**Misan Journal for Physical Education Sciences**
**مجلة ميسان لعلوم التربية البدنية**
Vol. 29, No. 1, Year 2024, pp. 1-13
العدد:29، المجلد 1، السنة 2024، الصفحات 1-13
ISSN: 3007-7508

# دراسة تحليلية ثلاثية الأبعاد لبعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة الرمي لفعالية دفع الثقل وعلاقتها بالإنجاز

# A three-dimensional analytical study of some kinematic variables of the throwing phase for the effectiveness of weight pushing and its relationship to the achievement

**أ.م.د محمد مجيد صلال**

الجامعة العراقية كلية التربية للبنات

***الملخص***

*جاءت أهمية البحث من خلال تحليل المتغيرات الكينماتيكية بتحليل ثلاثي الابعاد وذلك عن طريق قياس المسافة الحقيقية وبذلك يمكن ايجاد السرعة الحقيقية لان الزمن المقاس في البعدين يمثل زمن الحركة كلها وليس زمن الحركة في البعدين والوصول الى قيم افتراضية لزوايا لا يمكن تقديرها الا باستخدام المشهد من الاعلى او من الاسفل، كذلك استخدام تدوير المشهد كوسيلة لتغذية راجعة لان ذلك يتيح اكتشاف جميع فضاء الحركة، وهدفت الدراسة الى تحليل بعض المتغيرات الكينماتيكية بصورة ثلاثية الأبعاد لمرحلة الرمي لفعالية دفع الثقل وكذلك التعرف على العلاقة بين المتغيرات الكينماتيكية المدروسة بإنجاز فعالية دفع الثقل، استخدم الباحث المنهج الوصفي لملائمة طبيعة المشكلة المراد حلها، تم تحديد مجتمع البحث من لاعبي دفع للشباب تحت سن (20) سنة وعددهم (3) لاعبين، من لاعبي اندية محافظة ديالى المسجلين ضمن الاتحاد الفرعي لألعاب القوى، وقد تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية, واعتمد الباحث عدد المشاهدات اذ تم اعطاء كل لاعب ستة محاولات وبذلك بلغ عدد المشاهدات لكل متغير (18) مشاهدة، وشملت اجراءات البحث الميدانية اجراء التصوير الفيديوي والتحليل الحركي لاستخراج المتغيرات الكينماتيكية بطريقة ثلاثية الابعاد من خلال المحاور الثلاث (x , y, z) والمحصلة (زمن مرحلة الرمي النهائي (زمن الارتكاز الزوجي)، محصلة الازاحة لأجزاء الجسم، السرعة والتعجيل المتحقق لأجزاء الجسم)، باستخدام برنامج برنامج(APAS)، في ضوء النتائج التي حصل عليها الباحث استنتج الباحث ومن خلال تحليل نتائج البحث ومناقشتها الى إن هنالك علاقة ارتباط معنوية بين محصلة الازاحة والسرعة والتعجيل لأجزاء الجسم بأتجاه المحاور الثلاث (x , y, z) واظهرت النتائج ايضاً الى وجود علاقة ارتباط معنوية بين الازاحة والسرعة والتعجيل المتحققة لأجزاء الجسم والانجاز، ويوصي الباحث في التأكيد على إجراء التحليل الحركي للتعرف على نواحي الخلل والضعف في الأداء الحركي، وإجراء الاختبارات الدورية والتحليل الحركي لمراقبة مستوى التطور في الجوانب الميكانيكية والفنية.*

*الكلمات المفتاحية: ثلاثية الأبعاد، المتغيرات الكينماتيكية، دفع الثقل*

**ABSTRACT**

The importance of the research came through the analysis of kinematic variables by three-dimensional analysis by measuring the real distance and thus finding the real speed because the time measured in the two dimensions represents the time of all movement and not the time of movement in the two dimensions and reaching hypothetical values for

