التحليل البيوكينماتيكى لمسابقة دفع الجلة بالدوران لمتسابقى النخبة بجمهورية مصر العربية (دراسة حالة)

دكتور/ مؤمن محمد عبد الجواد
مدرس بكلية التربية الرياضية للبنين – جامعه الاسكندرية

المقدمة ومشكلة البحث

يعتمد الوصول الى المستوى العالى على مدى قدرة المدرب على تحليل تكنيك الأداء والتعرف على نقاط القوة الوضعف لدى المتسابق الأمر الذى يساعد على وضع وتصميم نماذج متنوعة من التدريبات المهارية وفقا للأسس العلمية والتى تساعد بدورها على علاج نقاط ضعف المتسابق وتدعيم وصقل نقاط القوة مما يساعد على الوصول الى المستويات العالية **[1,٧,٩]**

وتعتبر مسابقة دفع الجلة إحدى مسابقات الرمى والتى تتضمن أداء مجموعة من الحركات المركبة بسرعة عالية نسبيا فى وقت محدد كما تتميز مسابقة دفع الجلة بأنها تجمع بين الحركات الخطية والحركات الدورانية لوصلات الجسم ويعتبر الهدف الأساسى من هذه المسابقة هو دفع الأداه الى أبعد مسافة أفقية ممكنة ويتم ذلك من خلال التخلص من الجلة بأقصى مقدار ممكن من سرعة التخلص و بزاوية تخلص ٤٠ ° تقريبا **[٤]**

وعاده ما يعتمد متسابقى دفع الجلة فى الوقت الحالى على تكنيك الدوران والذى يهدف الى الوصول الى اعلى مقدار ممكن من السرعة الدورانية لجسم المتسابق ثم إنتقال تلك السرعة الى الأداه ؛حيث يقوم المتسابق بأداء مجموعة من الأداءات المركبة بإيقاع محدد فى مساحة صغيرة نسبيا بقدر عال من التوافق العضلى العصبى **[١٥]**

ويبدأ تكنيك الدوران بقيام المتسابق بالدوران حول المحور الطولى للجسم مرتين متتاليتين فى إتجاه مقدمة الدائرة معتمدا فى ذلك على تغيير وضع إرتكاز القدمين (بالنسبة للمتسابق الأيمن) من القدم اليسرى فى الدوران الأول ومن القدم اليمنى فى الدوران الثانى بحيث يظهر حركة دورانية تتشابه الى حد كبير مع الدوران فى مسابقة رمى القرص ومع وصول المتسابق الى نهاية الدوران الثانى ووصول القدمين معا لوضع الرمى (تقاطع محور الكتفين مع الحوض) يبدأ المتسابق فى تثبيت القدمين و إستمرار الدوران بالجزء العلوى من الجسم حتى يتم التخلص . **[١٥]**

شكل (١) يوضح مراحل الأداء الفنى لدفع الجلة بطريقة الدوران لعينة البحث

و يشير **مايكل سكوفيلد وأخرون (٢٠١٩) Michael Schofieldet al** أنه من الناحية البيوميكانيكية يمكن تقسيم تكنيك دفع الجلة بطريقة الدوران الى ٦ مراحل هي : (لاعب يستخدم اليد اليمني) **[١٦]**

- مرحلة الارتكاز الاولي الفردية : تبدأ في اللحظة التى ترتفع فيها القدم اليمنى عن الارض وتنتهي فى اللحظة التي تترك فيها القدم اليسرى الارض.
- مرحلة الطيران الاولى : تنتهي فى اللحظة التى تتلامس فيها القدم اليمنى مع الارض.
- مرحلة الارتكاز الفردي الثانية : تنتهي عندما تلامس القدم اليسرى الارض او لوحة الايقاف.
- مرحلة الارتكاز المزدوج (تسارع الجلة) : وتنتهى عندما ترتفع قدم واحدة عن الارض.
- مرحلة الارتكاز الفردى الثالثة (تسارع الجلة) : وتنتهى عندما يرتفع الارتكاز الثانى عن الارض.
- مرحلة الطيران الثانية (تسارع الجلة) : وتنتهى في اللحظة التى تتحرر فيها الجلة من يد الرامي.

ومن ناحية أخرى، فإن هناك العديد من العوامل التى تحدد مستوى الأداء فى هذه المسابقة مثل الخصائص المورفولوجية و القدرات البدنية وتكنيك الأداء .أما من الناحية البيوميكانيكية فتتحدد مسافة الأداء من خلال سرعة التخلص وزاوية التخلص و إرتفاع نقطة التخلص بالإضافة الى مسافة التأثير على الاداه ، وعادة ما يرتبط كل من إرتفاع نقطة التخلص ومسافة التأثير على الاداه بالخصائص المورفولوجية مثل الطول الكلى للجسم وطول الذراع . **[٥,١٦]**

