

"التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد لتكنيك أداء رمى القرص- دراسة حالة"

*م.د. مدحت عبدالحميد السيد سالم

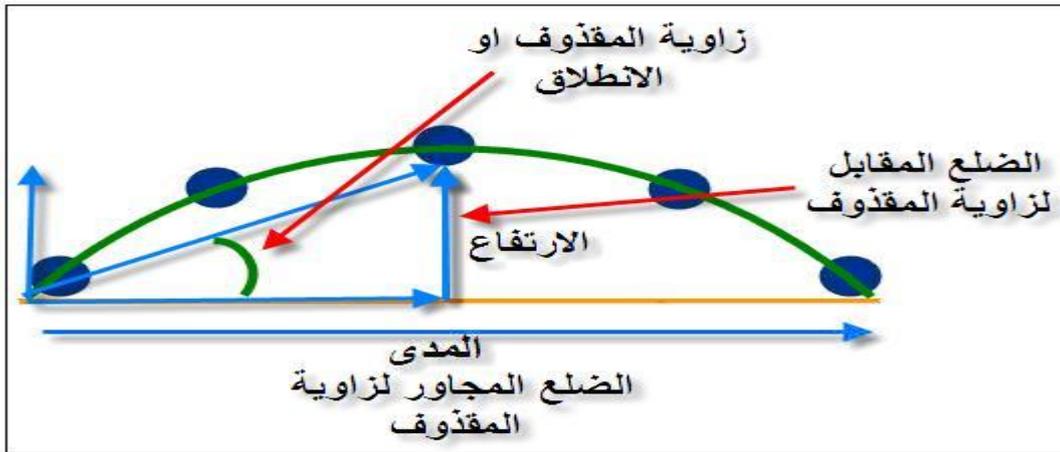
مقدمة ومشكلة البحث:

يتضمن التقييم في التربية الرياضية تقديراً للأداء ثم إصدار أحكام علي هذا الأداء في ضوء اعتبارات لمواصفات الأداء، ورغم تعدد المجالات الرياضية وتتنوعها إلا أن التقييم قد طرقت جميعاً فصبغها بالصبغة العلمية التي هيأت لها الطريق السليم للتقدم، فالتقييم يعتمد علي القياس بصورة مباشرة وبدون التقييم لا توجد معرفة نتائج وبدون النتائج لا يمكن أن يتحسن الأداء.(2)

كما يعد علم البيوميكانيك من أهم العلوم المرتبطة بمسابقات الميدان والمضمار لتقديمه المعلومات التكنيكية الهامة والمؤثرة في فهم الأداء والتي تساعد علي تحديد الإجراءات الحركية المطلوبة لانجاز هذا الأداء بأعلى كفاءة ممكنة وبأقل جهد . (5)

وعلم البيوميكانيك يقوم بدراسة متغيرات الحركة وتحليلها بكافة أجزائها لعرضها للمدرب مما يسهل عملية تقييم الأداء من خلال تحديد نقاط الضعف والقوة والتحليل البيوميكانيكي وسيلة لاكتشاف دقائق الأخطاء وتقييمها في ضوء الاعتبارات المحددة لمواصفات الأداء ومن أنواع التحليل : التحليل ذو البعد الواحد وثنائي الأبعاد أما أهمها فهو التحليل ثلاثي الأبعاد ومن خلاله نري حركات متسابق الرمي من أي زاوية وقياس القيمة الحقيقية لزاويا أجزاء الجسم.(6)

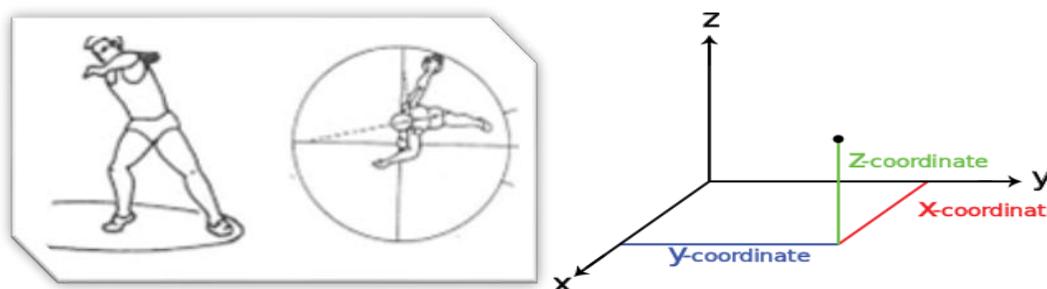
ويوضح التحليل (ثلاثي الأبعاد) الأبعاد الثلاثة للمقدوف كما هو موجود في الطبيعة ويخضع لمقياس رسم سواء في امتداده الرأسي أو الأفقي وذلك لتوضيح وتمييز الأشكال والمقدوفات (٨)



شكل (١) يوضح البعد الأفقي والرأسي والعمودي للمقدوف

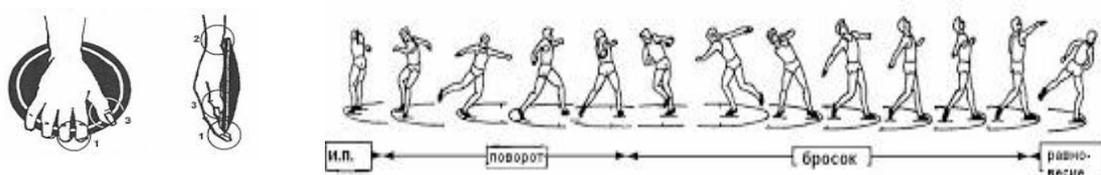
*أستاذ مساعد بقسم تدريب مسابقات الميدان والمضمار - كلية التربية الرياضية للبنين - جامعة الإسكندرية

ويمكننا من خلال التحليل ثلاثي الأبعاد قياس السرعة والتعجيل الخطي والزوايا للمحاور الثلاثة وإيجاد السلسلة الحركية المعبرة لأجزاء الجسم والزوايا والسرعة الخطية والتعجيل ومراحل الانتقال بالحركة وأنماط التغير بالوزن والقوة والعزم في كافة أنحاء الجسم ، كما تظهر المعلومات الدقيقة لتعيين موضع الأجزاء وحركتها وتسمى الاتجاهات المكانية الثلاثة (x, y, z) (8)



شكل (٢) يوضح الأبعاد المكانية الثلاثة

ويتمثل الهدف الرئيسي لمسابقة قذف القرص في إنجاز الرامي لتحقيق أكبر مسافة ممكنه. ووفقاً للمتغيرات البيوميكانيكية فإن تكنيك قذف القرص يتحدد من خلال ٧ مراحل مترابطة (مسك وحمل الأداة- وقفة الاستعداد- المرجحة التمهيديّة- الدوران- وضع الرمي- الرمي- الاتزان) ولكل مرحلة أهمية لتحقيق الناتج الحركي وبعد التحليل البيوميكانيكي وسيلة هامة لإمداد وتزويد المدربين والباحثين بمعلومات الناتج الحركي لتحسين مستوى الأداء بالمسابقة. (3)



شكل (٣) مراحل الأداء الفني لمسابقة قذف القرص (8)

ولتحقيق ابعاد مسافة يتم الاعتماد علي القواعد الميكانيكية الآتية ((ارتفاع نقطة التخلص- زاوية انطلاق الأداة - سرعة الانطلاق)) ولهذا فإن فاعلية تكنيك قذف القرص تعتمد علي تحليل المتميزين لتوضيح الأساليب الفردية للحصول علي اعلي مستوى للأداء. (13)

ولذلك يتم الحصول على متغيرات المكان والزمان ومحددات التخلص بالتحليل ثلاثي الأبعاد لإعطاء توجيهات للمدربين واللاعبين الذين يستعدون للمنافسات ذات المستوى العالي. (١)
ولا يوجد اتفاق عام للباحثين والمدربين علي إسهام ومشاركة كل مرحلة من مراحل قذف القرص، والتي تساعدهم لإصلاح أخطاء التكنيك أثناء الأداء لذا يستطيع التحليل الحركي ثلاثي الأبعاد لقذف القرص أن يكون مفيداً وفعالاً لتحديد المتغيرات المميزة لكل مرحلة من مراحل الأداء. (١٢)

ختاماً: لقد اتخذت مسابقات الميدان والمضمار من مسابقاتها هدفاً ومن الأسلوب العلمي وسيلة لتحطيم الأرقام ومن التقويم أمراً للتعرف على مواطن الضعف والقوة لذا اتخذ الباحث احدي مسابقاتها (قذف القرص) موضوعاً لدراسة المتغيرات المؤثرة في مسافة الرمي بدراسة الحالة، وينصح الباحثون بدراسة المتغيرات الميكانيكية ذات التأثير المباشر على مسافة الرمي من خلال التحليل الحركي لوصف الأداء الحقيقي الأكثر موضوعية، ومشكلة المدرب لا يملك المقياس المعياري ليساعده في فصل الأخطاء الحقيقية عن الفروق الفردية للتكنيك والذي يتم تحقيقه من خلال التحليل ثلاثي الأبعاد ويرى الباحث أن هذا البحث سيعطي صورة أولية للمتخصصين، وقد تم تحديد مشكلة البحث في دراسة أداء متسابق قذف القرص من خلال تحليل الأداء على المستوي ثلاثي الأبعاد كونه اعم واشمل وأكثر مصداقية في الكشف عن المتغيرات للمستوي المتقدم والتي لم تنطرق لها الدراسات وعرضها كنموذج أنيميشن من خلال التحليل ثلاثي الأبعاد. لذا يرى الباحث الحاجة الماسة للتعرف على المتغيرات الكينماتيكية لمتسابق قذف القرص بالتحليل ثلاثي الأبعاد للاستفادة التطبيقية العملية لمتسابق قذف القرص.

هدف البحث :

- التعرف على المتغيرات الكينماتيكية والكينماتيكية لمتسابق قذف القرص من خلال التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد 3D Biomechanical Analysis (دراسة حالة)

التساؤلات :

- ما هي المتغيرات الكينماتيكية لمتسابق قذف القرص ذو المستوى العالي من خلال التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد ؟

- ما هي المتغيرات الكينماتيكية لمتسابق قذف القرص ذو المستوى العالي من خلال التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد ؟

الإجراءات

منهج البحث : المنهج الوصفي بالأسلوب المسحي باستخدام التحليل والتصوير ثلاثي الأبعاد.

مجالات البحث :

المجال المكاني : مضمار كلية التربية الرياضية بنين - بأبي قير.

المجال الزمني : ٢٠١٥ - ٢٠١٨/٤/١٠ م

المجال البشري : دراسة حالة علي متسابق (مصنف جمهورية للشباب).

عينة البحث : دراسة حالة من متسابق واحد (معتز مدحت) والمصنف علي مستوي الجمهورية للشباب

برقم ٤٨.٨٣ متر ولاعب بنادي سموحة بالاسكندرية (العمر البيولوجي ٢٢ سنة)

جدول (١) الخصائص الأنثرومترية للرامي

| أطوال الوصلات | وحدة القياس | القيمة | أطوال الوصلات | وحدة القياس | القيمة |
|--------------------|-------------|--------|---------------|-------------|--------|
| الطول الكلي للرامي | سم | ١٨٧ | طول الجذع | سم | ٥٢ |
| طول القدم | سم | ٢٩ | طول العضد | سم | ٣٠ |
| طول الساق | سم | ٤٥ | طول الساعد | سم | ٣٢ |
| طول الفخذ | سم | ٤٧ | طول كف اليد | سم | ٢٠ |

جدول (١) يوضح الخصائص الأنثرومترية للرامي عينة الدراسة

الدراسة الأساسية : أجريت الدراسة الأساسية بواسطة الباحث والمساعدين في إجراء التجربة (مرفق) في الفترة من ٢/١٥ إلى ٢٠١٨/٤/١٠ م وقد أجريت القياسات البيوميكانيكية للدراسة بمضمار كلية التربية الرياضية للبنين - جامعة الإسكندرية بعد إحضار المتسابق لأخذ المتغيرات المطلوبة وتم تسجيل جميع المحاولات وتم إجراء التحليل البيوميكانيكي للمراحل الفنية للأداء لأفضل محاولة من حيث المستوى الرقمي.