angles that can only be estimated using the scene from above or from below, as well as the use of scene rotation as a means of feedback because this allows the discovery of all the space of movement, and the study aimed to analyze some kinematic variables in three-dimensional form of the throwing phase for the effectiveness of pushing the weight as well as identifying the relationship between kinematic variables The researcher used the descriptive approach to suit the nature of the problem to be solved. The research community was identified of three (3) players from Diyala clubs registered with the Athletics Sub-Union. The research sample was chosen in a deliberate manner. The researcher adopted the number of views as each player was given six attempts, so the number of views for each variable reached (18) views. The field research procedures included conducting video imaging and kinematic analysis to extract the kinematic variables in a three-dimensional way through The three axes (x , y, z) and the outcome (the time of the final throwing phase (the time of doubles anchoring), the displacement outcome of the body parts, the velocity and acceleration achieved for the body parts), using the (Apas) program, in light of the results obtained by the researcher, the researcher concluded that there is a significant correlation between the displacement outcome, velocity and acceleration of the body parts towards the three axes (x , y, z). The results also showed a significant correlation between displacement, velocity and acceleration achieved for the body parts and achievement. The researcher recommends that emphasis be placed on conducting kinetic analysis to identify defects and weaknesses in kinetic performance and conducting periodic tests and kinetic analysis to monitor the level of development in mechanical and technical aspects.

Keywords: 3D, kinematic variables, weight push.

***Corresponding Author:***

Ass. Prof.Dr. Mohammed Majeed Salal

أ.م.د محمد مجيد صلال

Email: Mohammed1979.sallal@gmail.com

**المقدمة**

اشتد الصراع في المقابلات الدولية، وتحول الصراع إلى استعراض للمستوى العلمي الذي وصلت إليه الدول المتنافسة في مجال الرياضة، وكلما زاد الصراع بين هذه الدول في المجال الرياضي كلما اندفع الباحثون نحو دراسات أعمق للحركة الرياضية لتقنين جميع العوامل التي تؤثر على مستوى أداء الفرد، وتأثير القوى المختلفة سواء كانت هذه القوى داخلية أو خارجية أو التأثير المتبادل بينهما.

إذ لا يخفى على اهل الخبرة والاختصاص والعاملين في المجال الرياضي مدى التأثير الايجابي الذي احدثه العلم والتكنلوجيا والابداع في تطوير اساليب المعرفة وتقنيات القياس والاداء البشري في العاب القوى، مما لا شك ان مثل هذه المعرفة المتطورة من المعرفة قد ساهمت في احراز التقدم في كثير من المسابقات الرياضية وخاصة فعاليات العاب القوى.

ان علم الميكانيكية الحيوية أو البيوميكانيك الرياضي في مفهومها الحديث علم قائم بذاته له قواعد وأسس التطبيقية الخاصة به، فهو يستخدم على نطاق واسع في دراسة الحركات الرياضية المختلفة وتحسين اساليب الأداء وتحسين

التدريب وفي تجنب الاصابات والتأهيل وفي صناعة الاجهزة والادوات وكذلك الاجهزة التعويضية, وقد ساهم التطور الهائل في التكنلوجيا ومعالجة المعلومات في تطور علم الميكانيكية الحيوية في المجال الرياضي واتجاه البحوث العلمية في هذا المجال إذ تعد الاجهزة والادوات العامل الاساسي في تطور الميكانيكية الحيوية, إذ يعتبر من اهم اهداف علم البيوميكانيك الرياضي هو تحسين الاداء الرياضي, كما يُعَدُّ علم البايوميكانيك من العلوم التي تناولت دراسة الحركة من حيث ابعادها المختلفة ، ويعُنى بتطور الأداء الحركي للإنسان بشكل عام وبالأداء الرياضي بشكل خاص، إذ يقدّم أنسب الحلول الحركية باستعمال التحليل الحركي، للوصول إلى الإنجاز والمستوى الأفضل لمختلف الفعاليات الرياضية ، ومنها فعاليات ألعاب القوى.

