانات بين أفراد العينه في المتغيرات قيد البحث، كما هو موضح في جدول (٢) لمتغيرات النمو (الإنثروبومترية).

جدول (٢)
المتوسطات الحسابية والوسيط والانحرافات المعيارية ومعاملات الالتواء لعينة البحث في المتغيرات قيد البحث (ن=٣)

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
العمر الزمني (سنة)	21.667	0.57735	-1.73205
الوزن (كجم)	75.333	1.527525	0.93522
الطول الكلي للجسم (سم)	184.000	1.732051	1.732051
طول الطرف العلوي(سم)	85.333	2.081666	-1.29334
طول الذراع(سم)	85.000	2	0
طول العضد(سم)	33.333	0.57735	1.732051
طول الساعد(سم)	29.000	1	0
طول الكف(سم)	22.667	0.57735	-1.73205
طول الطرف السفلى(سم)	98.000	2	0
طول الرجل(سم)	91.667	2.081666	1.293343
طول الفخذ(سم)	48.333	3.05505	-0.93522
طول الساق(سم)	43.333	1.527525	0.93522
طول ارتفاع رسغ القدم(سم)	6.333	0.57735	1.732051
طول القدم(سم)	28.667	0.57735	-1.73205

يتضح من جدول (٢) أن قيم معاملات الالتواء انحصرت ما بين (-٣:+٣) مما يدل على أن قياسات عينة البحث في المتغيرات قيد البحث قد وقعت تحت المنحنى الاعتدالي وهذا يدل على تجانس أفراد عينة البحث الكلية في هذه المتغيرات.

المجال المكانى:

- تم إجراءات القياسات الإنثروبومتريه لعينه البحث، وتصوير المهارة قيد البحث بالمركز الأولمبي للفرق القومية بالمعادي.
- تم إجراءات التحليل البيوميكانيكي بمعمل الميكانيكا الحيوية- كلية التربية الرياضية للبنين- جامعة الإسكندرية.

المجال الزمنى:

طبقت إجراءات هذه الدراسة فى الفترة من ٢٠١٩/٣/١٢ إلى ٢٠١٩/٤/١٥م وذلك وفقاً للترتيب الزمني التالي :

١- الدراسه الإستطلاعية: كانت في ٢٠١٩/٣/١٢.

٢- الدراسة الأساسية: كانت في الفترة من ٢٠١٩/٣/١٢ إلى ٢٠١٩/٤/١٥. جدول (٣)

جدول (٣)

التسلسل الزمنى لتطبيق الدراسة الأساسية

خطوات تطبيق الدراسة الأساسية	التاريخ	
	من	إلى
إجراء القياسات الأنثروبومترية	١٢ / ٣ / ٢٠١٩	
إجراء التصوير بالفيديو للمهارة	١٢ / ٣ / ٢٠١٩	
إجراء التحليل البيوميكانيكى للمهارة	١ / ٤ / ٢٠١٩	٩ / ٤ / ٢٠١٩
إجراء التحليل الإحصائى	١١ / ٤ / ٢٠١٩	١٥ / ٤ / ٢٠١٩

أدوات ووسائل جمع البيانات

- القياسات الإنثروبومترية.
- التصوير بالفيديو والتحليل البيوميكانيكى ثلاثي الأبعاد.

الأجهزة والأدوات المستخدمه فى القياسات الإنثروبومترية :-

- ميزان الكترونى لقياس الوزن (كيلوجرام).
- جهاز ريستاميتر لقياس الطول الكلى للجسم (سم).
- شريط قياس لقياس أطوال أجزاء الجسم (سم).
- استمارة تسجيل البيانات الخاصة بالقياسات الإنثروبومترية. مرفق (١)

الأجهزة والأدوات المستخدمة فى التصوير بالفيديو والتحليل البيوميكانيكى ثلاثى الأبعاد :

- عدد (٢) كاميرات تصوير طراز Gopro hero 5.
- ريموت تزامن الكاميرات طراز جوبرو.
- عدد (١) حامل ثلاثي لكل كاميرا للتثبيت.
- جهاز حاسب الي (Laptob) موديل Asus rog g752vs.
- برنامج تحليل الأداء الحركي MaxtraQ 3D.
- مكعب ثلاثي الأبعاد مفرغ (١*١ متر) للمعايرة.
- جهاز الوثب العالي.
- برنامج معالجة للفيديو (Proded defisher).
- برنامج تحويل الإمتداد (MP4 to AVI) مع ثبات الكادرات وجودة التصوير.

الدراسه الإستطلاعية:

هدف الدراسة: تهدف الدراسة إلي تحديد أماكن وضع الكاميرات، وتحديد الوصلات الحركية والمفاصل العاملة في أداء المهارة قيد البحث، وذلك قبل بدايه البطولة.