ويؤكد **تاديكو كادو وأخرون ٢٠٢٠ Tadaiko kado et al** أن دراسة التفاصيل الزمنية للأداءات المهارية فى مسابقات الرمى له أهمية كبيرة ؛حيث يساعد كل من المدربين والباحثين على فهم تفاصيل الأداء الحركى والتعرف على مدى تناسق وتناغم مراحل الأداء مع بعضها البعض؛ فعلى سبيل المثال هناك علاقة قوية بين أزمنة مراحل الأداء ومسافة الرمى فى مسابقة إطاحة المطرقة كذلك تلعب ازمنة المراحل دورا هاما فى مسابقة رمى القرص للرجال والسيدات على حد سواء **[٨]**

ووفقا لذلك يسعى الباحث من خلال هذه الدراسة الى التعرف على قيم أزمنة مراحل الأداء كذلك قيم متغيرات مرحلة التخلص لأفضل متسابقى المنتخب القومى لدفع الجلة بطريقة الدوران ومقارنة تلك المتغيرات بمثيلتها لدى متسابقى المستوى العالمى .

- **أهداف البحث**

- التعرف على أزمنة مراحل الأداء لأفضل متسابقى دفع الجلة بالمنتخب القومى لألعاب القوى
- التعرف على قيم متغيرات مرحلة التخلص لأفضل متسابقى دفع الجلة بالدوران بالمنتخب القومى
- مقارنة قيم تلك المتغيرات بمثيلتها لدى متسابقى المستوى العالمى

- **تساؤلات البحث**

- ما هى قيم المتغيرات الكينماتيكية لأفضل متسابقى دفع الجلة بالمنتخب القومى لألعاب القوى
- ما هى أوجه التشابه والإختلاف بين قيم المتغيرات الكينماتيكية لأفضل متسابقى المنتخب القومى وبين متسابقى المستوى العالمى

- **الدراسات المشابهة والمرتبطة**

- **دراسة أحمد عبد اللطيف وبدرية الحديبى Abdellatif, A., & Al-Hadabi, B.(2020):** تهدف الدراسة الى التعرف على العلاقة بين بعض الخصائص المورفولوجية ومؤشر كتلة الجسم ومسافة دفع الجلة وتم إجراء الدراسة على ٢١ طالب من قسم التربية البدنية بجامعة السلطان قابوس حيث تم دراسة العلاقة بين الطول الكلى للجسم ،وزن الجسم ،طول الذراع،طول الجذع وطول الطرف السفلى بالإضافة الى مؤشر كتلة الجسم وعلاقتها بمسافة الرمى ،وتشير النتائج الى وجود علاقة طردية بين كل من طول الذراع – طول الطرف السفلى – طول الجذع ومسافة الرمى بينما لم تظهر علاقة بين مسافة الرمى ومؤشر كتلة الجسم .**[٢]**
- **دراسة ماركوس جيترز وأخرون Gutiérrez-Davila et al (2009)** : تهدف الدراسة الى تحليل اداء أفضل ٦ متسابقين فى الدور النهائى لبطولة العالم الثانية عشر للصالات المغطاة ٢٠٠٩

حيث تمت إجراءات التصوير بإستخدام كاميرتين ذات تردد ١٠٠ كادر/ث وتم إجراء تحليل زمنى لمراحل أداء المتسابقين وتشير النتائج الى وجود العديد من الإختلافات فى إيقاع أداء المتسابقين والذى يتأثر بمقدار التناغم وألية الإنتقال من مرحلة الى أخرى خلال الأداء ،فضلا عن إختلاف قيم متغيرات التخلص والتى تتأثر بالعديد من العوامل ومن أهمها الخصائص الأنثروبومترية و القدرة العضلية.[١٨]

- **دراسة ميلان كو وسوتيك (Coh, M., & Stuhec, S. (2005:** تهدف الدراسة الى التعرف على أهم المتغيرات البيوميكانيكية المحددة لمسافة الرمى لمتسابقى دفع الجلة بالدوران وتم إجراء الدراسة على أحد متسابقى دفع الجلة ذو المستوى العالى بإستخدام التحليل البيوميكانيكى ثلاثى الأبعاد وتشير النتائج الى أن أهم المتغيرات البيوميكانيكية المحددة لمسافة الرمى هى سرعة وزاوية التخلص كذلك إرتفاع نقطة التخلص كما أن لضمان حصول المتسابق على أفضل مسافة الرمى لابد من الحفاظ على الإيقاع السليم خلال الإنتقال من مرحلة الإرتكاز الفردى الى مرحلة الطيران وصولا الى مرحلة الإرتكاز المزدوج والتى تلعب دورا كبيرا فى الوصول الى التسارع النهائي للجلة لحظة التخلص.[٣]

- **<u>إجراءات البحث</u>**

- **منهج البحث :** تم إستخدام المنهج الوصفى (دراسة حالة) القائم على التحليل البيوميكانيكي نظرا لملائمته لطبيعة وأهداف البحث .