تُعدّ فعالية رمي الثقل إحدى الفعاليات التي تخضع لعدد كبير من الاعتبارات الميكانيكية، التي تقرر إلى حدّ كبير المسافة الأفقية التي يتم تحقيقها، وبذلك نورد تأثير النواحي البايوميكانيكية في هذه الفعاليات بحسب تسلسل المراحل التي يمر بها الرامي في أثناء الأداء، وأهمية القوانين الميكانيكية التي تحدد المسافة والزمن الذي يستغرقه المقذوف في ضوء المتغيرات المرتبطة بهذه القوانين كالسرعة والزوايا الخاصة بانطلاق الأداء وحركة الجسم وما يتعلق بذلك من القوة المؤثرة في الحركة. (العبيدي واخرون:62:1991)

يُعد التحليل الميكانيكي الثلاثي الأبعاد أداة قوية يمكن أن تساعد الرياضيين على تحقيق أقصى إمكاناتهم، مع التقدم في التكنولوجيا، أصبح التحليل الميكانيكي الثلاثي الأبعاد أكثر سهولة وتكلفة هذا يجعله متاحًا لمجموعة أوسع من الرياضيين والمدربين، ويمكننا أن نقيس أيضا بدقة السرع والتعجيل الخطي والزاوي وعلى المحاور (x , y, z) فضلا عن نقاط معينة أثناء الحركة , ويمكننا من خلال التحليل ثلاثي الأبعاد إيجاد السلسلة الحركية التي هي تعبر عن التمثيل التخطيطي لأجزاء الجسم المختلفة, وكذلك فيما يتعلق بمواضع أحداها عن الأخرى , وأيضا الزوايا المشتركة والسرعة الخطية والزاوية والتعجيل ومراحل الانتقال بالحركة وأنماط التغير بالوزن والقوة و العزوم في كافة أنحاء الجسم.

من خلال اطلاع الباحث على مجموعة من البحوث والدراسات السابقة، ومتابعة نتائجها وتحليلها لمناطق القوة والضعف ومتابعة للاعبي دفع الثقل في العراق ومن وجه نظر الباحث ان هذا يعود الى الاخطاء الميكانيكية والتي تؤثر بدورها على المستوى الرقمي لدفع الثقل، اذ لاحظ أن معظم الرماة خصوصاً الناشئين أثناء اداء الفعالية يحاولون التركيز على تنفيذ الواجب الحركي دون التركيز على تحقيق الشروط الميكانيكية لهذا الاداء ، وبذلك يكون الاداء يصاحبه بعض الاخطاء دون ان يدركها الرامي، فمن خلال التحليل الحركي يمكن تشخيص الحالات الخاطئة او التعرف على المعلومات الحقيقية التي من خلالها يمكن أن يستفاد المدربين من تشخيص العوامل المرتبطة أو المتغيرات التي تؤثر بعضها على بعض الاخر اضافة الى ان البحوث التي تتناول العلاقات يجب أن تطبق على رياضيين يملكون المستوى العالي من المهارة والذين يعانون من مشكلات اذ ان التعرف على العلاقات هو اثبات حقائق علمية لكي تكون مرجعا للاعبين والمدربين ،اذ يحتاج الرامي إلى الاحساس بنوع الخطأ الذي قام به ، لاسيّما في اهم مرحلة من مراحل الاداء وهي مرحلة الرمي النهائية لذلك لابد من تشخيص الاخطاء وتحديد المتغيرات الاكثر تأثيرا على تطور المستوى والانجاز بالرغم من المستوى المتواضع في هذه الفعالية الذي يعاني منه لاعبينا مقارنتاً على الصعيد العربي والدولي ومن هنا تبلورت مشكلة البحث، كذلك اغلب الدراسات تناولت التحليل الميكانيكي لدفع الثقل ببعد واحد او بعدين وهذا لا يعطي قيمة حقيقة للمتغيرات المدروسة ولهذا السبب اتجاه الباحث الى تحليل المتغيرات الكينماتيكية بتحليل ثلاثي الابعاد وذلك عن طريق قياس المسافة الحقيقية وبذلك يمكن ايجاد السرعة الحقيقية لان الزمن المقاس في البعدين يمثل زمن

الحركة كلها وليس زمن الحركة في البعدين والوصول الى قيم افتراضية لزوايا لا يمكن تقديرها الا باستخدام المشهد من الاعلى او من الاسفل، كذلك استخدام تدوير المشهد كوسيلة لتغذية راجعة لان ذلك يتيح اكتشاف جميع فضاء الحركة.

وتهدف الدراسة الى التعرف على العلاقة بين المتغيرات الكينماتيكية المدروسة بصورة ثلاثية الأبعاد لمرحلة الرمي لفعالية دفع الثقل بإنجاز فعالية دفع الثقل.