نتائج الدراسة: التوصل لأماكن وضع الكاميرات وتحديد المفاصل العاملة في أداء المهارة قيد البحث لعينه البحث.

الدراسة الأساسية :

أجريت الدراسة الأساسية وفقاً للترتيب الزمنى الذى يوضحه جدول (٣).

أولاً : القياسات الإنثروبومترية

- تم قياس وزن الجسم لكل لاعب بإستخدام ميزان إلكترونى (بالكجم).
- تم قياس الطول الكلى للجسم (بالسم) باستخدم جهاز الرستاميتر.
- تم قياس أطوال وصلات الجسم بإستخدام شريط القياس (بالسم).
- تم تسجيل القياسات بإستمارة خاصة بالقياسات الإنثروبومترية. مرفق (١) جدول (١)

ثانياً : التصوير بالفيديو والتحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد

تم الإستعانه بفريق عمل من كلية التربيه الرياضية للبنين – جامعه الإسكندرية. مرفق (٢)

تم إجراء الدراسة الأساسية الخاصة بالتحليل البيوميكانيكى خلال مرحلتان :

المرحلة الأولى : مرحلة تجهيز اللاعبين والأدوات:

- تم إحماء اللاعبين قبل أداء محاولات البطولة النهائية وتصويرها.
- تم ضبط الكاميرات علي تردد (١٢٠) كادر/ثانية.
- تم تثبيت إرتفاع حامل الكاميرا علي (١.٢٠م).

- تم تثبيت الكاميرات في مجال الأداء الحركي للاعبين بحيث كانت الكاميرا الأولي تبعد عن حامل عارضة الإرتقاء مسافة (١.٥م) وإتجاه العدسة يصنع زاويه (٤٥درجة) مع عارضة الإرتقاء من الناحية اليسري، والكاميرا الثانية عمودية علي عارضة الإرتقاء من الناحية اليمني وتبعد عن حامل عارضة الإرتقاء مسافه (١.٥م).
- وضع مقياس الرسم للمعايرة وكان مكعب مفرغ ثلاثي الأبعاد (١*١م) في مسافة التصوير وفي مجال الكاميرات.
- تم إجراء التصوير لجميع محاولات البطولة من بدايتها حتي نهايتها.

المرحلة الثانية: مرحلة التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد

- تم إختيار أخر محاولتين ناجحتين لكل لاعب من أفراد عينه البحث، بحيث أصبح عدد المحاولات النهائية (٦) محاولات ناجحه لإجتياز العارضة.
- تم إستخدام برنامج تحليل الأداء الحركي (MaxtraQ 3D) لإستخراج المتغيرات البيوميكانيكية.
- تم إجراء التحليل وإستخراج نتائج التحليل للحظات الزمنية المختاره خلال مراحل الأداء المهاري (الإقتراب– الإرتقاء– الطيران– الهبوط). شكل (١)

شكل (١) يوضح لحظات تحليل المهارة على المستويات الثلاثة (X , Y , Z)

- تم استخراج قيم المتغيرات البيوميكانيكية قيد الدراسة خلال اللحظات الزمنية المختارة.

المعالجات الإحصائية:

استعان الباحث بالبرنامج الإحصائي SPSS الإصدار (٢٣) لإجراء التحليل الإحصائي واستخدم المعالجات الإحصائية التالية، وقد استخدم المعالجات الإحصائية اللابارامترية نظراً لصغر حجم العينة (أقل من ٤٠). (١٥ : ٤٩)

– المتوسط الحسابي. – الوسيط.

- الإنحراف المعياري. - معامل الإلتواء.
- معامل إرتباط سبير مان.

عرض ومناقشة النتائج

عرض ومناقشة نتائج التساؤل الأول والثاني

مسافه الوثب تعتبر هي مرحلة الإنجاز والهدف المرجو تحقيقه وكانت عند اللاعب الأول (٢.٠٣ – ٢م)، وعند اللاعب الثاني (٢ – ١.٩٥م)، وعند اللاعب الثالث (١.٩٥ – ١.٩٠م) لأخر محاولتين ناجحتين.