- **عينة البحث :** تم تطبيق الدراسة على المتسابق الحاصل على المركز الأول ببطولة الجمهورية والمؤهل الى دورة الألعاب الأوليمبية طوكيو ٢٠٢٠ كما هو موضح بجدول (١)

جدول (١) يوضح البيانات الأساسية لعينة البحث

الإسم	السن	الطول	الوزن	أفضل رقم شخصى
محمد مجدى حمزة	٢٤ سنة	١٩٨ سم	١٥٥.٦كجم	٢١.٢٩ م

- **الأدوات والأجهزة المستخدمة**

عدد ١ كاميرا ثابتة ذات تردد ١٢٠ كادر / ث موديل ٨ **GOPRO HERO**

عدد ١ حامل كاميرا ثلاثى . – جهاز كمبيوتر محمول

برنامج تحليل حركى **DARTFISH TEAM PRO**

شريط قياس . أقماع . علامات ضابطة .

- **جمع البيانات :** تمت عملية جمع البيانات خلال بطولة الجمهورية والتى أقيمت خلال الفترة من ١٠-١٢ / ٢٠٢٠/١٢ حيث تم تصوير جميع المحاولات وتم إختيار أفضل محاولة للتحليل الكينماتيكى وتم مقارنة نتائج المتسابق بنتائج الدراسات السابقة والخاصة بالتحليل الكينماتيكي لمتسابقى المستوى العالى وتمت إجراءات التصوير على النحو التالى :
- تم وضع الكاميرا ثابتة عمودية على المستوى الجانبى بإرتفاع ١.١٥ م كما هو موضح بشكل (٢) وتم وضع مقياس رسم ثلاثى الأبعاد (١x١x١ م) داخل الدائرة قبل بدء المحاولات .وتم تصوير جميع محاولات المتسابق خلال الدور النهائى وتم إختيار أفضل محاولة للبحث والتحليل البيوميكانيكي وتم إجراء التحليل البيوميكانيكي بإستخدام برنامج **DARTFISH TEAM PRO**

شكل (٢) يوضح وضع الكاميرا خلال التصوير

- **المتغيرات الكينماتيكية موضع الدراسة**

▪ التقسيم الزمنى لمراحل الأداء : حيث تم تقسيم مراحل الأداء وفقا لنتائج الدراسات السابقة الى أربعة مراحل أساسية وهى [١٨] :

- زمن الإرتكاز الفردى الأول (***T1***): وتبدأ هذه المرحلة مع بداية ترك القدم اليمنى الأرض وتنتهى مع ترك القدم اليسرى للأرض .
- زمن الطيران (***T2***): وتبدأ هذه المرحلة مع ترك القدم اليسرى الأرض وتنتهى بعودة القدم اليمنى للأرض مرة أخرى
- زمن الإرتكاز الفردى الثانى (***T3***): وتبدأ هذه المرحلة مع هبطة القدم اليمنى للأرض وتنتهى بهبوط القدم اليسرى .
- زمن التخلص (***T4***): وهى مرحلة التسارع النهائى وتبدأ بهبوط القدم اليسرى على الأرض وصولا الى وضع الرمى وتنتهى بترك المتسابق للجلة أو التخلص

▪ **متغيرات التخلص :**

- سرعة التخلص $V_{(RELEASE)}$ (السرعة المحصلة للجلة لحظة التخلص)
- زاوية التخلص $\theta_{(RELEASE)}$ (الزاوية المحصورة بين مسار إنطلاق الجلة والخط الأفقى الوهمى المار بمركز الجلة)

- إرتفاع نقطة التخلص $H_{(RELEASE)}$ (المسافة الرأسية بين مركز الجلة وسطح الأرض لحظة التخلص)

- **عرض ومناقشة النتائج**

جدول (٢) يوضح مقارنة أزمنة مراحل الأداء بين المتسابق المصرى ومتسابقى المستوى العالمى

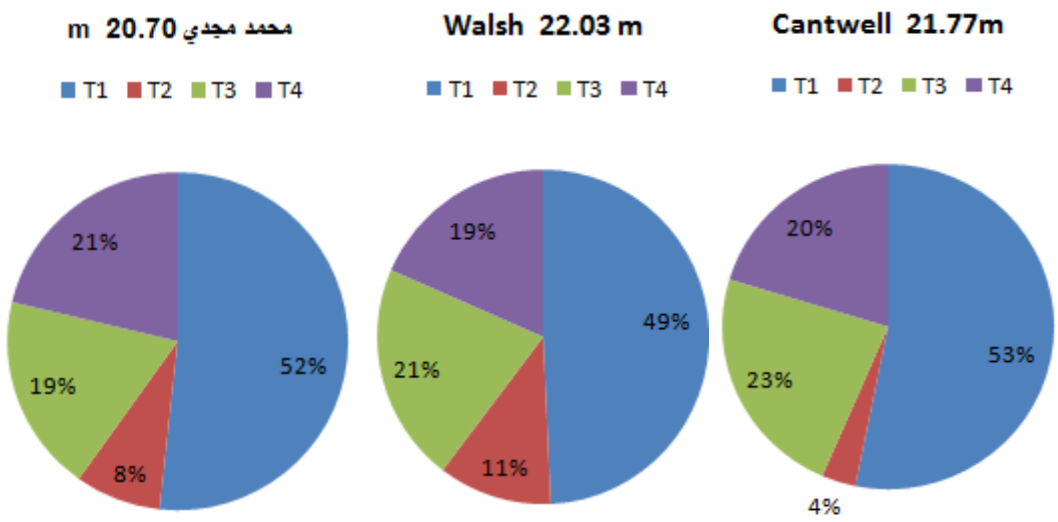
المتغير	وحدة القياس	محمد مجدي ٢٠.٧٠ m	Walsh ٢٢.٠٣ m	Cantwell 21.77m
T1	ث	٠.٥٢٥	٠.٤٤٧	0.480
T2	ث	٠.٠٨٣	٠.١٠٠	0.030
T3	ث	٠.١٩١	٠.١٩٣	0.21
T4	ث	٠.٢١٦	٠.١٦٧	0.183