أهم الدراسات السابقة : دراسة Kei Maeda (٢٠١٨) (٩)

عنوان الدراسة : مقارنة بين النخبة العالمية واليابانية" في رمي القرص

هدف الدراسة : التعرف علي أهم المتغيرات البيوميكانيكية للنخبة العالمية واليابانية" في رمي القرص باستخدام التحليل ثلاثي الأبعاد .

منهج الدراسة : الوصفي بالأسلوب المسحي

عينة الدراسة : ١١ متسابق ياباني - ٨ متسابقين عالميين

أدوات الدراسة : التحليل ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامج Skill Spector 3D Analysis

أهم نتائج الدراسة : مقارنة متوسط أنماط زوايا الكوع والكتف والذراع أثناء حركة الرمي.

ولقد اتفقت مع الدراسة الحالية في تحديد متغيرات البحث وكيفية معالجة البيانات ومناقشتها.

أدوات وأجهزة البحث :

تم إجراء التصوير ثلاثي الأبعاد لعدد ٦ رميات للاعب باستخدام عدد اثنين كاميرا عالية السرعة طراز (Sony as 100) وتم تثبيت الكاميرتين بجانب اللاعب الأيسر كاميرا (١) مثبتة بزواوية ٤٥ درجة مع الخط الأفقي المنتصف للدائرة ، وعلى ارتفاع ١.٢٠م عن الأرض وتبعد عن منتصف الدائرة مسافة ٤ أمتار. كاميرا (٢) مثبتة بزواوية ٤٥ درجة مع الخط الأفقي المنتصف للدائرة ، وعلى ارتفاع ١.٢٠م عن الأرض وتبعد عن منتصف الدائرة ٤ أمتار. التقاط مقياس الرسم ثلاثي الأبعاد (١×١×١ متر) والشكل التالي يوضح أماكن التصوير والتقاط مقياس الرسم.

كاميرا (١)

كاميرا (٢)



شكل (٤) : مقياس الرسم ثلاثي الأبعاد

تم عمل معالجة للتصوير باستخدام برنامج DE fisher، وتحويل امتداد الفيديوها إلى AVI باستخدام برنامج video pad. وإجراء التحليل الحركي ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامج Skill Spector 3D Analysis لأفضل محاولة واستخراج النتائج وتم إجراء التزامن للكاميرات باستخدام ريموت التزامن GoPro Remote كما تم تجهيز المتسابق بعلامات ضابطة على مفاصل الجسم، ثم تصوير عدد ٦ محاولات مع أخذ مقياس الرسم ثلاثي الأبعاد ١×١×١ متر ثم حساب البعد النسبي لمراكز ثقل الوصلات كإجراء لحساب عزوم الدوران لمفاصل جسم الرامي وقد تمت دراسة ال ٦ محاولات وأرقامها بهدف الحصول على أحدث البيانات وسجلت الرميات التي تم الحصول عليها من تحليل المسح التصويري ثلاثي الأبعاد التي كانت تسجيلاتها متاحة، وخضعت المحاولات للتحليل المكثف على نطاق واسع مع الأخذ في الاعتبار ما يتعلق بالحركة ككل وقد تم تحليل المحاولات وفقا للعوامل الرئيسية المحددة للأداء وحسابها وتضمن التحليل أيضا العديد من العوامل الميكانيكية المتعلقة بتقنيات الرمي المستخدمة.

جدول (٣) نتائج الستة رميات للرامي

| ترتيب الرمية | المسافة بالمتر | ترتيب الرمية | المسافة بالمتر | ترتيب الرمية | المسافة بالمتر |
|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| الأولى | ٣٤.١٠ | الثانية | ٣٤.٢٠ | الثالثة | ٤١.٥٠ |
| الرابعة | ٣٨.٣٠ | الخامسة | ٤١.٠٠ | السادسة | ٣٨.٧٠ |

يوضح جدول (٣) المستوي الرقمي لمتسابق قذف القرص قيد البحث

المتغيرات البيوميكانيكية قيد البحث :

اختيرت متغيرات البحث من التحليل العاملي لعدد ٢٠ متغير، بالإضافة لمتغير زاوية التخلص والهجوم وسرعة وارتفاع نقطة الانطلاق لأهميته بحركة المقذوفات فأصبحت متغيرات البحث ٢٤ متغير وقد تم إجراء الدراسة علي متسابق للشباب مصنف ببطولة الجمهورية مع امتياز وجود تزامن التصوير مع الرمي بكلية التربية الرياضية للبنين -بالإضافة إلي توفير مونتاج للمحاولة وعرضها كanimيشن من جميع الجوانب وهذه متفردة لا تتواجد إلا إذا كان التحليل ثلاثي الأبعاد.

جدول (٤) : لحظات التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد :

| منظر خلفي للحظات | منظر جانبي للحظات | منظر أمامي للحظات | إتجاه ومنظر اللحظة للحظات | |
|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|--|
| | | | | ١ لحظة بداية التحول بالمرجحات أماماً (المرجحات التمهيديّة) |
| | | | | ٢ نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيديّة) |
| | | | | ٣ بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) |
| | | | | ٤ نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) |
| | | | | ٥ بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) |
| | | | | ٦ نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) |
| | | | | ٧ بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) |
| | | | | ٨ نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) |
| | | | | ٩ بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) |
| | | | | ١٠ نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) |
| | | | | ١١ بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص |
| | | | | ١٢ لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) |
| | | | | ١٣ لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) |

يتضح من جدول (٤) : لحظات التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد من الاتجاهات الثلاثية المختلفة الأمامية والجانبية والخلفية .

عرض النتائج: Results

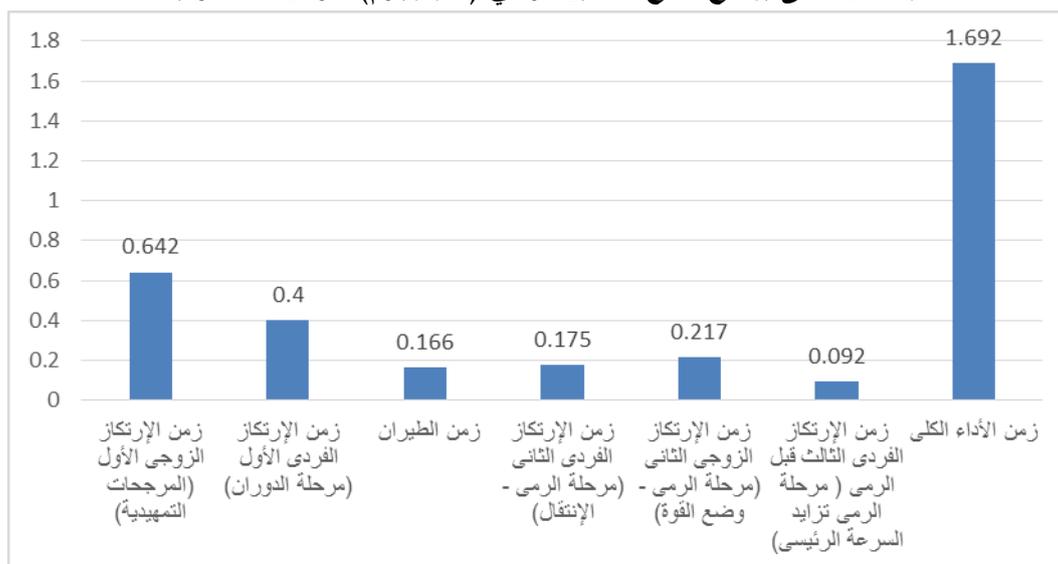
أولاً: نتائج التحليل الكينماتيكي Kinematic Analysis Results

جدول (٥): نتائج التحليل الزمني (الكرونوجرام) لمراحل أداء الرمية

| الزمن (ثانية) | مراحل الأداء |
|---------------|---|
| ٠.٦٤٢ | زمن الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيدية) |
| ٠.٤ | زمن الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) |
| ٠.١٦٦ | زمن الطيران |
| ٠.١٧٥ | زمن الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) |
| ٠.٢١٧ | زمن الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) |
| ٠.٠٩٢ | زمن الارتكاز الفردي الثالث قبل الرمي (مرحلة الرمي تزايد السرعة الرئيسي) |
| ١.٦٩٢ | زمن الأداء الكلي |

يوضح جدول (٥) نتائج التحليل الزمني (الكرونوجرام) لمراحل أداء الرمية قيد الدراسة

والشكل التالي يوضح نتائج التحليل الزمني (الكرونوجرام) لمراحل أداء الرمية



شكل (٦) نتائج التحليل الزمني (الكرونوجرام) لمراحل أداء الرمية

جدول (٦) : نتائج المتغيرات البيوميكانيكية العامة (مؤشرات الانطلاق)

| القيمة | المتغيرات البيوميكانيكية العامة (مؤشرات الإنطلاق) |
|--------|---|
| ١٢ | زاوية هجوم القرص (درجة) |
| ٣٣ | زاوية التخلص (درجة) |
| ١.٧٤ | ارتفاع نقطة التخلص (متر) |
| ٢٠.١٤ | سرعة التخلص (متر/ثانية) |

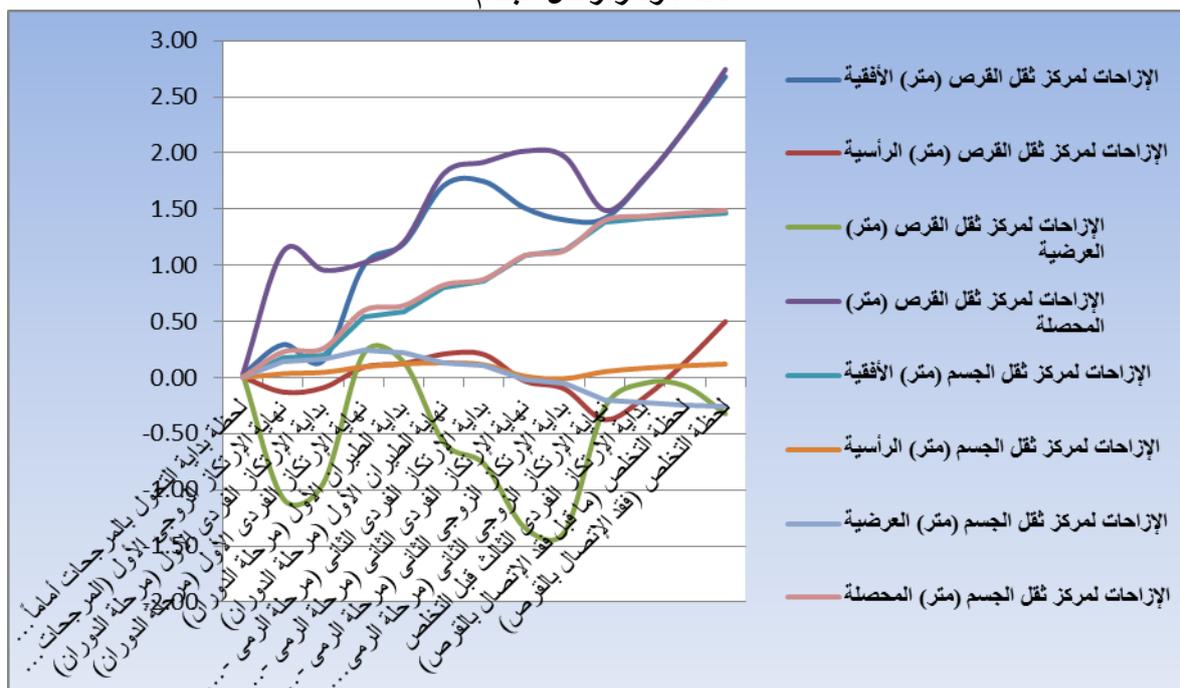
يوضح جدول (٦) المتغيرات البيوميكانيكية العامة (مؤشرات الانطلاق) قيد البحث