وتشير دراسة **Adashevskiy V.M.** إلي أنه يتم تحديد ارتفاع القفزة في الوثب العالي من خلال الخصائص الميكانيكية والتي يستطيع الرياضي إدراكها وهي (سرعه الجري – سرعه مركز ثقل الجسم عند الطيران – زاوية ميل الجذع – موضع مركز ثقل الجسم أعلي العارضة). (١٢)

جدول (٤)

معاملات الإرتباط بين المتوسطات الحسابية للمؤشرات البيوميكانيكية لمرحلة الإقتراب مع مسافه الوثب (ن=٦)

اللحظات الزمنية	وحده القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	معامل ارتباط سبير مان
عدد الخطوات داخل المنحنى	عدد	٣	٣	٠	٠	--
محصله إزاحة مركز ثقل الجسم للخطوة الثانية قبل الأخيرة	متر	٠.٨٣٢	٠.٧٧٠	٠.٣٢٥	١.١٨١	0.590-*
محصله إزاحة مركز ثقل الجسم لخطوة الإرتقاء الاخيره	متر	٠.٦٠٣	٠.٦١٠	٠.١٠٩	-٠.٠٤٥	0.971**
التغير فى سرعة مركز ثقل الجسم خلال خطوة الإرتقاء	متر/ثانية	٠.٥٠٨	٠.٣٨٠	٠.٣٩٧	٠.٧١١	0.775**
التغير فى مسافة اخر خطوتين	متر	٠.٢٨٠	٠.١٧٠	٠.٢٣٦	١.٤٠٦	0.750-**
طول الخطوة الأخيرة	متر	٢.٠٩٨	٢.٠٩٥	٠.٠٨٦	٠.٠٦٧	0.794**
سرعة الخطوة الأخيرة	متر/ثانية	٩.٤٥٢	٩.٢١٠	٠.٨٦٣	٠.٨٢٥	0.750**
عجلة الخطوة الأخيرة	متر/ثانية^{٢}	٤٢.٩٠٢	٤٠.٧٧٥	٧.٨٠٧	١.١٦٧	0.883**

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

يتضح من جدول (٤) أن معاملات الإرتباط بين متوسطات المتغيرات الميكانيكية أثناء أداء المهارة في مرحلة الإقتراب ومسافة الوثب :

- معاملات إرتباط موجبه داله إحصائياً (محصله إزاحة مركز ثقل الجسم لخطوة الإرتقاء الأخيرة– التغير في سرعه مركز ثقل الجسم خلال خطوة الإرتقاء– طول الخطوة الأخيرة– سرعه الخطوة الأخيرة– عجلة الخطوة الأخيرة).
- معاملات إرتباط سالبة داله إحصائياً (محصله إزاحة مركز ثقل الجسم للخطوة الثانية قبل الأخيرة– التغير في مسافة أخر خطوتين).

يتضح من جدول (٤) ومرفق (٣) توافق اللاعبين في عملية الإقتراب من الجانب الأيمن، وكانت أخر ثلاث خطوات قبل مرحلة الإرتقاء في خط منحني من العارضة، وكان متوسط طول الخطوة الأخيرة (٢.٠٩٨م)، وبلغ متوسط سرعتها (٩.٤٥٢م/ث)، وكان متوسط التغير في مسافة أخر خطوتين (٠.٢٨٠م)، حيث بلغ متوسط محصله إزاحه مركز ثقل الجسم للخطوة الثانية قبل الأخيره (٠.٨٣٢م)، ومتوسط محصلة إزاحة مركز ثقل الجسم لخطوة الإرتقاء الأخيرة (٠.٦٠٣م).

حيث يشير كلاً من **بسطويسي أحمد، عويس الجبالي، سليمان علي حسن** أن تهدف مرحلة الإقتراب الوصول بسرعه الواثب إلي السرعه المناسبة التي تمكنه من تحويل تلك السرعه الأفقية إلي سرعه رأسية لحظة الإرتقاء، ويستطيع الواثب أن يحقق تلك المرحلة في (٩-١٣) خطوة إقتراب في حدود (١٥-٢٥م). (١ : ٣٥١) (٣ : ١٥٤) (٥ : ٣٣٩)

وتشير دراسه كلاً من **Vladimir M.**، **Leite W.** أن تنحصر تلك المرحلة في الثلاث خطوات الأخيره من مسافه الإقتراب والتي تتميز بقصر نسبي في طول الخطوات عن الخطوات السابقه، وعلي الواثب العمل علي زيادة سرعته في تلك المرحلة أو الحفاظ عليها حيث تنجز تلك الخطوات في منحني. (١٩) (٢٣ : ٢٨٤)

وتشير دراسة كلاً من **Jesus Dapena**، **Gareth Nicholson** أن متوسط طول الخطوه الأخيرة (٢م)، ومتوسط سرعتها (٨-٩م/ث)، وأن هناك إختلاف نسبي في طول أخر خطوتين حتي تمكن اللاعب من الحفاظ علي سرعته الأفقيه وتحويلها إلي سرعه رأسية لحظة الإرتقاء. (١٦) (١٨)

وتتفق نتائج تلك الدراسات مع ما توصلت إلية نتائج الدراسة الحالية حيث أنجز الواثبين أخر ثلاث خطوات داخل المنحني مع إختلاف نسبي في طول الثلاث خطوات الأخيرة وكان هناك معدل تغير في طول أخر خطوتين، بالإضافة إلي طول و سرعه أخر خطوة حتي تمكنهم من أداء الإرتقاء الناجح بالسرعه المطلوبه لتمكنه من إجتياز العارضة.