إن دراسة التفاصيل الزمنية للأداء يساعد على تفسير العلاقة بين مراحل الأداء ببعضها البعض ومدى تأثير الإيقاع على مسافة الرمى فى تكنيك دفع الجلة بطريقة الدوران حيث يتضح من جدول (٢) الزيادة النسبية لزمن المرحلة الأولى وهى مرحلة الإرتكاز الفردى الاول لدى المتسابق المصرى عن مثيلتها لدى متسابقى المستوى العالمى ٠.٥٢٥ ث حيث بلغ متوسط زمن المرحلة الأولى لدى متسابقى الدور النهائى فى بطولة العالم ٢٠١٧ ٠.٤٤٥ ث **[١٤]** مما يعطى مؤشر عن الإنخفاض النسبى لسرعة الدوران فى إتجاه منتصف الدائرة فعادة ما يقوم متسابقى المستوى العالى فى هذه المرحلة (الإرتكاز الفردى الأول) بأداء مرجحة طويلة وسريعة بالرجل اليمنى فى إتجاه منتصف الدائرة بهدف زيادة كمية الحركة الزاوية لجسم المتسابق والجلة والتى تعتبر أحد المؤشرات الهامة لتقييم المتسابقين حيث يقوم المتسابق فى هذه المرحلة بنقل مركز ثقل الجسم من الجهه اليمنى الى اليسرى مع أداء حركة دوران سريعة بالرجل اليمنى والدوران على مشط القدم اليسرى تمهيدا لهبوط القدم اليمنى فى منتصف الدائرة **[١٦]**

ويؤكد **Drazen Harasin** ٢٠١٠ أن هذه المرحلة تلعب دورا كبيرا فى إكساب جسم المتسابق والجلة كنظام بيوميكانيكى التسارع المناسب للوصول الى أقصى معدل من السرعة المحصلة لحظة الإنطلاق فعاده ما يتم إنتاج أكبر مقدار من كمية الحركة الزاوية خلال هذه المرحلة فمع دفع القدم اليمنى للأرض تبدأ التسارع الفعلى لجسم المتسابق من خلال إنتاج أقصى مقدار من قوة الدفع وكلما زادت مقدار كمية حركة جسم المتسابق والجلة خلال هذه اللحظة كلما ساعد ذلك زيادة مقدار التسارع النهائى خلال التخلص **[٦]**

كما يتضح من نفس الجدول أن زمن المرحلة الثانية لدى المتسابق المصرى (مرحلة الطيران) ٠.٠٨٣ ث يتشابه مع أزمنة نفس المرحلة لدى متسابقى المستوى العالى والتى تراوحت من ٠.٠٣٠ ث – ٠.١٢٠ ث وذلك لدى متسابقى دفع الجلة فى الدور النهائى بطولة العالم ٢٠٠٩ **[١٨]** وتبدأ هذه المرحلة بترك القدم اليسرى الأرض وتنتهى بوصول القدم اليمنى للأرض مرة أخرى ويعتبر الهدف الأساسى من هذه المرحلة هو إنتقال جسم المتسابق والجلة من النصف الخلفى للدائرة الى النصف الأمامى والتمهيد للوصول الى وضع الرمى مع أقل إنخفاض ممكن فى كمية حركة المتسابق ،وعادة ما تظل كمية الحركة الزاوية لجسم المتسابق والجلة ثابتة خلال هذه المرحلة ويجب ملاحظة ان هناك علاقة طردية بين مقدار كمية الحركة الزاوية خلال هذه المرحلة وبين مسافة دفع الجلة حيث يجب على المتسابق الحفاظ على سرعته من خلال تقليل زمن الطيران قدرالإمكان والحفاظ على الإنخفاض النسبى لإرتفاع مركز ثقل الجسم خلال الطيران **[١٦]**

كما يتضح من شكل (٣) تشابه قيم مرحلة الإرتكاز الفردى الثانى لدى المتسابق المصرى مع مثيلتها لدى متسابقى المستوى العالمى حيث يشير **مايكل سكوتفيلد ٢٠٢٠** أن بمجرد هبوط القدم اليمنى فى منتصف الدائرة تبدأ مرحلة الإرتكاز الفردى الثانى والتى قد يصاحبها إنخفاض طفيف فى مقدار كمية الحركة الزاوية ولذلك يجب على المتسابق خلال هذه المرحلة زيادة ميل الجذع للأمام مع الحفاظ على الهبوط النشط للقدم اليمنى ؛حيث أن الهبوط النشط لقدم الإرتكاز خلال تلك المرحلة يلعب دورا هاما تقليل مقدار الإنخفاض الحادث فى السرعة و تقليل التأثير السلبى لقوى الفرملة الناتجة عن الإصطدام بالأرض **[١٦]**