جدول (٧): نتائج الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم

| اللحظات | المتغيرات الكينماتيكية | | | | الإزاحات لمركز ثقل القرص (متر) | | | | الإزاحات لمركز ثقل الجسم (متر) | | | |
|---|------------------------|---------|---------|---------|--------------------------------|---------|---------|---------|--------------------------------|---------|---------|---------|
| | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة |
| لحظة بداية التحول من المرحلات أماماً | ٠.٠٣ | ٠.٠٠ | ٠.٠٢ | ٠.٠٤ | ٠.٠٠ | ٠.٠٠ | ٠.٠٠ | ٠.٠٠ | ٠.٠٠ | ٠.٠٠ | ٠.٠٠ | ٠.٠٠ |
| نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيدية) | ٠.٢٩ | -٠.١٣ | ١.٠٨ | ١.١٣ | ٠.١٨ | ٠.٠٣ | ٠.١٤ | ٠.٢٣ | ٠.١٨ | ٠.٠٣ | ٠.١٤ | ٠.٢٣ |
| بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ٠.١٥ | -٠.٠٩ | ٠.٩٤ | ٠.٩٦ | ٠.٢٠ | ٠.٠٥ | ٠.١٦ | ٠.٢٦ | ٠.٢٠ | ٠.٠٥ | ٠.١٦ | ٠.٢٦ |
| نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ١.٠٠ | -٠.٠٩ | ٠.٢١ | ١.٠٢ | ٠.٥٤ | ٠.٠٩ | ٠.٢٥ | ٠.٦٠ | ٠.٥٤ | ٠.٠٩ | ٠.٢٥ | ٠.٦٠ |
| بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ١.١٩ | -٠.١٢ | ٠.١٤ | ١.٢١ | ٠.٥٩ | ٠.١٢ | ٠.٢٢ | ٠.٦٤ | ٠.٥٩ | ٠.١٢ | ٠.٢٢ | ٠.٦٤ |
| نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ١.٧١ | -٠.٢١ | ٠.٥٨ | ١.٨٢ | ٠.٨٠ | ٠.١٣ | ٠.١٣ | ٠.٨٣ | ٠.٨٠ | ٠.١٣ | ٠.١٣ | ٠.٨٣ |
| بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ١.٧٥ | -٠.٢٠ | ٠.٧٧ | ١.٩٢ | ٠.٨٦ | ٠.١١ | ٠.١١ | ٠.٨٨ | ٠.٨٦ | ٠.١١ | ٠.١١ | ٠.٨٨ |
| نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ١.٥١ | -٠.٠٣ | ١.٣٣ | ٢.٠٢ | ١.٠٨ | ٠.٠١ | ٠.٠٢ | ١.٠٨ | ١.٠٨ | ٠.٠١ | ٠.٠٢ | ١.٠٨ |
| بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) | ١.٤٠ | -٠.١٠ | ١.٣٧ | ١.٩٧ | ١.١٣ | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ١.١٣ | ١.١٣ | ٠.٠١ | ٠.٠٥ | ١.١٣ |
| نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) | ١.٤٢ | -٠.٣٧ | ٠.٢٦ | ١.٤٩ | ١.٣٩ | ٠.٠٥ | ٠.٢٠ | ١.٤٠ | ١.٣٩ | ٠.٠٥ | ٠.٢٠ | ١.٤٠ |
| بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص | ١.٧٧ | -٠.١٧ | ٠.١٥ | ١.٧٨ | ١.٤٢ | ٠.٠٨ | ٠.٢٢ | ١.٤٤ | ١.٤٢ | ٠.٠٨ | ٠.٢٢ | ١.٤٤ |
| لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) | ٢.٢١ | -٠.١٤ | ٠.٠٨ | ٢.٢٢ | ١.٤٤ | ٠.١١ | ٠.٢٤ | ١.٤٧ | ١.٤٤ | ٠.١١ | ٠.٢٤ | ١.٤٧ |
| لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) | ٢.٦٨ | -٠.٥٠ | ٠.٣٢ | ٢.٧٤ | ١.٤٦ | ٠.١٢ | ٠.٢٦ | ١.٤٩ | ١.٤٦ | ٠.١٢ | ٠.٢٦ | ١.٤٩ |

يتضح من جدول (٧) بنتائج الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ومركز ثقل الجسم من بداية المرحلات التمهيدية وحتى لحظة التخلص.

والشكل التالي يوضح نتائج الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم



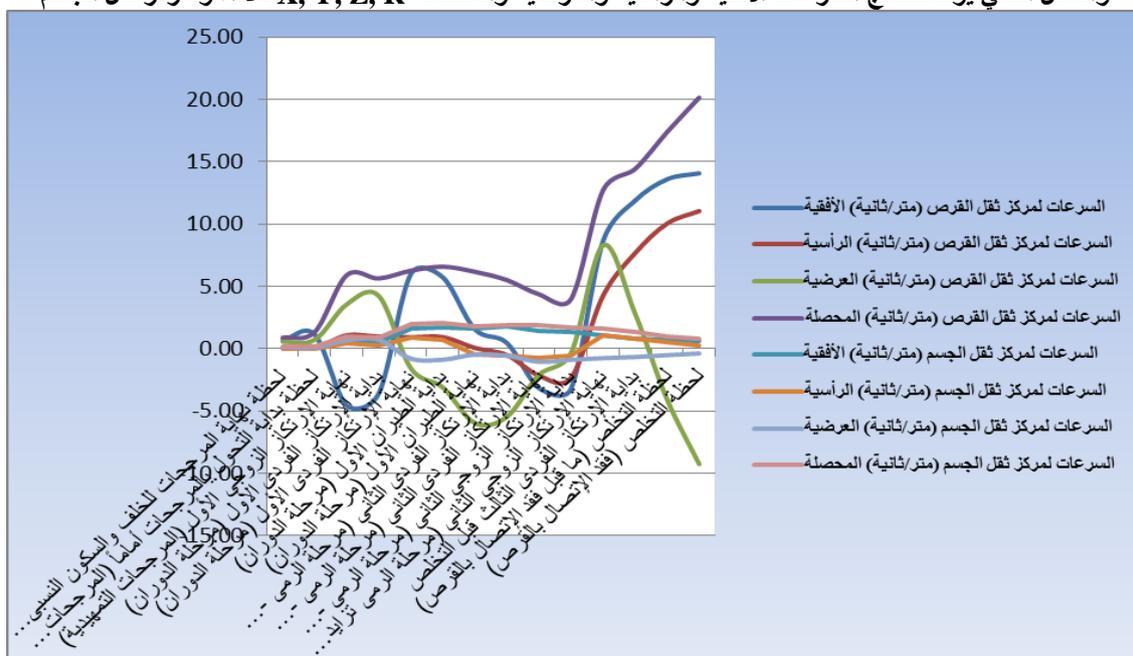
شكل (٧): نتائج الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم .

جدول (٨): نتائج السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم

| اللحظات | السرعات لمركز ثقل القرص (م/ث) | | | | السرعات لمركز ثقل الجسم (م/ث) | | | |
|---|-------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------|---------|---------|---------|
| | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة |
| لحظة بداية التحول من المرحلات أماماً | ١.١٣ | ٠.٠٧ | ٠.٧١ | ١.٣٤ | ٠.١٣ | ٠.٠٥ | ٠.٠٧ | ٠.١٦ |
| نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيدية) | ٤.٥٨ | ١.٠٧ | ٣.٥٦ | ٥.٩٠ | ٠.٥٦ | ٠.٤٠ | ٠.٦٧ | ٠.٩٦ |
| بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ٣.٦٠ | ٠.٩٧ | ٤.٢٣ | ٥.٦٤ | ٠.٥٢ | ٠.٢٧ | ٠.٧١ | ٠.٩٢ |
| نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ٥.٩٨ | ٠.٩٢ | ١.٥٧ | ٦.٢٦ | ١.٥٩ | ٠.٨٧ | ٠.٨٠ | ١.٩٨ |
| بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ٥.٧٢ | ٠.٩٣ | ٣.١١ | ٦.٥٨ | ١.٦٩ | ٠.٦٧ | ٠.٨٨ | ٢.٠٢ |
| نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ١.٥٦ | ٠.٠٦ | ٥.٩٧ | ٦.١٧ | ١.٦٣ | ٠.٤٣ | ٠.٤٧ | ١.٧٥ |
| بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ٠.٤٥ | ٠.٥١ | ٥.٤٦ | ٥.٥٠ | ١.٧٥ | ٠.٥٥ | ٠.٥٧ | ١.٩٢ |
| نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ٣.١٦ | ٢.١٦ | ٢.٠٨ | ٤.٣٦ | ١.٤٤ | ٠.٧٢ | ١.٠٥ | ١.٩٢ |
| بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) | ٣.٢١ | ٢.٣٤ | ٠.٣٤ | ٣.٩٨ | ١.٣٥ | ٠.٥٧ | ٠.٨٩ | ١.٧١ |
| نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) | ٨.٦٤ | ٤.٢٤ | ٨.٣٠ | ١٢.٧١ | ١.٠٤ | ١.٠٣ | ٠.٧٦ | ١.٦٥ |
| بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص | ١١.٨٨ | ٧.٦٧ | ٢.٨١ | ١٤.٤١ | ٠.٨٣ | ٠.٨٠ | ٠.٦٧ | ١.٣٤ |
| لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) | ١٣.٥٩ | ١٠.٠٤ | ٤.١٠ | ١٧.٣٩ | ٠.٦٧ | ٠.٥٣ | ٠.٥٢ | ١.٠٠ |
| لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) | ١٤.٠٧ | ١١.٠٤ | ٩.٢٦ | ٢٠.١٤ | ٠.٦٣ | ٠.٢٩ | ٠.٣٨ | ٠.٧٩ |

يوضح جدول (٨) نتائج السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم قيد البحث .

والشكل التالي يوضح نتائج السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم



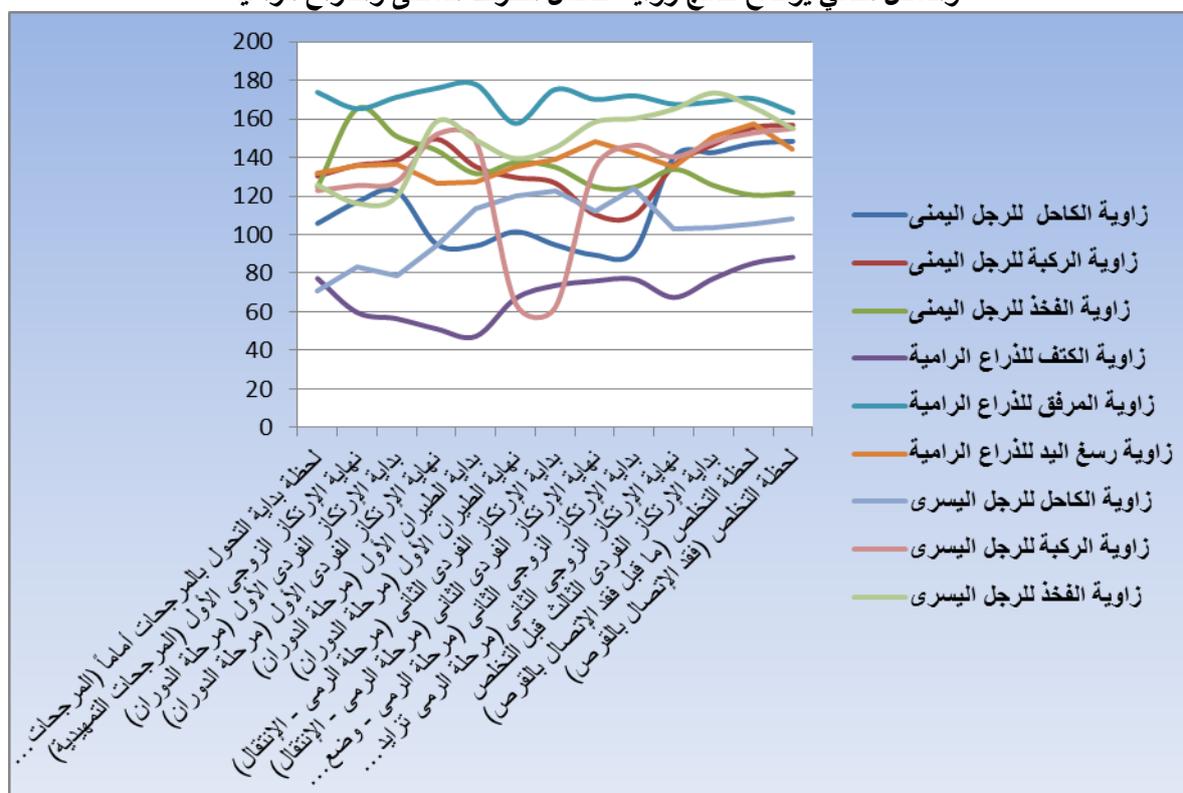
شكل (٨) : نتائج السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم .

جدول (٩): نتائج زوايا مفاصل الطرف السفلي والذراع الرامية

| زوايا مفاصل الطرف السفلي الأيسر | | | زوايا مفاصل الذراع الرامية | | | زوايا مفاصل الطرف السفلي الأيمن | | | المتغيرات الكينماتيكية | اللمحظات |
|---------------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|-------|---------------------------------|--------|--------|---|----------|
| الفخذ | الركبة | الكاحل | رسغ اليد | المرفق | الكتف | الفخذ | الركبة | الكاحل | | |
| ١٢٦ | ١٢٣ | ٧١ | ١٣٢ | ١٧٤ | ٧٧ | ١٢٥ | ١٣٠ | ١٠٦ | لحظة بداية التحول من المرحلات أماماً | |
| ١١٦ | ١٢٥ | ٨٣ | ١٣٦ | ١٦٥ | ٦٠ | ١٦٥ | ١٣٦ | ١١٧ | نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرحلات التمهيدية) | |
| ١٢٠ | ١٢٧ | ٧٩ | ١٣٦ | ١٧١ | ٥٦ | ١٥١ | ١٣٨ | ١٢٢ | بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | |
| ١٥٩ | ١٥٢ | ٩٤ | ١٢٧ | ١٧٦ | ٥١ | ١٤٤ | ١٥٠ | ٩٥ | نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | |
| ١٤٩ | ١٤٨ | ١١٤ | ١٢٨ | ١٧٨ | ٤٧ | ١٣٢ | ١٣٥ | ٩٤ | بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | |
| ١٣٩ | ٦٤ | ١٢٠ | ١٣٥ | ١٥٨ | ٦٧ | ١٣٧ | ١٣٠ | ١٠١ | نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | |
| ١٤٥ | ٦٢ | ١٢٣ | ١٣٩ | ١٧٥ | ٧٤ | ١٣٥ | ١٢٧ | ٩٥ | بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | |
| ١٥٨ | ١٣٤ | ١١٢ | ١٤٨ | ١٧٠ | ٧٦ | ١٢٥ | ١١١ | ٨٩ | نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | |
| ١٦٠ | ١٤٦ | ١٢٤ | ١٤٢ | ١٧٢ | ٧٧ | ١٢٥ | ١١٠ | ٩١ | بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) | |
| ١٦٥ | ١٤٠ | ١٠٣ | ١٣٥ | ١٦٨ | ٦٧ | ١٣٤ | ١٣٦ | ١٤٠ | نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) | |
| ١٧٣ | ١٤٨ | ١٠٤ | ١٥١ | ١٦٩ | ٧٧ | ١٢٦ | ١٤٧ | ١٤٣ | بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص | |
| ١٦٦ | ١٥٣ | ١٠٥ | ١٥٧ | ١٧١ | ٨٥ | ١٢٠ | ١٥٥ | ١٤٧ | لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) | |
| ١٥٥ | ١٥٥ | ١٠٨ | ١٤٥ | ١٦٣ | ٨٨ | ١٢٢ | ١٥٧ | ١٤٨ | لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) | |

يوضح جدول (٩) نتائج زوايا مفاصل الطرف السفلي والذراع الرامية قيد البحث .

والشكل التالي يوضح نتائج زوايا مفاصل الطرف السفلي والذراع الرامية



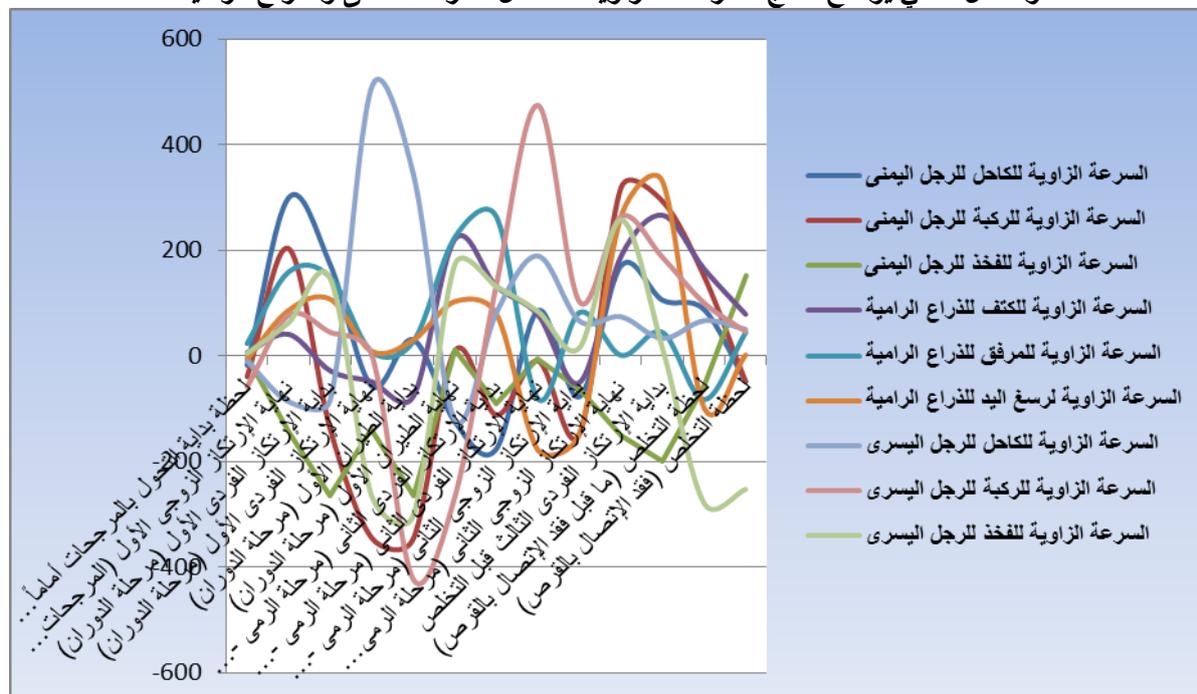
شكل (٩) : نتائج زوايا مفاصل الطرف السفلي والذراع الرامية .

جدول (١٠): نتائج السرعات الزاوية لمفاصل الطرف السفلى والذراع الرامية

| المتغيرات الكينماتيكية | السرعات الزاوية لمفاصل الطرف السفلى | | | السرعات الزاوية لمفاصل الذراع الرامية | | | السرعات الزاوية لمفاصل الطرف السفلي الأيسر | | | اللحظات |
|---|-------------------------------------|--------|-------|---------------------------------------|--------|----------|--|--------|-------|---------|
| | الكاحل | الركبة | الفخذ | الكاحل | المرفق | رسغ اليد | الكاحل | الركبة | الفخذ | |
| لحظة بداية التحول من المرجحات أماماً | ١٨- | ٣٩- | ٤- | ٦ | ٢٣ | ٦- | ١٠- | ٥٨- | ٥ | |
| نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيديّة) | ٢٩٩ | ٢٠٣ | ١٤٤- | ٤١ | ١٥٩ | ٨٦ | ٨٧- | ٧٧ | ٦٣ | |
| بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ١٧٢ | ١٣٩- | ٢٦٥- | ٢٨- | ١٤٩ | ١٠٧ | ٨٣- | ٤٤ | ١٤٦ | |
| نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ٥٧- | ٣٤٥- | ١٣٨- | ٤٩- | ٨ | ٨ | ٥٠٩ | ٢ | ٢٦٦- | |
| بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ٣٠ | ٣٤٦- | ٢٦٤- | ٧٧- | ٢٧ | ٣٠ | ٣٤٤ | ٤٢٤- | ٣٠٢- | |
| نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ١٢٥- | ٩ | ١١ | ٢٢١ | ٢٢٤ | ١٠٣ | ١٢١- | ٢٦٧- | ١٧٣ | |
| بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ١٧٦- | ١١٢- | ٩١- | ١٣١ | ٢٦٣ | ٨٠ | ٨٢ | ١٣٥ | ١٣١ | |
| نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ٨٥ | ١٠- | ٦- | ٧٨ | ٨١- | ١٧٩- | ١٨٩ | ٤٧٤ | ٨٤ | |
| بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) | ٧٧- | ١٤٨- | ٦٤- | ٥١- | ٨٢ | ١٤٧- | ٦٦ | ١٠٢ | ١٥ | |
| نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) | ١٧٠ | ٣١٨ | ١٥١- | ١٨٨ | ١ | ٢٦٤ | ٧٤ | ٢٦٤ | ٢٥٨ | |
| بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص | ١٠٥ | ٢٩٣ | ٢٠١- | ٢٦٦ | ٤٤ | ٣٣٠ | ٣٣ | ١٨٦ | ١٤ | |
| لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) | ٨٨ | ١٥١ | ٥٩- | ١٦٥ | ٨٣- | ٩٨- | ٦٦ | ١٠٠ | ٢٧٩- | |
| لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) | ٤٩- | ٤٩- | ١٥٢ | ٧٩ | ٤٤ | ٢ | ٥٠ | ٤٦ | ٢٥٣- | |

يوضح جدول (١٠) نتائج السرعات الزاوية لمفاصل الطرف السفلى والذراع الرامية قيد البحث .

والشكل التالي يوضح نتائج السرعات الزاوية لمفاصل الطرف السفلى والذراع الرامية



شكل (١٠) : نتائج السرعات الزاوية لمفاصل الطرف السفلى والذراع الرامية .