جدول (٥)
معاملات الإرتباط بين المتوسطات الحسابية للمؤشرات البيوميكانيكية لمرحلة الإرتقاء مع مسافه الوثب (ن=٦)

اللحظات الزمنية	وحده القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	معامل ارتباط سبيرمان
بعد نقطة الإرتقاء عن القائم	متر	٠.٨٨٨	٠.٨٩٥	٠.١١٤	٠.١٠٠-	0.370-
زمن الإرتقاء	ثانية	٠.١٤٥	٠.١٤٥	٠.٠١٠	٠.٠٠٠	0.142-
زاوية ميل الجذع	درجة	٢٥.٦٦٧	٢٥.٥٠٠	١.٥٥٧	٠.٣٢١	0.789**
أقصي إنثناء لمفصل الركبة لحظة الإرتقاء	درجة	١٣٤.٣٣٠	١٣٣.١٣٠	٤.٨٤٤	١.٥٨٢	0.387
قوة قدم الإرتقاء	نيوتن	٧٤٧.٨٣٠	٧٥٢.٠٠٠	٩٢.٢٧٣	٠.٧١٣-	0.798**
عزم القصور الذاتي لحظة الإرتقاء	كجم.م^2	١٣.٦٦٠	١٣.٢٠٠	١.١٦٩	٠.٥١١	0.281
سرعه مركز ثقل الجسم لحظة بدايه الإرتقاء	متر /ثانية	٥.٧٨٧	٥.٨٥٠	٠.٢٠٥	٠.٦٤٧-	0.883**
سرعه مركز ثقل الجسم لحظة نهاية الإرتقاء	متر /ثانية	٥.٦١٨	٥.٦٦٠	٠.١٨٠	٠.٧٧١-	0.642*
كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة بدايه الإرتقاء	كجم.متر/ثانية	٤٥٣.٨٧٧	٤٥٧.٣٣٥	١٢.١٠١	٠.٥٠٠-	0.643*
كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة نهاية الإرتقاء	كجم.متر/ثانية	٤٣١.٩١٠	٤٣٥.٥٣٠	٢٣.٠٣٦	٠.٣١٣-	0.677*
زاوية المرفق الأيمن لحظة نهاية الإرتقاء	درجة	١٥٥.٦٧٠	١٥٧.٠٠٠	٧.٨٧٨	٠.٤٧٨-	0.624*
زاوية المرفق الأيسر لحظة نهاية الإرتقاء	درجة	٩٥.١٧٠	٩٤.٠٠٠	١٣.٦٣٧	٠.١٧٢-	0.201

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

يتضح من جدول (٥) أن معاملات الإرتباط بين متوسطات المتغيرات الميكانيكية أثناء أداء المهارة في مرحلة الإرتقاء ومسافة الوثب :

- معاملات إرتباط موجبه داله إحصائياً (زاوية ميل الجذع– قوة قدم الإرتقاء– سرعه مركز ثقل الجسم لحظة بداية الإرتقاء– سرعه مركز ثقل الجسم لحظة نهاية الإرتقاء– كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة بداية الإرتقاء– كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة نهاية الإرتقاء– زاوية المرفق الأيمن لحظة نهاية الإرتقاء).
- باقي المتغيرات غير داله إحصائياً.

يتضح من جدول (٥) ومرفق (٣) أن متوسط بعد قدم الإرتقاء عن القائم (٠.٨٨٨م) وهذا يتفق مع ما أشار إلية كلاً من **Vladimir M. Leite W.**، **يورجن شيفر**، **عويس**

الجبالي أن تبعد قدم الإرتقاء عن العارضة مسافة (١م) عند متوسط مستوي وثب (٢م). (٥: ٣٤٢) (١١ : ١٠) (٢٣ : ٢٩٠)

وتشير دراسه **وليد خالد حماد، وسام حسين** أن زمن التماس (زمن الإرتقاء) يتراوح من (٠.١٢-٠.١٤ث)، وهذا يتفق مع نتائج الدراسه الحالية حيث كان المتوسط الحسابي لعينه الدراسه في زمن الإرتقاء (٠.١٤٥ث). (١٠)