شكل (٣) يوضح مقارنة أزمنة مراحل الأداء بين المتسابق المصرى ومتسابقى المستوى العالمى

أما بالنسبة لمرحلة الإرتكاز المزدوج الثانى (وضع الرمى) فيتضح من جدول (٢) وجود زيادة طفيفة لزمن المرحلة الرابعة للمتسابق المصرى ٠.٢١٦ ث عن مثيلتها لدى متسابقى المستوى العالى حيث بلغ متوسط زمن هذه المرحلة ٠.١٩٨ ث لدى متسابقى الدور النهائى فى بطولة العالم عام ٢٠١٧ **[١٤]** حيث أن الوظيفة الأساسية لهذه المرحلة هى إنتاج السرعة النهائية للتخلص والتى عادة ما تكون محصلة لسرعة المتسابق خلال المراحل السابقة حيث يجب على المتسابق إستغلال الدفع القوى والمد الكامل لمفاصل الطرف السفلى الحوض والركبة ورسغ القدم وتأخير حركة الدخول بالجذع مما يساعد على زيادة مسافة التعجيل والتأثير على الاداه **[٦,١٥,١٦]**، ويرى الباحث ان زمن هذه المرحلة غير كافى للحكم على كفاءة المتسابق فقد يصاحب يحدث خلال هذه المرحلة زيادة طفيفة نتيجة قيام المتسابق بتأخير الجذع للخلف وزيادة مقدار التقاطع الحادث فى محورى الكتفين والحوض وعلى العكس فإن قصر زمن هذه المرحلة قد يرجع الى إكتساب المتسابق قدر كبير من كمية الحركة الزاوية على مدار المراحل السابقة ووفقا لذلك هناك العديد من العوامل التى قد تؤثر على كفاءة هذه المرحلة وهى مقدار التاخير الحادث فى وضع الجذع كذلك زاوية ركبة الرجل اليمنى (الرجل الدافعة) والتى لم يتم تناولها خلال هذه الدراسة .

ووفقا لما سبق نجد أنه بالرغم من أهمية دراسة المتغيرات الزمنية الخاصة بمسابقة دفع الجلة إلا أنه لم تظهر فروق واضحة فى زمن مراحل الأداء بين المتسابق المصرى ومتسابقى المستوى العالمى بالرغم من وجود فروق كبيرة فى مسافة الرمى

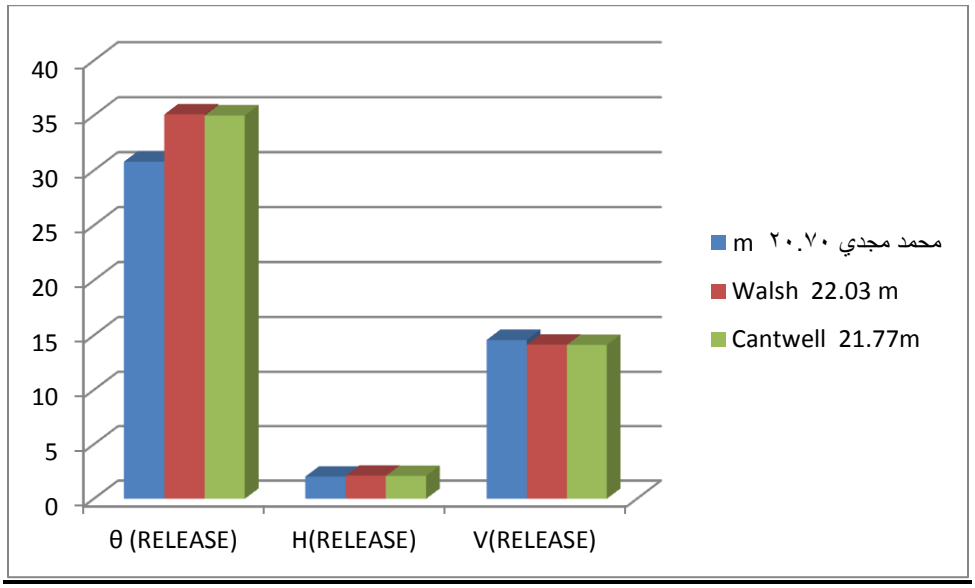
جدول (٣) يوضح مقارنة المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة التخلص بين المتسابق المصرى ومتسابقى المستوى العالى

المتغير	وحدة القياس	محمد مجدي ٢٠.٧٠ m	Walsh ٢٢.٠٣ m	Cantwell 21.77m
$\theta_{(RELEASE)}$	°	٣٠.٨	35.1	35
$H_{(RELEASE)}$	متر	٢.٠٤	2.11	2.10
$V_{(RELEASE)}$	م/ث	١٤.٥٨	١٤.15	14.13