Kinetic Analysis Results

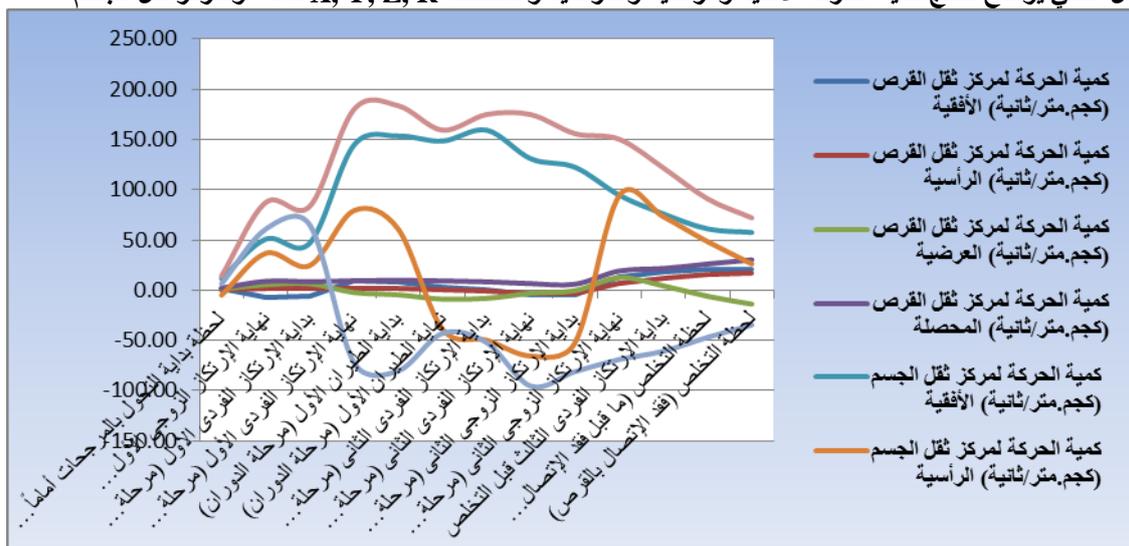
ثانياً: نتائج التحليل الكيناتيكي

جدول (١١): نتائج كمية الحركة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم

| الملاحظات | المتغيرات الكينماتيكية | | | | كمية الحركة للقرص (كجم.م/ثانية) | | | | كمية الحركة لمركز ثقل الجسم (كجم.م/ث) | | | |
|---|------------------------|---------|---------|---------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة |
| لحظة بداية التحول من المرجحات أماماً | ١.٧٠ | ٠.١١ | ١.٠٧ | ٢.٠١ | ١١.٦٤ | ٤.٩٨ | ٦.٤٠ | ١٤.١٩ | | | | |
| نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيديّة) | ٦.٨٧ | ١.٦١ | ٥.٣٤ | ٨.٨٥ | ٥٠.٨٥ | ٣٦.٦٨ | ٦٠.٧١ | ٨٧.٢٧ | | | | |
| بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ٥.٤٠ | ١.٤٦ | ٦.٣٤ | ٨.٤٥ | ٤٧.٠١ | ٢٤.٥٩ | ٦٤.٧٩ | ٨٣.٧٤ | | | | |
| نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ٨.٩٨ | ١.٣٩ | ٢.٣٥ | ٩.٣٨ | ١٤٤.٦٤ | ٧٩.٣١ | ٧٢.٤٦ | ١٨٠.١٦ | | | | |
| بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ٨.٥٧ | ١.٤٠ | ٤.٦٧ | ٩.٨٦ | ١٥٣.٥٢ | ٦٠.٦٨ | ٨٠.٤٠ | ١٨٣.٦٢ | | | | |
| نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ٢.٣٣ | ٠.٠٩ | ٨.٩٥ | ٩.٢٥ | ١٤٨.٤٥ | ٣٨.٨٤ | ٤٣.٠٥ | ١٥٩.٣٧ | | | | |
| بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ٠.٦٨ | ٠.٧٧ | ٨.١٩ | ٨.٢٥ | ١٥٩.٣٢ | ٤٩.٧٩ | ٥٢.٢٦ | ١٧٤.٩٧ | | | | |
| نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ٤.٧٥ | ٣.٢٤ | ٣.١٣ | ٦.٥٤ | ١٣٠.٧٩ | ٦٥.٦٦ | ٩٥.٦٥ | ١٧٤.٨٣ | | | | |
| بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) | ٤.٨١ | ٣.٥١ | ٠.٥١ | ٥.٩٨ | ١٢٢.٤٢ | ٥٢.٢٤ | ٨١.١٤ | ١٥٥.٨٨ | | | | |
| نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) | ١٢.٩٠ | ٦.٣٦ | ١٢.٤٥ | ١٩.٠٦ | ٩٤.٦٤ | ٩٤.٦٤ | ٦٩.١٠ | ١٥٠.٣٣ | | | | |
| بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص | ١٧.٨١ | ١١.٥٠ | ٤.٢٢ | ٢١.٦٢ | ٧٥.٩٤ | ٧٣.٠٢ | ٦٠.٧٧ | ١٢١.٦٢ | | | | |
| لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) | ٢٠.٣٨ | ١٥.٠٦ | ٦.١٥ | ٢٦.٠٨ | ٦١.٠٢ | ٤٨.١٩ | ٤٦.٩٧ | ٩٠.٨٤ | | | | |
| لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) | ٢١.١١ | ١٦.٥٦ | ١٣.٩٠ | ٣٠.٢١ | ٥٧.٤١ | ٢٦.٢١ | ٣٤.٦٨ | ٧٢.٠١ | | | | |

يوضح جدول (١١) نتائج كمية الحركة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم قيد البحث .

والشكل التالي يوضح نتائج كمية الحركة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم



شكل (١١) : نتائج كمية الحركة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم .

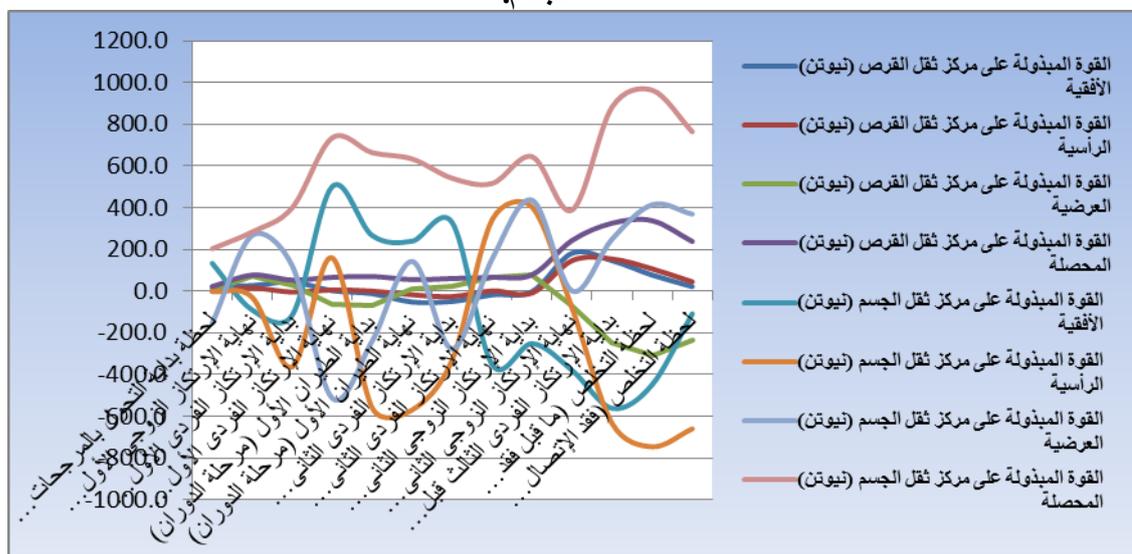
التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد لتكنيك أداء رمي القرص- دراسة حالة

جدول (١٢): نتائج القوة المبدولة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم

| القوة المبدولة على القرص (نيوتن) | | | | القوة المبدولة على مركز ثقل الجسم (نيوتن) | | | | المتغيرات الكينماتيكية اللحظات |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---|---------|---------|---------|---|
| الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة | |
| ٢٠.٨ | ٠.٢ | ٦.٤ | ٢١.٧ | ١٣٣.٣ | ١.٦ | ١٥٣.٧ | ٢٠٣.٤ | لحظة بداية التحول من المرجحات أماماً |
| ٢٦.٦ | ١٥.٧ | ٧٠.٦ | ٧٧.١ | ٩٠.٤ | ٢٩.٧ | ٢٦٧.٧ | ٢٨٤.١ | نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيدية) |
| ٤٤.١ | ٤.٦ | ٣٠.٠ | ٥٣.٥ | ١١٥.٣ | ٣٦٣.٠ | ١٢٢.٥ | ٤٠٠.١ | بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) |
| ٢.٣ | ٥.٨ | ٦٥.٩ | ٦٦.٢ | ٥٠.١ | ١٥٩.٤ | ٥١٣.١ | ٧٣٤.٩ | نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) |
| ١٢.١ | ٠.٥ | ٦٩.٥ | ٧٠.٦ | ٢٦٦.٨ | ٥٥٩.٦ | ٢٣٨.٦ | ٦٦٤.٣ | بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) |
| ٥٢.٠ | ١٧.٢ | ٩.٠ | ٥٥.٥ | ٢٣٩.٦ | ٥٦٩.١ | ١٤٢.٨ | ٦٣٣.٨ | نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) |
| ٤٩.٦ | ٢٥.٩ | ٢٣.٠ | ٦٠.٥ | ٣٢٨.٧ | ٣٢٩.٠ | ٢٧٦.٣ | ٥٤١.٠ | بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) |
| ١٧.٧ | ١.٦ | ٦٣.٨ | ٦٦.٢ | ٣٥٣.٠ | ٣٤٣.٧ | ١٥٥.٦ | ٥١٦.٧ | نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) |
| ١.٩ | ٨.٣ | ٧٨.٧ | ٧٩.٢ | ٢٥١.٣ | ٤٠٢.٩ | ٤٣٥.٨ | ٦٤٤.٥ | بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) |
| ١٨٢.١ | ١٤٦.٩ | ٦٧.٤ | ٢٤٣.٥ | ٣٨٠.١ | ٨٣.٠ | ٠.٧ | ٣٨٩.٠ | نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) |
| ١٤٦.٠ | ١٥٤.٣ | ٢٤٧.٣ | ٣٢٦.٠ | ٥٦١.٧ | ٦٣٤.٨ | ٢٥٠.٠ | ٨٨٣.٧ | بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص |
| ٧٧.٢ | ١٠٦.٩ | ٣١١.٢ | ٣٣٨.٠ | ٤٤٨.٠ | ٧٤٥.٨ | ٤١٤.٤ | ٩٦٣.٧ | لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) |
| ٢١.٧ | ٤٥.٠ | ٢٣٢.٧ | ٢٣٨.٠ | ١٠٨.٤ | ٦٦٠.١ | ٣٦٩.٣ | ٧٦٤.١ | لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) |

يوضح جدول (١٢) نتائج القوة المبدولة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم قيد البحث .

والشكل التالي يوضح نتائج القوة المبدولة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم.



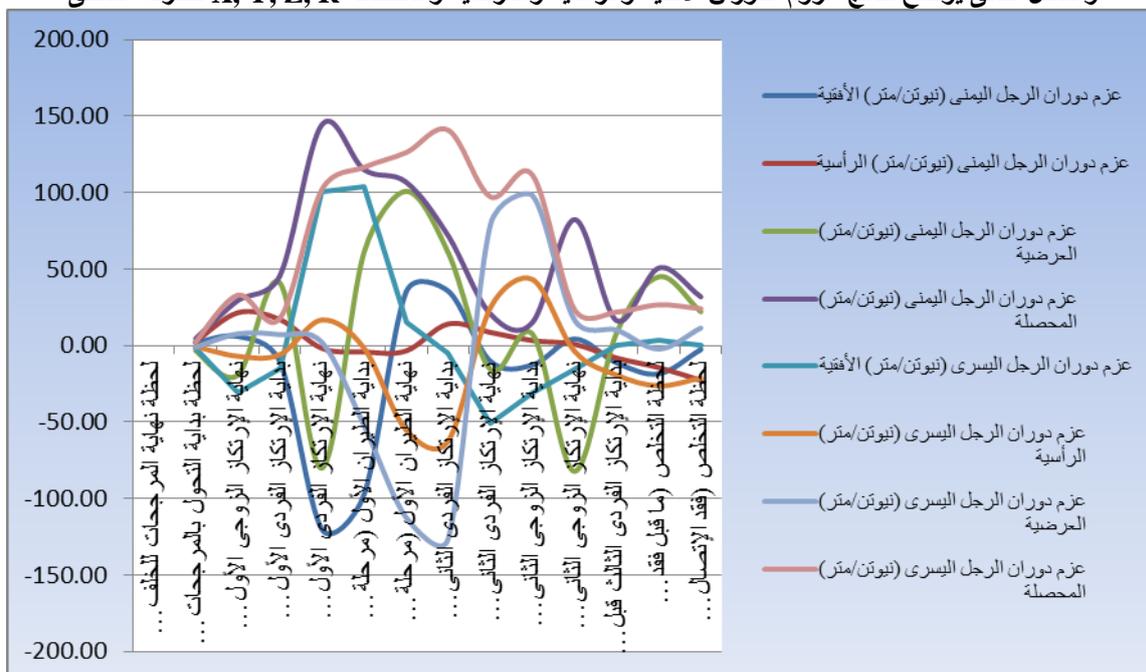
شكل (١٢) : نتائج القوة المبدولة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم .

جدول (١٣): نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للطرف السفلي

| اللحظات | المتغيرات الكينماتيكية | | | عزم دوران الرجل اليميني (نيوتن.متر) | | | | عزم دوران الرجل اليسرى (نيوتن.متر) | | | |
|---|------------------------|---------|---------|-------------------------------------|---------|---------|---------|------------------------------------|---------|---------|---------|
| | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة | الرأسية | العرضية | المحصلة | الأفقية | الرأسية | العرضية | المحصلة |
| لحظة بداية التحول من المرجحات أماماً | ١.٧٣ | ٢.٤٤ | ٣.٤٢- | ٤.٥٥ | ١.٩١- | ٠.٥٨- | ١.١٣- | ٢.٣٠ | | | |
| نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيدية) | ٥.٩٨ | ٢١.٤٧ | ١٩.٣٣ | ٢٩.٥٠ | ٣١.٢٦- | ٦.٩٧- | ٧.٢٦ | ٣٢.٩٣ | | | |
| بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ١٠.٦٢- | ١٧.٠٢ | ٤٠.٩٨ | ٤٥.٦٣ | ١٥.١٥- | ٥.٩٥- | ٧.١٦ | ١٧.٧٨ | | | |
| نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) | ١٢٠.٢٤ | ١.٨٤- | ٨٠.١٢ | ١٤٤.٥٠ | ١٠٠.٧٤ | ١٦.٧٤ | ١.٩٥ | ١٠٢.١٤ | | | |
| بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ٩٧.٣٥- | ٤.٢١- | ٦١.٠٣ | ١١٤.٩٨ | ١٠٤.١٧ | ١.٧٣- | ٥٢.٣٠- | ١١٦.٥٨ | | | |
| نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) | ٣٥.٠٦ | ٣.٤٧- | ١٠٠.٨٧ | ١٠٦.٨٥ | ١٥.٢٩ | ٥٥.٢٣ | ١١٢.٤- | ١٢٦.١٨ | | | |
| بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ٣٥.٥٩ | ١٤.١٦ | ٦٠.٧١ | ٧١.٧٨ | ٤.٦٥- | ٦٢.٣٢ | ١٢٦.٢- | ١٤٠.٨٣ | | | |
| نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) | ١٠.٢٤- | ٨.٦٣ | ١٥.٦٤ | ٢٠.٥٩ | ٥١.٠٦- | ٢٤.٧٠ | ٧٩.٠٣ | ٩٧.٢٧ | | | |
| بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) | ١٢.٧٥- | ٣.٢٨ | ٧.٤٥ | ١٥.١٣ | ٣.٦٨- | ٤٣.٢٢ | ٩٨.٠٤ | ١١١.٤٥ | | | |
| نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) | ٤.٣٠ | ٠.٨٧ | ٨٢.٢٣ | ٨٢.٣٥ | ١٦.٠٥- | ٣.٧٢- | ١٦.٧١ | ٢٣.٤٧ | | | |
| بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص | ١١.٣٣- | ٨.١٧- | ٨.٤٢ | ١٦.٣١ | ٠.٠٣- | ١٩.٣٧ | ١٠.١٦ | ٢١.٨٧ | | | |
| لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) | ١٨.٥٠- | ١٤.٣٨ | ٤٤.٩٨ | ٥٠.٧٢ | ٣.٢٢ | ٢٦.٣٩ | ٢.٢٧- | ٢٦.٦٨ | | | |
| لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) | | | | | | | | | | | |

يوضح جدول (١٣) نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للطرف السفلي قيد البحث .

والشكل التالي يوضح نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للطرف السفلي



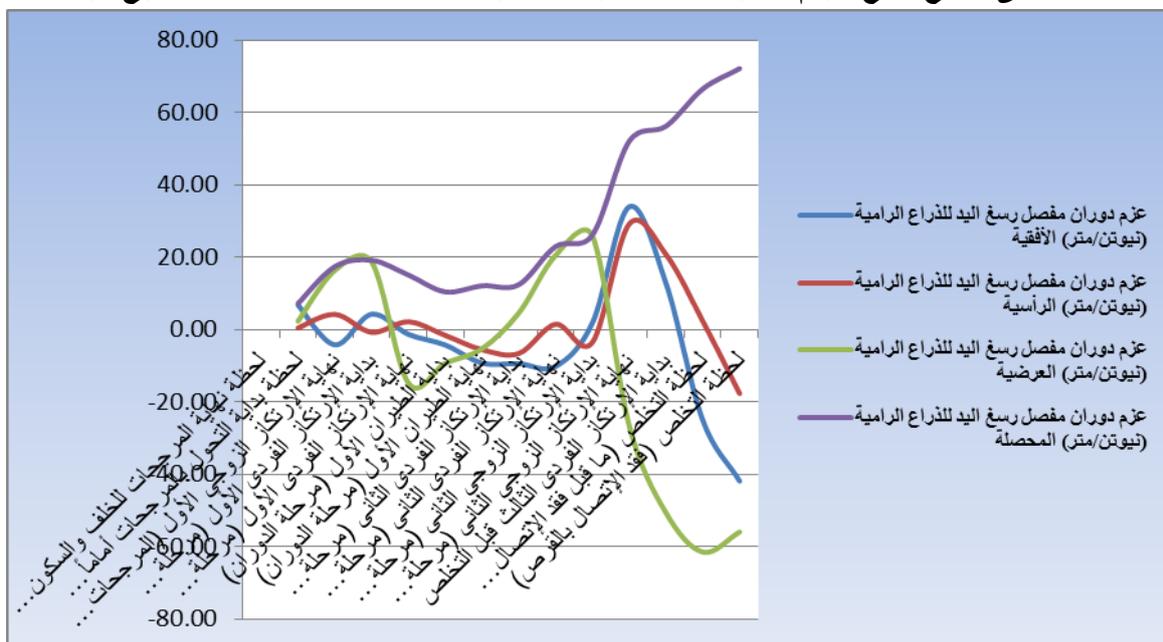
شكل (١٣): نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للطرف السفلي

جدول (١٤): نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع الرامية

| المتغيرات الكينماتيكية | | | | اللحظات |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---|
| عزم دوران الذراع الرامية (نيوتن.متر) | الأفقية | الرأسية | العرضية | |
| ٧.١٥ | ٦.٧٦ | ٠.٤١ | ٢.٣٠ | لحظة بداية التحول من المرجحات أماماً |
| ١٧.٣٨ | ٤.٢٣- | ٤.٢٠ | ١٦.٣٢ | نهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيدية) |
| ١٩.١٤ | ٤.٢٣ | ٠.٧٧- | ١٨.٦٥ | بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) |
| ١٥.٠٥ | ١.٣٤- | ٢.١٣ | ١٤.٨٤- | نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) |
| ١٠.٤١ | ٤.٢٩- | ١.٦٢- | ٩.٣٤- | بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) |
| ١٢.٠٦ | ٩.٢٧- | ٥.٥٨- | ٥.٣٣- | نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران) |
| ١٢.٤١ | ٩.٤٥- | ٦.٦٣- | ٤.٥٦ | بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) |
| ٢٢.٩٦ | ١٠.١٩- | ١.٤٤ | ٢٠.٥٢ | نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) |
| ٢٦.١٤ | ١.٨٤ | ٣.٥٢- | ٢٥.٨٣ | بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) |
| ٥٢.٠٥ | ٣٣.٩٤ | ٢٩.١٦ | ٢٦.٥٩- | نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) |
| ٥٦.٢١ | ١٢.٦٧ | ٢٠.٧٢ | ٥٠.٦٩- | بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص |
| ٦٦.٥١ | ٢٥.١٤- | ٢.٢٤ | ٦١.٥٤- | لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) |
| | | | | لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) |

يوضح جدول (١٤) نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع الرامية .

والشكل التالي يوضح نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع الرامية



شكل (١٤): نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع الرامية

مناقشة النتائج: Discussion

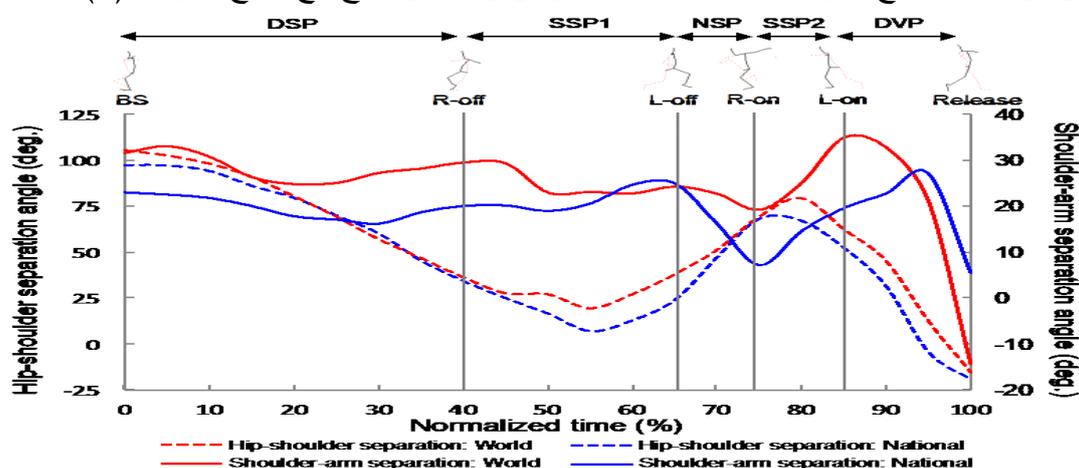
يتضح من جدول (٥) أن زمن الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيديّة) 0.642 ث وزمن الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) 0.4 ث وزمن الطيران 0.166 ث وزمن الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) 0.175 ث وزمن الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) 0.217 ث وزمن الارتكاز الفردي الثالث قبل الرمي (مرحلة الرمي تزايد السرعة الرئيسي) 0.092 ث وزمن الأداء الكلي 1.692 ث وتعتبر هذه الأزمنة مناسبة لخصائص ووقت كل مرحلة والمسافة التي تم تحقيقها 41.50 متر ، وزمن مرحلة الطيران 0.166 ث وهذا يمثل من $9-11$ % تقريبا من الزمن الكلي للأداء وتتقارب تلك النتائج مع النسبة المئوية لزمن مرحلة الطيران لأفضل لاعبي الرمي في العالم 8 % تقريبا وهذا يمكن تفسيره أن اللاعب لديه مرحلة طيران طويلة لم تمكنه من دوران مناسب حول محور دورانه خلال (التخلص) ومع ذلك أظهرت بعض الدراسات أن زمن مرحلة الطيران لا ترتبط بالمسافة التي يحققها الرامي (10) كما أن أزمنة الارتكاز وطول زمن الطيران يدل على وجود علاقات بين المتغيرات والانجاز المتحقق من خلال مؤشر الزمن الكلي ، ولكن اتساع زمن الأداء الكلي يدل على فروق توقيتات الحركة لكل جزء من الحركة، يرجع إلى ضعف ترابط المراحل الفنية لدى عينة البحث والتي يفترض أن تتم بانسيابية عالية وبدون حدوث أي توقفات لحظية بين أقسامها وذلك من أجل الحفاظ على الطاقة الحركية المكتسبة والقوة المتولدة لاستغلالها في رمي القرص بالشكل الصحيح . (12)