**منهج البحث وجراءته الميدانية**

1. **منهج البحث**: استخدم الباحث المنهج الوصفي لملائمة طبيعة المشكلة المراد حلها.
2. **عينة البحث:** تم تحديد مجتمع البحث من لاعبي دفع الثقل للشباب تحت سن (20) سنة وعددهم (3) لاعبين، من لاعبي اندية محافظة ديالى المسجلين ضمن الاتحاد الفرعي لألعاب القوى، وقد تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية، واعتمد الباحث عدد المشاهدات اذ تم اعطاء كل لاعب ستة محاولات وبذلك بلغ عدد المشاهدات لكل متغير (18) مشاهدة، وتم إجراء التجانس للعينة باستخدام معامل الالتواء كما موضح في الجدول (1).

**الجدول 1 التجانس لأفراد عينة البحث**

| ت | المتغيرات | وحدة القياس | الوسط الحسابي | الوسيط | الانحراف المعياري | معامل التواء |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | العمر | سنة | 17.66 | 18 | 1.03 | -0.666 |
| 2 | الكتلة | كغم | 81.6667 | 80.0000 | 2.88675 | 1.732 |
| 3 | الطول | سم | 179.3333 | 180.0000 | 1.15470 | -1.732 |
| 4 | العمر التدريبي | سنة | 3.500 | 3.500 | .5477 | .000 |
| 5 | الانجاز | متر | 12.6667 | 13.0000 | .57735 | -1.732 |

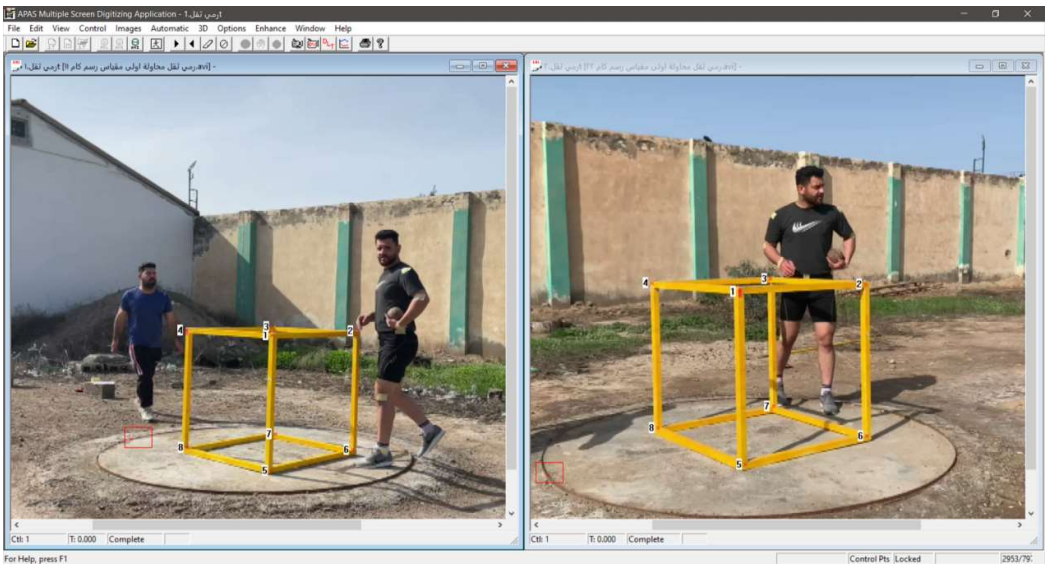
3. **الاجهزة والادوات المستخدمة في البحث:** كاميرا نوع (Sony) عدد (2) لتصوير الاختبار والتجربة، جهاز حاسوب نوع (Dell) عدد (2)، جهاز قياس الكتلة (الوزن)، ساعة توقيت عدد (2)، أقراص (CD)، استمارة تفريغ البيانات، شريط قياس نسيجي بطول (10)م، ، آلة تصوير سريعة (كاميرا) عدد (1) كاسيو/ صينية الصنع/ تصل سرعتها من (30- 1000) ص/ثا مع حامل كاميرا ثلاثي عدد (1)، شريط قياس، ميزان إلكتروني لقياس الكتلة، جهاز حاسوب (لاب توب) نوع (DELL)،، اثقال قانونية.
4. اجراءات البحث الميدانية:- شملت اجراءات البحث الميدانية اجراءات التصوير وهي:-