ويتضح من جدول (٣) أن قيم متغيرات مرحلة التخلص تتشابه مع مثيلتها لدى متسابقى المستوى العالى للدراسات السابقة **[١٤,١٨]** والتى تجاوزت مسافة دفع الجلة لدى المتسابقين أكبر من ٢٠ م فبالرغم من تعدد المتغيرات الكينماتيكية التى تؤثر فى مستوى الأداء أو التى يمكن من خلالها الحكم على مدى كفاءة وجودة الأداء مثل السرعة الزاوية ، كمية الحركة الخطية والزاوية وغيرها من المتغيرات الكينماتيكية إلا أن معظم الراسات تشير الى أن متغيرات التخلص يتعتبر معيار أساسى لتقييم كفاءة وجودة تكنيك مسابقات الرمى

بالرغم من وجود علاقة طردية بين إرتفاع نقطة التخلص و مسافة دفع الجلة إلا أنه يجب أن يتم تفسير العلاقة فى ضوء باقى متغيرات التخلص بالإضافة الى أنه يجب ألا يتم دراسة إرتفاع نقطة التخلص كمتغير مستقل وإنما كنسبة من الطول الكلى للمتسابق والذى قد يوضح مدى قابلية المتسابق على إستغلال الطول الكلى للجسم وطول الذراع الدافعة وتكنيك التخلص لحظة دفع الجلة **[١٢]** ويؤكد ذلك نتائج دراسة **أحمد عبد الطيف وبدرية الحادبى ٢٠٢٠** والتى تؤكد الى وجود علاقة طردية بين مسافة دفع الجلة والطول الكلى للجسم لمتسابقى دفع الجلة لمستويات مختلفة **[2]** ؛فعلى سبيل المثال ستضح من جدول ٣ ان إرتفاع نقطة التخلص لدى المتسابق توماس والش (طول الجسم : ١٨٩ سم) بلغت ٢١١ سم بنسبة ١١٤ % من الطول الكلى للجسم أما بالنسبة للمتسابق المصرى محمد مجدى (طول الجسم : ١٩٨ سم) فبلغت ٢٠٤ سم بنسبة ١٠٤ % فقط من طول الجسم مما يعطى مؤشر عن عدم الإستغلال الكامل لطول الجسم بالرغم من تفوق المتسابق المصرى فى الطول الكلى للجسم إلا ان عدم إستغلال المد الكامل للمفاصل و المد الكامل للذراع الدافعة لحظة التخلص أدى الى جدوث إنخفاض نسبى لإرتفاع نقطة التخلص فمع وصول المتسابق

لوضع الرمى يبدأ المتسابق فى إنتاج التسارع الأخير للجلة بإيقاع وتتابع محدد للوصلات حيث يبدأ من المد السريع للرجلين مصاحب بالمد القوى والسريع مع دوران الجزع لمواجهه مقطع الرمى ويتبعه فى سلسلة الأداء المد القوى والسريع للذراع فى إتجاه الرمى **[5]**



شكل (٤) يوضح مقارنة متغيرات مرحلة التخلص بين المتسابق المصرى ومتسابقى المستوى العالى

وتعتبر سرعة التخلص أهم العوامل الحاسمة فى تحديد مسافة الرمى حيث نجد أن سرعة التخلص تمثل المخرج النهائى لتفاعل وصلات جسم المتسابق مع بعضها البعض خلال الأداء حيث يتضح من جدول (٣) إرتفاع مقدار سرعة التخلص للمتسابق المصرى عن متسابقى المستوى العالمى حيث بلغت ١٤.٥٨ م/ ث مقارنة بالمتسابقين العالميين حيث بلغت ١٤.١٣ – ١٤.١٥ م/ث . كما يتضح أيضا تفوق المتسابق المصرى عن متوسط سرعة التخلص لدى متسابقى الدور النهائى فى بطولة العالم ٢٠١٧ حيث بلغت ١٣.٨٠ م/ث وبالرغم من ذلك نلاحظ إنخفاض المستوى الرقمى للمتسابق المصرى عن المتسابقين العالميين فى جدول (3) ذلك يرجع الى إنخفاض زاوية التخلص لدى المتسابق المصرى حيث بلغت ٣٠.٨ درجة مقارنة المتسابقيين العالميين والتى بلغت ٣٥ تقريبا **[14]**

ويتفق ذلك مع كل من **بوليت Pollitt, L (٢٠١٨) و ليبوفيسك Lipovšek, S (٢٠١١)** والذى يشير الى أنه بالرغم من إتفاق الدراسات السابقة على أنه من الناحية البيوميكانيكية تعتبر سرعة التخلص العامل الأساسى والمحدد لمسافة الرمى إلا أن سرعة التخلص وحدها قد لا تعطى دلالة عن فاعلية الاداء إلا من خلال مناقشتها فى ضوء باقى عوامل التخلص وهى إرتفاع نقطة التخلص و زاوية التخلص ويرجع ذلك

الى ان الأداء البشرى ذو طبيعة مركبة حيث يتضمن تكنيك دفع الجلة بطريقة الدوران دمج حركات دورانية وحركات خطية وصولا الى أعلى مقدار من التسارع النهائى لحظة التخلص **[١٢,١٤]**