ويؤكد كلاً من **Paige Cooke، Vladimir M.، يورجن شيفر** أنه لكي يأخذ الجسم وضع الإرتقاء الجيد يجب أن يميل الجذع في تلك المرحلة للداخل وفي إتجاه مركز المنحني في حدود (٢٠-٣٠ درجة) حيث يؤمن هبوط مركز ثقل الجسم للإستعداد للإرتقاء. (١١ : ١٠) (٢١) (٢٣: ٢٩٠)

وهذا يتفق مع ما توصلت إليه نتائج الدراسه الحالية من خلال جدول (٥) ومرفق (٣) أن متوسط زاوية ميل الجذع لحظة الإرتقاء للداخل في إتجاه العارضة (٢٥.٦٦درجة).

وتطبيقاً لقانون نيوتن الثالث للحركة والذي ينص علي "لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الإتجاه" فإن القوة المطبقة علي الأرض من قبل الواثب في الخطوة الأخيرة من الإرتقاء لها رد فعل مساو ومعاكس يسمي رد فعل القوة الأرضية (GFR)، هذا يعني أنه عن وضع قدم الإرتقاء بقوة علي الأرض فإن القوة المطبقة عمودياً وأفقياً ستحدد إرتفاع ومسافه الوثبه، هذا ما أشارت إليه دراسه كلاً من **Adashevskiy V.M، Hikmat Abdulkarim**، ويتفق هذا مع ما توصلت إلية نتائج الدراسه الحالية في أنه هناك داله إحصائيه موجبه بين قوة قدم الإرتقاء الذي كان متوسطها الحسابي لعينه البحث (٧٤٧.٨٣نيوتن) وبين مسافة الوثب. (١٢) (١٧)

وتشير دراسه كلاً من **Hikmat Abdulkarim، Paige Cooke، Vladimir M.، Gareth Nicholson** أنه أثناء دفع الواثب للأرض بقدم الإرتقاء يحاول الحفاظ علي سرعه مركز ثقل الجسم من لحظة الإرتقاء حتي نهايته ولكن يقل نتيجه للجازبيه الأرضيه، فيعمل الواثب علي مرجحه ركبه الرجل الحره لأعلي وكان متوسط إنثناء الركبه (١٣٥-١٥٠درجه) للمستويات العليا وذلك نتيجه الزياده النسبيه في السرعه في الخطوتين الأخيرتين وللحصول علي الدفع المناسب والفعال، وأثناء رفع الرجل المتأرجحه لأعلي يقوم الواثب بسحب الذراعين لأعلي وفي هذه الأثناء يكون خط سير القوة الناتجه إلي الأعلي تمر بمركز ثقل الواثب لكي يتمكن من رفع جسمه لأعلي. (١٦) (١٧)(٢١)(٢٣: ١٠)

وهذا يتفق مع نتائج الدراسه الحالية حيث حاول اللاعبين الحفاظ سرعتهم أثناء عملية الإرتقاء فكان متوسط سرعه مركز ثقل الجسم لحظة بداية الإرتقاء (٥.٧٨م/ث) وكانت لحظة نهاية الإرتقاء (٥.٦١م/ث)، فنجد أنها قلت ولكن بنسبة ضئيله نتيجة لمحاولة الواثبين الحفاظ علي سرعتهم المكتسبة من الإقتراب ودفع الأرض، وكان متوسط إنثناء مفصل الركبة لحظة الإرتقاء (١٣٤.٣٣درجة) ونجد أن الواثبين قاموا برفع الذراعين عالياً حيث كان متوسط زاوية المرفق الأيمن لحظة نهاية الإرتقاء (١٥٥.٦٧درجة).

جدول (٦)

معاملات الإرتباط بين المتوسطات الحسابية للمؤشرات البيوميكانيكية لمرحلة الطيران وتعديه العارضة مع مسافة الوثب (ن=٦)