ويشير جدول (٦) الخاص بنتائج المتغيرات البيوميكانيكية العامة (مؤشرات الانطلاق) بلوغ زاوية هجوم القرص (١٢ درجة) وزاوية التخلص (٣٣ درجة) وارتفاع نقطة التخلص (١.٧٤ م) وسرعة التخلص (٢٠.١٤ م/ث) ويعتبر متغير ارتفاع نقطة الانطلاق معيار فعالية الامتداد التي يحققها اللاعب بالنسبة لطوله الطبيعي بالإضافة إلى زوايا ركبة الرجل الأمامية خلال مرحلة التخلص (الرمي) فاللاعب يحاول أن يحقق الرمي من اعلي ارتفاع ممكن وتوضح النتائج أن ارتفاع نقطة انطلاق قذف القرص 1.74 م لذا فإن اللاعب يجب عليه ضبط ارتفاع التخلص والذي سيساعده في تحقيق أفضل المنافع بالاستفادة من قوة الدفع خلال التسليم (التخلص) كما أن المتغيرات المرتبطة بوضع قذف القرص لحظة التخلص تشمل كل من زاوية التخلص وزاوية الهجوم ويتفق ذلك مع (١٣) إلى أن زاوية الهجوم ناتجة عن الفرق بين زاوية التحرر والتخلص وتحدد المرجعية النظرية أن زاوية التحرر 35 درجة علي ألا تزيد زاوية الهجوم عن 12 درجة كحد مثاليكما أن العلاقة بين مسافة الرمي وسرعة التخلص وزاوية التخلص هامة وعامل حاسم بالمناسبات. (٩) وارتفاع نقطة الانطلاق أقل أهمية من العوامل الأخرى لأن سرعة الانطلاق هي الأهم، حيث هناك علاقة خطية بين سرعة الانطلاق ومسافة الرمي. (١١)

كما يشير جدول (٧) والخاص بنتائج الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم بلوغ معدلات الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة لمركز ثقل القرص ٢.٦٨ ، ٠.٥٠ ، ٠.٣٢- ، ٢.٧٤ متر على التوالي في حين بلغت معدلات الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة ١.٤٦ ، ٠.١٢- ، ٠.٢٦ ، ١.٤٩ متر على التوالي من بداية المرجحات التمهيدية وحتى لحظة التخلص ، وقد بلغت معدلات الفروق في الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة بين مركز ثقل القرص ومركز ثقل الجسم ١.٢٢ ، ٠.٣٨ ، ٠.٠٦- و ١.٢٥ متر على التوالي من بداية المرجحات التمهيدية وحتى لحظة التخلص، وتشير الدراسات إلي ان انخفاض قيمة الإزاحة للمتسابق ليست العامل الرئيسي في انخفاض المستوي الرقمي ، ولكنها مؤشر هنا لعدم استغلال السرعة والطاقة المكتسبة بالشكل الصحيح وهكذا فان زيادة مسافة الرمي بالإزاحات مرهونة بزيادة سرعة الانطلاق وهي أساس مشكلة ترتبط بالتدريب للمتسابق.(١١)

ويشير جدول (٨) إلي انه بلغ أعلى معدلات السرعة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة للقرص خلال لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) بمعدلات ١٤.٠٧ ، ١١.٠٤ ، ٩.٢٦- ، ٢٠.١٤ متر/ثانية. في حين بلغ أعلى معدل سرعة أفقية لمركز ثقل الجسم خلال لحظة بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) بمعدل ١.٧٥ متر/ثانية ، وأعلى معدل سرعة رأسية خلال نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزيد السرعة) بمعدل ١.٠٣ متر/ثانية، وأعلى معدل سرعة عرضية خلال لحظة نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) بمعدل ١.٠٥ متر/ثانية، وأعلى معدل سرعة محصلة خلال لحظتي بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) و نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي -الانتقال) بمعدل ١.٩٢ متر/ثانية لذا يتضح أن طبيعة التغير في السرعة وبلوغ أعلى معدلات سرعة أفقية ورأسية وعرضية ومحصلة للقرص والجسم من مرحلة إلي أخرى تقدم لنا العامل الحاسم في التأثير وتحقيق تتابع زمني ناجح لأقصى سرعة للمحاور في المراحل الرئيسية من حركة الرمي كما أن متوسط طول مسار التسارع النهائي للقرص بعد هبوط القدم الداعمة متساوي وسرعة انطلاق الأداة نتيجة لقوة اللاعب تؤثر على المسافة الكلية ، إذ أن هذا العامل يعتبر من أهم العوامل المؤثرة في طول المسافة الرمي، حيث أن مسافة الرمي تتناسب طردياً مع مربع سرعة انطلاق الأداة، فإذا ضاعفنا من سرعة الانطلاق، فان مسافة الرمي سوف تزداد إلى أربعة إضعاف، وزيادة سرعة الانطلاق تتزايد نتيجة للمعادلة ومن المعترف به عموماً أن سرعة الإطلاق أثناء الرمي هي المتغير الأكثر أهمية في تحديد مسافة الرمي. (٤)(٧)

ويتضح من جدول (٩) أعلى معدل لزواوية مفصل الكاحل للرجل اليمنى ١٤٨ درجة خلال لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) ، ومفصل الركبة للرجل اليمنى ١٥٧ درجة خلال لحظة التخلص، ومفصل الفخذ للرجل اليمنى ١٦٥ درجة بنهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيديّة) ، مفصل الكتف للذراع الرامية ٨٨ درجة خلال لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) ، ومفصل المرفق للذراع الرامية ١٧٦ درجة خلال لحظة نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) ، وأعلى معدل لزواوية مفصل رسغ اليد للذراع الرامية ١٥٧ درجة خلال لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) ، وأعلى معدل لزواوية مفصل الكاحل للرجل اليسرى ١٢٤ درجة خلال لحظة بداية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي - وضع القوة) ، وأعلى معدل زاوية مفصل الركبة للرجل اليسرى ١٥٥ درجة خلال لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص) وزاوية مفصل الفخذ للرجل اليسرى ١٧٣ درجة ببداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص، وتتقارب نتائج الدراسة الخاصة بزوايا الحوض والفخذ والذراع مع نتائج الدراسة (٩) شكل (١٤)



شكل ١٥ متوسط أنماط زوايا مفصل الكتف الحوض والفخذ والذراع أثناء حركة الرمي

ويتضح من جدول (١٠) أعلى معدل للسرعة الزاوية لكل من مفصل الكاحل للرجل اليمنى ٢٩٩ د/ث بنهاية الارتكاز الزوجي الأول (المرجحات التمهيديّة) ، ومفصل الركبة للرجل اليمنى ٣١٨ د/ث بنهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة) ، ومفصل الفخذ للرجل اليمنى -٢٦٤ د/ث ببداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) ، ومفصل الكتف للذراع الرامية ٢٦٦ د/ث ببداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص ، ومفصل المرفق للذراع الرامية ٢٦٣ د/ث ببداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) ، ومفصل رسغ اليد للذراع الرامية ٣٣٠ د/ث ببداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص ، وأعلى معدل للسرعة الزاوية لمفصل الكاحل للرجل اليسرى ٥٠٩ د/ث خلال نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران) ، ومفصل الركبة للرجل اليسرى ٤٧٤ د/ث خلال نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي-الانتقال) ، ولمفصل الفخذ للرجل اليسرى -٣٠٢ د/ث خلال بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران).

تشير معدلات الزوايا للنقطة المنخفضة لمدار رمي القرص التي تؤدي لأكبر انخفاض بالتسارع، ويكون أقل وضوحاً للمتسابق الذي يستخدم التسارع الأفقي للرجلين بشكل أفضل، وعادة ما تظهر المسارات انخفاضاً في التسارع عند لحظة لمس القدم للأرض مرتبطاً بالتغلب على القصور الذاتي للقرص في هذه اللحظة للزمن (١٢) كما يتضح أن مسار السرعة الزاوية لمحور الكتف بعد النقطة العالية من مدار القرص نموذجياً، وظهرت زيادة مبكرة في السرعة الزاوية يمكن تفسيرها نتيجة لف القدم اليمنى بعيداً للأمام عند الهبوط، ليتحقق التوازن بالمراحل الزمنية المختلفة في أقصى السرعات الزاوية لمحاور الفخذ والكتف ووجود سرعة زاوية اعلى لذراع الرمي بالمرحلة النهائية الأولى يدل على انه عامل مؤثر في الأداء، ويرجع هذا بسبب السرعة الزاوية العالية في المرحلة النهائية والحاسمة للرمي (١١) وهذا ما يتضح من جدول (١١) أعلى معدل لكمية الحركة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة للقرص ٢١.١١ و ١٦.٥٦ و ١٣.٩٠ و ٣٠.٢١ كجم/م/ث على التوالي خلال لحظة التخلص (فقد الاتصال بالقرص). في حين بلغ أعلى معدل كمية حركة أفقية للجسم ١٥٩.٣٩ كجم/م/ث وذلك خلال لحظة بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال)، أعلى معدل كمية حركة رأسية للجسم ٩٤.١٦ كجم/م/ث خلال لحظة نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة)، وأعلى معدل كمية حركة عرضية للجسم -٩٥.٦٥ كجم/م/ث خلال لحظة نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي)، وأعلى معدل كمية حركة محصلة للجسم ١٨٣.٦٢ كجم/م/ث (مرحلة الدوران).

ويتضح من جدول (١٢) بلغ أعلى معدل قوة أفقية مبذولة على القرص ١٨٢.١ نيوتن خلال لحظة نهاية الارتكاز الزوجي الثاني (مرحلة الرمي تزايد السرعة)، وأعلى معدل قوة رأسية مبذولة على القرص ١٥٤.٣ نيوتن خلال لحظة بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص، وأعلى معدل قوة عرضية مبذولة على القرص -٣١١.٢ نيوتن خلال لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص)، وأعلى معدل قوة محصلة مبذولة على القرص ٣٣٨ نيوتن خلال لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص) وبلغ أعلى معدل قوة أفقية مبذولة على الجسم -٥٦١.٧ نيوتن خلال لحظة بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص، وأعلى معدل قوة رأسية مبذولة على الجسم -٧٤٥.٨ نيوتن خلال لحظة التخلص (ما قبل فقد الاتصال بالقرص)، وأعلى معدل قوة عرضية مبذولة على الجسم -٥١٣.١ نيوتن خلال لحظة نهاية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران)، وأعلى معدل قوة محصلة مبذولة على الجسم ٩٦٣.٧ نيوتن خلال لحظة التخلص، لذا يتضح أن المتسابق قام بتطبيق القوة برمي القرص لفترة أطول من المتوسط لذلك كانت سرعة الإطلاق والمسافة التي تم رميها أكبر بالمحاولة الثالثة لان سرعة الإطلاق ازدادت خلال حركة الرمي كما أن المسار الأطول يعني أنه يتم تطبيق القوة على القرص لفترة أطول كما أن الغرض من تحديد كمية الحركة والقوة المبذولة للقرص ومركز ثقل الجسم تعمل على تحديث المعلومات

الخاصة بفعالية قذف القرص وزيادة المعطيات الخاصة بأهمية التحليل الحركي عن هذه الفعالية البيوميكانيكية الخاصة بتكنيك المتسابق، فإذا أردت أن تقذف بسرعة أو بقوة فإن الإيقاع لن يتغير مع إتباع الإيقاع وإذا لم يتوفر الاتزان في الأداء فإن الرمية سوف تكون ضعيفة بغض النظر عن قوة اللاعب لذا يجب الحفاظ على اتزان الجسم عند مؤخرة الدائرة حيث ان جميع الرميات يجب أن يتوفر فيها عامل الاتزان بشكل جيد لذا يجب اكتساب القوة من مدى الحركة الواسع بقدر الإمكان على أن نضع في الاعتبار مستوى قوة ومرونة اللاعب. (٦)(١)

يتضح من جدول (١٣) إلي انه بلغ أعلى معدل عزم دوران أفقي للرجل اليمنى - ١٢٠.٢٤ نيوتن.م خلال لحظة بداية الطيران الأول (مرحلة الدوران) ، وأعلى معدل عزم دوران رأسي للرجل اليمنى ٢١.٤٧ نيوتن.م خلال لحظة بداية الارتكاز الفردي الأول (مرحلة الدوران)، وأعلى معدل عزم دوران عرضي للرجل اليمنى ١٠٠.٨٧ نيوتن.م خلال لحظة بداية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال)، وأعلى معدل عزم دوران محصل للرجل اليمنى ١٤٤.٥٠ نيوتن.م.