فعلى سبيل المثال نجد أن سرعة التخلص للمتسابق الحاصل على المركز الثامن فى بطولة العالم ٢٠١٧ بلغت ١٤.٠٨ م/ث وهو ثانى أعلى مقدار لسرعة التخلص بعد المتسابق الحاصل على المركز الاول كما تساوى أيضا مع المتسابق الحاصل على المركز الاول فى إرتفاع نقطة التخلص تقريبا ولكن نتيجة لإنخفاض زاوية التخلص والتى بلغت ٣٠.٠٤ درجة حدث لإنخفاض كبير فى مسافة الرمى حيث حقق مسافة ٢٠.٨٩ م مما يؤكد ضرورة توازن العلاقة بين سرعة التخلص وزاوية التخلص المثالية **[١٤]**

ووفقا لذلك نجد أن زاوية التخلص تعتبر من العوامل الأساسية المحددة لمسافة الرمى حيث تشير الدراسات الى أن زاوية التخلص المثالية لمتسابقى المستوى العالى ٤٢° تقريبا أما من الناحية العملية فنجد أن معظم متسابقى المستوى العالى تكون زاوية التخلص من ٢٦° – ٤٥ °بمتوسط ٣٧ °ويمكن تفسير المدى الواسع لزاوية التخلص من خلال تفاعل باقى عوامل التخلص مع بعضها العض **[10,13]**

- **الإستنتاجات**

ومن خلال نتائج هذه الدراسة تم التوصل الى ما يلى

- إن إختلاف أزمنة مراحل الأداء فى مسابقة دفع الجلة قد لا يعبر عن وجود إختلافات جوهرية فى قيم معظم المتغيرات الكينماتيكية للأداء فى مسابقة دفع الجلة بالدوران للمتسابقين المحققين لمسافة أكبر من ٢٠ م
- بالرغم من أهمية سرعة التخلص كمتغير حاسم لمستوى الاداء لمتسابقى دفع الجلة إلا أنه يجب أن يتم دراستها فى ضوء باقى متغيرات مرحلة التخلص
- إن إرتفاع نقطة التخلص من المتغيرات الحاسمة لمستوى الأداء والذى يرتبط بالمد الكامل لمفاصل الطرف السفلى والذراع الدافعة ولذلك يجب أن يتم تفسيره كنسبة مئوية من طول المتسابق والذى يحدد مدى قدرته على إستغلال الخصائص المورفولوجية (طول الذراع وطول الجسم) بالإضافة الى المد الكامل لمفاصل الطرف السفلى والذراع الدافعة للجلة

- **التوصيات**

- ضرورة وضع تدريبات خاصة لتحسين زاوية التخلص فى ضوء الزاوية المثالية لدفع الجلة

- ضرورة التركيز على المد الكامل لمفاصل الطرف السفلى لحظة التخلص والمد الكامل للذراع الدافعة للجلة لحظة التخلص مما يؤدى الى زيادة إرتفاع نقطة التخلص وذلك من خلال بعض التدريبات الخاصة للدفع من الثبات كذلك تدريبات الرفعات الأوليمبية والتى تساهم فى توظيف القدرة الإنفجارية للطرف السفلى عن طريق المد الكامل لمفاصل الحوض والركبة ورسغ القدم

- **المراجع**
- **أولا المراجع العربية**

١: جمال علاء الدين محمد (١٩٨٨) إستخدام البيوميكانيك فى تقييم أداء اللاعبين ، بحث منشور ،مجلة نظريات وتطبيقات،العدد الرابع،كلية التربية الرياضية للبنين،جامعة الأسكندرية ١٩٨٨

- **ثانيا المراجع الأجنبية**

٢ : Abdellatif, A., & Al-Hadabi, B. (2020). Relationships Between Some Morphological Characteristics and the Body Mass Index and the Distance Achieved in Shot Put. Journal of Anthropology of Sport and Physical Education, 4(1), 39-42.

٣ : Coh, M., & Stuhec, S. (2005). 3-D kinematic analysis of the rotational shot put technique. New studies in athletics, 20(3), 57.

٤ : Dinu, D., Natta, F., Huiban, C., & Houel, N. (2014). Does the use of a light shot put modify the throwing pattern of elite athletes?. Procedia Engineering, 72, 92-96.

٥ : GÖKSU, Ö. C., & KURAL, D. (2019). Evaluation of the effects of hip joint range of motion and trunk rotation on throwing biomechanics in shot-put throwers: a pilot study. Acta Medica, 35, 2823.

٦ : Harasin, D., Milanović, D., & Čoh, M. (2010). 3D KINEMATICS OF THE SWING ARM IN THE SECOND DOUBLE-SUPPORT PHASE OF ROTATIONAL SHOT PUT-ELITE VS SUB-ELITE ATHLETES. Kinesiology, 42(2).

٧ : Judge, L. W., Young, M., & Wanless, E. (2011). Using sports science and training theory to develop elite performance: a case study of a 2005 World Championship finalist in the women's shot put. International

Journal of Sports Science & Coaching, 6(3), 365-385.