اللحظات الزمنية	وحده القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	معامل ارتباط سبيرمان
زمن الطيران	زمن	٠.٣١٥	٠.٣٠٠	٠.٠٣٩	٠.٨٣٠	0.577*
سرعه مركز ثقل الجسم لحظة بداية الطيران	متر / ثانية	٥.٣٦٧	٥.٤٤٥	٠.٢٧١	-١.١٠٩	0.619*
سرعه مركز ثقل الجسم لحظة أقصي إرتفاع لمركز الثقل	متر / ثانية	٣.٣٠٣	٣.٣٩٠	٠.١٦٥	-٠.٨٢٢	0.571*
زاوية المرفق الأيمن خلال الطيران	درجة	١٦١.١٧٠	١٦١.٥٠٠	٤.١٥٢	-٠.٦٣٥	0.535
زاوية المرفق الأيسر خلال الطيران	درجة	١٢٧.٠٠٠	١٢٧.٥٠٠	٣.٥٦٨	-٠.٤٣٢	-0.318
كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة بدايه الطيران	كجم.متر/ثانية	٤٢٩.٠٥٢	٤٤٨.٣٠٠	٣٨.٧٥٥	-٠.٨٨٤	0.753**
كمية حركة ثقل الجسم لحظة أقصي إرتفاع لمركز الثقل	كجم.متر/ثانية	٢٦٦.٣٢٨	٢٦٨.٧٣٥	٢٢.٤٣٧	-٠.٢٢٨	0.644*
عزم القصور الذاتي لحظة أقصي إرتفاع لمركز الثقل	كجم.م^2	٧.٤١٨	٧.٤٩٥	٠.٦٠٩	-١.٠٢٥	-0.070

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

يتضح من جدول (٦) أن معاملات الإرتباط بين متوسطات المتغيرات الميكانيكية أثناء أداء المهارة في مرحلة الطيران وتعديه العارضة ومسافة الوثب :

- معاملات إرتباط موجبه داله إحصائياً (زمن الطيران– سرعه مركز ثقل الجسم لحظة بداية الطيران– سرعه مركز ثقل الجسم لحظة أقصي إرتفاع لمركز الثقل – كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة بداية الطيران– كميه حركة مركز ثقل الجسم لحظة أقصي إرتفاع لمركز الثقل).
- باقي المتغيرات غير داله إحصائياً.

تشير دراسه كلاً من **Hikmat Abdulkarim**، **Paige Cooke**، **Vladimir M.** أنه أثناء مرحلة الطيران يحاول الواثب جاهداً الإستفاده من الطاقة الميكانيكية الكلية (الطاقة الحركية الخطية + الكامنه) حيث يتم تناقص هذه الطاقة لحظة الطيران وهذا يأتي من خلال الإقلال من قيم عزم القصور الذاتي للجسم في هذه اللحظة وبما يحقق أقل تناقص في السرعه، ويستغرق هذا فترة زمنية قصيرة، حيث يعمل الواثب علي تقصير قطر جسمه بضم الذراعين جانب الجسم علي كامل إستقامتهم مع مد مفصل الحوض وتدوير الظهر بحيث يكون الظهر مواجهاً للعارضة وهي الميزة الرئيسية لهذا النوع من الوثب العالي (فوسبري). (١٧) (٢١) (٢٣ : ٢٩٥)

ويتفق ذلك مع ما توصلت إلية نتائج الدراسة الحالية، ويتضح ذلك من خلال جدول (٥، ٦) ومرفق (٣) تناقص متوسط عزم القصور الذاتي لمركز ثقل الجسم لحظة أقصي إرتفاع إلي (٧.٤١٨ كجم.م^2) حيث كان متوسطه لحظة الإرتقاء (١٣.٦٦٠ كجم.م^2)، ونجد أيضاً تناقص في سرعه مركز ثقل الجسم لحظة أقصي إرتفاع حيث كان متوسطه (٣.٣٠٣م/ث) بينما نجد أن متوسطه لحظة بداية الطيران كان (٥.٣٦م/ث)، وكل ذلك تم في فترة زمنية قصيرة كان متوسطها (٠.٣١٥ث).

جدول (٧)

معاملات الإرتباط بين المتوسطات الحسابية للمؤشرات البيوميكانيكية لمرحلة الهبوط مع مسافة الوثب (ن=٦)

اللحظات الزمنية	وحده القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	معامل ارتباط سبيرمان
زمن الهبوط	ثانية	٠.٤٧٥	٠.٤٨٠	٠.٠٢٣	١.٢٦٥-	0.376-
زاوية الجذع	درجة	١٠٠.٣٣٠	٩٨.٥٠٠	٥.٨٩٨	٠.٥٧٠	0.376

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

يتضح من جدول (٧) أن معاملات الإرتباط بين متوسطات المتغيرات الميكانيكية أثناء أداء المهارة في مرحلة الهبوط ومسافة الوثب غير داله إحصائياً، وذلك بسبب أن كل معاملات الإرتباط تأتي قبل مرحلة الإنجاز وهي إجتياز العارضة ولكن مرحلة الهبوط تأتي بعد مرحلة الإنجاز فتكون غير داله إحصائياً.

ويتضح من جدول (٧) ومرفق (٣) ان متوسط زمن الهبوط لدي الواثبين بعد إجتياز العارضة كان (٠.٤٧٥ث)، وكان متوسط زاوية الجذع مع القدمين (١٠٠درجة).