بلغ أعلى معدل عزم دوران أفقي للرجل اليسرى ١٠٤.١٧ نيوتن.م خلال لحظة نهاية الطيران الأول (مرحلة الدوران)، وأعلى معدل عزم دوران رأسي للرجل اليسرى - ٦٢.٣٢ نيوتن.م خلال لحظة نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال)، وأعلى معدل عزم دوران عرضي للرجل اليسرى - ١٢٦.٢ نيوتن.م خلال لحظة نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال)، وأعلى معدل عزم دوران محصل للرجل اليسرى ١٤٠.٨٣ نيوتن.م خلال لحظة نهاية الارتكاز الفردي الثاني (مرحلة الرمي - الانتقال) .

ويوضح جدول (١٤) أعلى معدل عزم دوران أفقي للذراع الرامية ٣٣.٩٤ نيوتن.م خلال بداية الارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص، وأعلى معدل عزم دوران رأسي للذراع الرامية ٢٩.١٦ نيوتن.م بالارتكاز الفردي الثالث قبل التخلص، وأعلى معدل عزم دوران عرضي للذراع الرامية - ٦١.٥٤ نيوتن.م خلال التخلص (فقد الاتصال بالقرص) ، وأعلى معدل عزم دوران للذراع الرامية ٦٦.٥١ نيوتن.م خلال التخلص (فقد الاتصال بالقرص). يتضح أن جسم المتسابق في أفضل موضع خلال مرحلة الإعداد واكتسابه مدي أوسع لعمل إطاحة بالرجل اليمني والتي تسببت في وقت أطول في مرحلة الدخول وكنتيجة لزيادة مسافة الدخول ومن خلال اعلي معدل عزم دوران محصل للذراع الرامية استطاع اللاعب أن يضع القرص في ارتفاع مناسب خلال مرحلة الطيران مقارنة بباقي المحاولات كما يتضح أهمية عزم الدوران لعمل الرجلين لإكساب اللاعب السرعة والإيقاع الجيد والاتجاه السليم وعمل الرجلين بشكل جيد فان الرمية سوف تؤدي بشكل جيد كما يميل المتسابق لإبقاء ذراع الرمي ابعده للخلف إثناء مرحلة الطيران وهذا يؤدي الي اختلاف واضح وملحوظ في عزم الدوران بين محور الكتف ومحور ذراع الرمي عند لمس القدم اليمني للأرض لذا

يستخدم المتسابق السلسلة الحركية بشكل أكثر ملائمة ولكن إطلاق القرص عند انتقال ذراع الرمية إلى ما وراءه يشير للاعتماد المفرط على قوة الذراع ، وتشير الدراسات ان العامل الرئيسي هو النقطة المنخفضة لمدار رمي القرص، وعلي المتسابق التغلب علي اقل نقطه بمنحني الرمي شكل ١٢ واختلاف زمن كل مرحلة يبرهن علي إمكانية تحقيق سرعات عالية بمرحلة التخلص لذا يجب علي المدربين إعطاء الاهتمام للأداء الحركي ومما سبق يتم تفسير تساؤل البحث من خلال تحديد الخصائص الكينماتيكية والكيناتيكية لمتسابق قذف القرص ذو المستوى العالي من خلال التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد .

الاستنتاجات :

١- التعرف علي نتائج مؤشرات الانطلاق لكل من زاوية هجوم القرص (١٢ درجة) ، زاوية التخلص (٣٣ درجة) ، ارتفاع نقطة التخلص (١.٧٤ متر) ، سرعة التخلص (٢٠.١٤ متر/ثانية)

٢- التعرف علي المحددات البيوميكانيكية من خلال التحليل ثلاثي الأبعاد للمراحل الفنية بمسابقة قذف القرص من خلال التعرف علي المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث كالتالي :

* تحديد الإزاحات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم حيث كانت اعلي قيمة لمحصلة إزاحات مركز ثقل القرص ٢.٧٤ متر ، ١.٤٩ متر لمركز ثقل الجسم لحظة التخلص.

* تحديد السرعات الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم حيث وصلت لأعلي معدل لمركز ثقل القرص بمرحلة التخلص في متغيرات السرعة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة (١٤.٠٧ - ١١.٠٤ - ٩.٢٦ - ٢٠.١٤ م/ث وبالترتيب) وقد وصلت اعلي معدل لمركز ثقل الجسم كالأتي السرعة الأفقية ١.٧٥ م/ث بمرحلة بداية الارتكاز الفردي والسرعة الرأسية ١.٠٣ م/ث بنهاية الارتكاز الزوجي الثاني والمحصلة ١.٩٢ م/ث في الارتكاز الفردي الثاني .

* تحديد زوايا مفاصل الطرف السفلي والذراع الرامية حيث تمثلت اعلي قيمة لزوايا مفاصل الطرف الأيمن للكاحل والركبة والفخذ ١٤٨ - ١٥٧ - ١٦٥ درجة علي الترتيب زوايا مفاصل الطرف السفلي الأيسر للكاحل والركبة والفخذ ١٢٤ - ١٥٥ - ١٧٣ علي الترتيب وزوايا مفاصل الذراع الرامية للكف والمرفق ورسغ اليد ٨٨ - ١٧٦ - ١٥٧ علي الترتيب

٣- التعرف علي المحددات البيوميكانيكية من خلال التحليل ثلاثي الأبعاد للمراحل الفنية بمسابقة قذف القرص من خلال التعرف علي المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث كالتالي :

* التعرف علي نتائج كمية الحركة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم حيث كانت اعلي قيمة لكمية الحركة للقرص ٣٠.٢١ كجم.م/ث ، ١٨٣.٦٢ كجم.م/ث لمركز ثقل الجسم لحظة التخلص.

* التعرف علي نتائج القوة المبذولة الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للأداة ولمركز ثقل الجسم حيث وصلت لأعلي معدل لمركز ثقل القرص بمرحلة التخلص ٣٣٨ نيوتن وقد وصلت اعلي معدل لمركز ثقل الجسم ٩٦٣.٧ نيوتن.

* التعرف علي نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للطرف السفلي حيث أعلى معدل لمركز ثقل القرص بمرحلة نهاية الارتكاز الفردي الأول ١٤٤.٥ نيوتن / متر واعلي معدل لمركز ثقل الجسم ١٤٠.٨٣ نيوتن / متر بمرحلة بداية الارتكاز الفردي الثاني .

* التعرف علي نتائج عزوم الدوران الأفقية والرأسية والعرضية والمحصلة X, Y, Z, R للذراع الرامية حيث أعلى معدل لعزم دوران الذراع الرامية الأفقي والرأسي ٣٣.٩٤ - ٢٩.١٦ نيوتن/متر بمرحلة نهاية الارتكاز الفردي الثاني ومحصلة عزم دوران الذراع الرامية ٦٦.٥١ نيوتن / متر بمرحلة لحظة التخلص.

٤- التوصل الي نتائج التحليل الزمني (الكرونوجرام) لمراحل أداء الرمية من خلال التحليل ثلاثي الأبعاد لأزمنة زمن الارتكاز الزوجي الأول ٠.٦٤٢ ث - زمن الارتكاز الفردي الاول ٠.٤ ث - زمن الطيران ٠.١٦٦ ث - زمن الارتكاز الزوجي الثاني ٠.١٧٥ ث - زمن الارتكاز الفردي الثاني ٠.٢١٧ ث - زمن الارتكاز الفردي الثالث ٠.٠٩٢ ث - الزمن الكلي ١.٦٩٢ ث .

٥- دراسة تكنيك المستوي العالي لمتسابق قذف القرص بالتحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد 3D Biomechanical Analysis يعمل علي التعرف علي المتغيرات الكينماتيكية والكيناتيكية المساهمة في مستويات ومحاور الحركة (الأفقي والرأسي والعرضي والمحصلة) (X, Y, Z, R) .

التوصيات :

- ترسيخ مبدأ التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد لدراسة وتوصيف مسابقات العاب القوى.
- استخدام نتائج التحليل للمدربين وفقاً للأسس العلمية والمتمثلة في التحليل الحركي ثلاثي الأبعاد.

المراجع :

- (١) **خالد خميس جابر**: تأثير تدريبات بالأسلوب العرضي في تطوير القوة المميزة بالسرعة لفعالية رمي القرص مجلة علوم الرياضة . أسويط . العدد الأول ٢٠١٠ ص ٣٧٤-٣٩٣ .
2. **Bartlett,Roger,(2007)**.Introduction Sports Biomechanics Analyzing Human Movement Patterns, 2nd Edition, by Rutledge 2 Park square, Milton Park,Abingdon, Oxon OX14 4RN, 270 Madison Avenue, New York, USA.
- 3.**Bing Yu, Jeffery Broker,Jay Silvester.(2002)**. A kinetic analysis of discus-throwing techniques, Sports Biomechanics.Volume 1, Issue1, 200 2Pages 25:45 .
- 4.**Ching-Hua Chiu (2008)**. Estimating the Optimal Release Conditions for World Record Holders Discus,International Journal of Sport and Exercise Science,1(1) 14.
5. **Hall, susan.J, (2007)**, Basic Biomechanics, Fifth Edition, Department of Health, Nutrition, and Exercise Sciences University of Delawaer.
- 6.**HelmarHommel (2009)**.Biomechanical Analyses of Selected Events at the 12th IAAF World Championship in Athletics Berlin 15 – 23 August.
7. **Hubbard, M., Cheng K.B. (2007)**. Optimal discus trajectories. *Journal of Biomechanics*, 40, 3650-3659.
- 8 **José Campos(2004)**: Three-dimensional kinematic analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF World Championships in Athletics by IAAF; 47-57.
- 9 **Kei Maeda -Jun Mizushima- Mitsugi Ogata (2018)** :COMPARISON OF WORLD ELITE AND JAPANESE ELITE THROWERS IN THE DISCUS THROW· Conference: 36th International Conference on Biomechanics in SportsAt: Auckland, New Zealand.
10. **Medhat A.S, Osama E.M (2012)**:Biomechanical Analysis of Top Discus Throwers Performance In EgyptThe International Edition Of The Official, volume2 no 1, Peer-Reviewed Journal The Faculty Of Physical Education Alexandria University.
11. **Oleg Nemtsev(2011)**Comparison of kinematic characteristics between standing and rotational Discus throws International Conference on Biomechanics in Sports,Porto, Portugal; 06/2011
12. **Steve Leigh,HuiLiu,Bing Yu (2010)**. Individualized optimal release angles in discus throwing,Journal of Biomechanics,Volume 43, Issue 3 , Pages 540-545.
13. **Steve Leigh,Mont Gross(2008)**.Therelationship between discus throwing performance and combinations of selected technical parameters, Sports Biomet. 2008 May; 7(2):173-93