٨ : Kato, T., Maeda, K., & Ismail, S. I. (2020). CLASSIFICATION OF THE ROTATIONAL SHOT-PUT BASED ON DURATION TIME OF MOTION PHASES. ISBS Proceedings Archive, 38(1), 332.

٩ : Lees, A. (2002). Technique analysis in sports: a critical review. Journal of sports sciences, 20(10), 813-828.

١٠ : Lenz, A., & Rappl, F. (2010). The optimal angle of release in shot put. arXiv preprint arXiv:1007.3689.

١١ : Linthorne, N. P. (2001). Optimum release angle in the shot put. Journal of Sports Sciences, 19(5), 359-372.

١٢ : Lipovšek, S., Škof, B., Štuhec, S., & Čoh, M. (2011). Biomechanical Factors of Competitive Success With the Rotational Shot Put Technique. New Studies in Athletics.–2011, 26(1/2), 101-109.

١٣ : Maheras, A. V. (1995). The relationship between the angle of release and the velocity of release in the shot-put, and the application of a theoretical model to estimate the optimum angle of release (Doctoral dissertation, University of Kansas, Health, Physical Education, and Recreation).

١٤ : Pollitt, L., Walker, J., Bissas, A., & Merlino, S. (2018). 2017 IAAF world championships biomechanics research project.

١٥ : Salinero, J. J., & Del Coso, J. (2021). Rotational versus glide technique in elite shot put: Trend analysis in the 21st century.

١٦ : Schofield, M., Cronin, J. B., Macadam, P., & Hébert-Losier, K. (2019). Rotational shot put: a phase analysis of current kinematic knowledge. Sports biomechanics, 1-19.

١٧ : Stepanek, J. (1987). Comparison of the glide and the rotation technique in the shot put. In ISBS-Conference Proceedings Archive.

١٨ : Gutiérrez-Davila, M., Rojas, J., Campos, J., Gámez, J., & Encarnación, A. (2009). Biomechanical analysis of the shot put at the 12th IAAF World

Indoor Championships. New Studies in Athletics, 24(3), 45-61.

ملخص البحث

يهدف البحث الى التعرف على قيم أزمنة مراحل الأداء الفنى كذلك قيم متغيرات مرحلة التخلص لأفضل متسابقى المنتخب القومى لدفع الجلة بطريقة الدوران ومقارنة تلك المتغيرات بمثيلتها لدى متسابقى المستوى العالمى حيث تم تطبيق الدراسة على المتسابق الحاصل على المركز الأول ببطولة الجمهورية والمؤهل الى دورة الألعاب الأوليمبية طوكيو ٢٠٢٠ حيث تم تصوير جميع المحاولات بإستخدام كاميرا ذات تردد ١٢٠ كادر/ث وتم إختيار أفضل محاولة للتحليل الكينماتيكى وتم مقارنة نتائج المتسابق بنتائج الدراسات السابقة والخاصة بالتحليل الكينماتيكي لمتسابقى المستوى العالى ومن خلال نتائج هذه الدراسة تم التوصل الى إن إختلاف أزمنة مراحل الأداء فى مسابقة دفع الجلة قد لا يعبر عن وجود إختلافات جوهرية فى قيم معظم المتغيرات الكينماتيكية للأداء فى مسابقة دفع الجلة بالدوران للمتسابقين المحققين لمسافة أكبر من ٢٠ م كذلك يجب يجب أن يتم دراسة سرعة التخلص فى ضوء باقى متغيرات مرحلة التخلص كما إن إرتفاع نقطة التخلص من المتغيرات الحاسمة لمستوى الأداء والذى يرتبط بالمد الكامل لمفاصل الطرف السفلى والذراع الدافعة ولذلك يجب أن يتم تفسيره من خلال علاقته بالطول الكلى للمتسابق والذى يحدد مدى قدرته على إستغلال الخصائص المورفولوجية (طول الذراع وطول الجسم) بالإضافة الى المد الكامل لمفاصل الطرف السفلى والذراع الدافعة للجلة .

Kinematic analysis of shot put rotational technique for elite Egyptian athletes (A case study)

Moamen Mohamed Abdelgawad

Abstract

The main aim of this study is to identify the differences in kinematic variables between an elite Egyptian shot put athlete and world class athletes, 6 attempts were photographed using a high speed camera 120 frames/sec, and the best attempt for was chosen for kinematic analysis . The results of kinematic analysis were compared with the results of previous studies related to the kinematic analysis of world class athletes. Through the results of this study, it was concluded that the differences in stage times the shot put event may not related to the differences in the kinematic variables for athletes who achieved a distance of more than 20 m. Also, the release velocity must be studied according to both height and angle of release. height of release is a critical variable related to throwing performance, which is related to the whole extension of lower limb joints and the putting arm at the moment of release therefore it must be studied through its relationship to the athlete's height, which determines the extent of his ability to exploit the morphological characteristics (arm length and body height) in addition to the full extension of all body especially arm joint and lower limb joint during the release moment.