يشير كلاً من **محمد عثمان، يورجن شيفر** أن عملية فك التقوس تبدأ بعد إجتياز الواثب للعارضة وفي تلك اللحظة يكون الظهر في وضع أفقي والرجلان ممدوتان لأعلي وعموديتان علي الجذع لأخذ شكل حرف L مع رفع الذراعين لأعلي. (٨ : ٣٦٥) (١١ : ١٧)

ويتفق ذلك مع ما توصلت إلية نتائج الدراسه الحالية في أن الجذع يصنع زاوية (١٠٠درجة) مع القدمين للوصول لشكل حرف L للهبوط علي المرتبه قبل أداء الواثب الدحرجة الخلفية.

وبذلك قد تحقق الإجابه علي التساؤل الأول والثاني الذي ينص علي تحديد المؤشرات البيوميكانيكية الأكثر إرتباطاً بالمهارة قيد البحث في ضوء التحليل البيوميكانيكي في كل مرحلة من مراحل الأداء، وبناء النموذج التقويمي في ضوء تلك المؤشرات والأداء الفني.

الإستنتاجات:

فى حدود الهدف من الدراسة والإجراءات المتبعة ومن خلال مناقشة وتفسير النتائج وما أسفرت عنه المعالجات الإحصائية من نتائج توصل الباحث إلى الإستنتاجات التالية :

١- تم استخراج معاملات الإرتباط بين المتوسطات الحسابيه للمؤشرات البيوميكانيكية خلال مراحل الأداء :

- **مرحلة الإقتراب**

➢ معاملات إرتباط موجبه داله إحصائياً :

(محصله إزاحة مركز ثقل الجسم لخطوة الإرتقاء الاخيره – التغير فى سرعة مركز ثقل الجسم خلال خطوة الإرتقاء – طول الخطوة الأخيرة – سرعه الخطوة الأخيرة – عجلة الخطوة الأخيرة).

➢ معاملات إرتباط سالبة دالة إحصائياً :

(محصله إزاحة مركز ثقل الجسم للخطوة الثانية قبل الأخيرة– التغير فى مسافة اخر خطوتين).

- **مرحلة الإرتقاء**

➢ معاملات إرتباط موجبه داله إحصائياً :

(زاوية ميل الجذع- قوة قدم الإرتقاء- سرعه مركز ثقل الجسم لحظة بدايه الإرتقاء- سرعه مركز ثقل الجسم لحظة نهايه الإرتقاء- كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة بدايه الإرتقاء- كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة نهاية الإرتقاء- زاوية المرفق الأيمن لحظة نهاية الإرتقاء).

- **مرحلة الطيران**

➢ معاملات إرتباط موجبه داله إحصائياً :

١- (زمن الطيران- سرعه مركز ثقل الجسم لحظة بداية الطيران- سرعه مركز ثقل الجسم لحظة أقصي إرتفاع لمركز الثقل- كمية حركة مركز ثقل الجسم لحظة بدايه الطيران- كمية حركه مركز ثقل الجسم لحظة أقصي إرتفاع لمركز الثقل).

٢- متوسط طول أخر خطوة إقتراب (٢.٠٩٨م).

٣- متوسط سرعه أخر خطوة إقتراب (٩.٤٥م/ث).

٤- هناك تغير نسبي في طول أخر خطوتين قبل مرحلة الإرتقاء.

٥- متوسط بعد قدم الإرتقاء عن العارضة (٠.٨٨٨م).

٦- متوسط زمن الإرتقاء (٠.١٤٥ث).

٧- متوسط زاوية ميل الجذع في إتجاه العارضة لحظة الإرتقاء (٢٥.٦٦درجة).

٨- متوسط إنثناء مفصل ركبة الرجل الحرة لحظة الإرتقاء (١٣٤.٣٣درجة).

٩- يأخذ الجسم شكل حرف L أثناء مرحلة الهبوط.

١٠- تم التوصل إلي النموذج التقويمي للمهارة قيد البحث في ضوء الأداء الفني والمؤشرات البيوميكانيكية.

التوصيات:

فى حدود ما تم استخلاصة من نتائج يوصى الباحث بما يلى :-

١. استخدام المدربين للنموذج التقويمي في عملية التدريب والإهتمام بالخصائص الميكانيكية لكل مرحلة من مراحل الأداء للوصول باللاعبين إلي أعلي مستوي تسمح بيه إمكاناته وقدراته.

٢. عمل نماذج مماثلة لمهارات العاب القوي استرشاداً بهذا النموذج.

٣. عمل نماذج مماثلة لمهارات الرياضات الأخرى.

((المراجـــــــــــع))

أولاً : المراجع العربية

١- **بسطويسي أحمد (١٩٩٧)** : سباقات المضمار وسباقات الميدان، دار الفكـــر العربـــي، القاهره.

٢- **جمال محمد علاء الدين، ناهد الصباغ (١٩٩٤)**: دراســـات معمليـــة فـــى بيوميكانيكـــا الحركات الرياضية، دار المعارف، القاهرة.

٣- **سليمان علي حسن، زكي محمد درويش، أحمد محمود الخادم (١٩٨٣)** : التحليل العلمي لمسابقات الميدان والمضمار، دار المعارف، القاهره.

٤- **عبد الرحمن إبراهيم عقل (٢٠٠٩)**: دراسة بيوميكانيكية لتقييم فعاليـــة الأداء المهـــارى للوثب الطويل لمتسابقى المستويات الرياضية المختلفة، رســـالة ماجســـتير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية.

٥- **عويس الجبالي (١٩٨٩)**: العاب القوي بين النظرية والتطبيق، مطبعه التيسيير، القاهره.

٦- **محمد صبري عمر (٢٠٠٢)**: إتجاهات البحث العلمي في المحددات البدنيه والبيولوجيـــة للإنتقاء في ضوء التطور التكنولوجي والثورة المعلوماتية، مقال منشـــور، المؤتمر العلمي الدولي، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعه الإسكندرية.

٧- **محمد عبد الوهاب البدرى (٢٠١٤)**: تطبيقات الميكانيكا الحيوية فى المجال الرياضـــى، مطبعة الزهراء، الزقازيق.

٨- **محمد عثمان (١٩٩٠)**: موسوعه العاب القوي، دار القلم، الكويت.

٩- **مني عوض حسين سليمان (٢٠٠٦)**: تقييم الأداء الفني للوثب العالي بالطريقة السرجية باستخدام نموذج هاي وريد للتحليل الكيفي، بحث منشور مجلـــة أســـيوط لعلوم وفنون التربية الرياضية، العدد٢٣ ج ٤، كلية التربيـــة الرياضـــية، جامعه أسيوط.

١٠- **وليد خالد حمادي العزاوي، وسام حسين علي الكروبلي (٢٠١٤)** : أثـــر تمرينـــات خاصه في تطوير بعض المتغيرات الميكانيكية لمرحلة الركض التقريبـــي والنهوض وإنجاز الوثب العالي بطريقة فوسبوري فلوب، بحـــث منشـــور مجلة كلية التربيه الرياضية، مجلد ٢٦،عدد٣، جامعه بغداد.

١١- **يورجن شيفر (٢٠٠٩)**: دراسات حديثة في العاب القوي، الاتحاد الدولي لالعاب القوي، الجزء ٢٢، الإصدار ٣، جوش، ألمانيا.

ثانياً : المراجع الأجنبية

12- Adashevskiy v.m.,sergii iermakov, marchenko a.a. (2013): biomechanics aspects of technique of high jump, physical education of students.

Https://www.researchgate.net/publication/263852732_biomechanics_aspects_of_technique_of_high_jump

13- Barhom, m.j (1998) : mechanical kinesiology, saint louis. The c.v.mosby company.

14- Dillman,c.j, chzethom,p,j.&smith,s,l. (1985) : axinematic analysis of man's olympic long horse vaulting, international journal of sport mechanics, may.

15- Elliott, a. C., &woodward, w. A.(2007): statistical analysis quick reference guidebook: with spss examples. Thousand oaks, ca: sage.

16- Gareth nicholson, tim bennett, athanassios bissas(2019) : biomechanical report for the iaaf world indoor championships 2018, carnegie school of sport, stéphane merlino.

17- Hikmat abdulkarim almadhkhori (2016): mechanical advancement (elevation) in high jump fossbury flop, https://www.researchgate.net/publication/322446411_mechanical_advancement_elevation_in_high_jump_fossbury_flop

18- Jesus dapena and travis k. Ficklin (2007): high jump, biomechanics laboratory, dept. Of kinesiology, indiana university.

19- Leite w (2013): biomechanical analysis of running in the high jump, ecretariat of education of the state of ceará – seduc.

20- Nicholas p. Linthorne, brett a. Kemble (1998) :take-off technique in the high jump, university of sydney, australia 16 international symposium on biomechanics in sports.

21- Paige cooke(2012) : high jump analysis, undergraduate journal of mathematical modeling,v5.

22- Ruzena, popovic & draganna, aleksie (2006): the relations of the morphological characteristics rhythmic gymnastics efficiency of the physical education female students, faculty of physical education, university of nis, serbia.

23- Vladimir m. Zatsiorsky (2006): biomechanics in sports, chapter 14, blackwell science.