**اولاً**: اجراءات التصوير الفيديوي واستخراج المتغيرات البيوميكانيكية بأستخدام برنامج (APAS):

لأجل الوقوف على المتغيرات البيوميكانيكية ومن اجل الحصول على صيغة علمية لقياس هذه المتغيرات ، استخدم الباحث التصوير الرقمي, ولغرض السيطرة على متغيرات البحث المراد استخراجها باستخدام تقنيات التحليل الحركي استخدمت كاميرتان فيدوية نوع (iphon14) عالية السرعة واستخدمت الكاميرا بسرعة (60 صورة/ثا)، وتم وضع الكاميرا الاولى من الجانب الأيمن والكاميرا الثانية من الجانب الايسر وقد نصبت آلة

التصوير على حامل ثلاثي وكان ارتفاع منتصف العدسة (150) سم من منتصف بؤرة الكاميرا عن الأرض وعلى بعد (8) م، وهذه المواصفات أعطت صورة واضحة للقياسات البيوميكانيكية.

واستخدم الباحث مقياس رسم ثلاثي الابعاد مربع الشكل ذو مقياس (1×1×1) متر وهذه المواصفات أعطت صورة واضحة للقياسات المطلوبة.



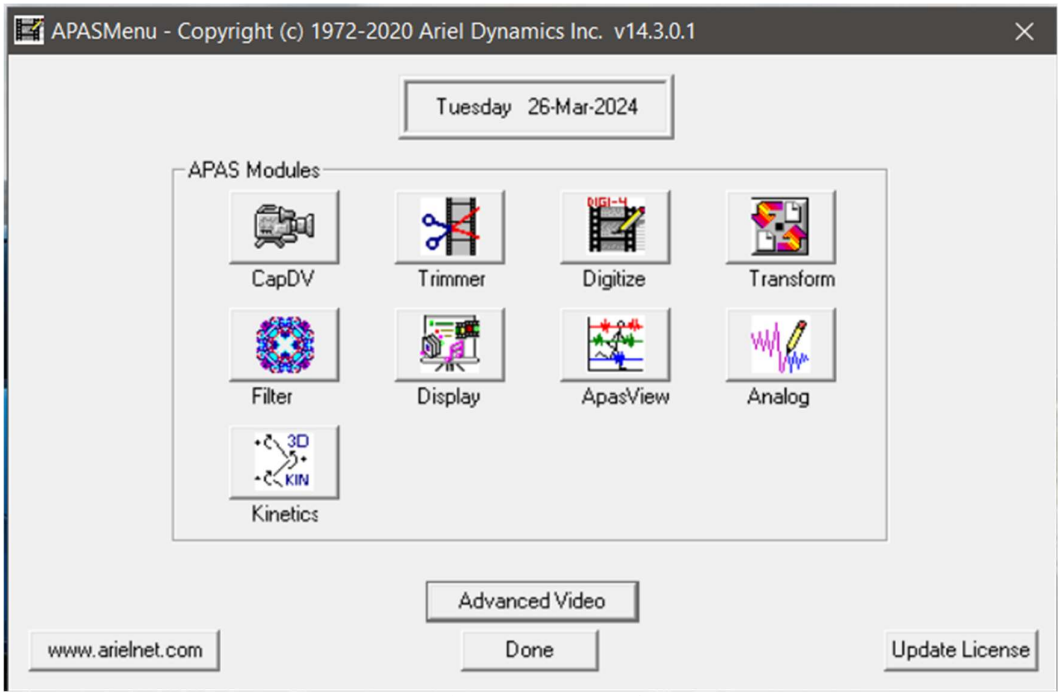

*الشكل 1 يوضح مواصفات مقياس الرسم المستخدم*

تم استخراج المغيرات البايوميكانيكية بأستخدام برنامج (APAS) وهو برنامج عالمي يقوم بتحليل الحركة بثلاثة أبعاد من خلال توفر ما لا يقل عن عدد (2) جهاز تصوير، وللبرنامج القابلية على إيجاد المتغيرات الكينماتيكية الكينتيكية لجميع أجزاء الجسم والمفاصل في ثلاثة أبعاد(X,Y,Z) وعلى التسلسل الزمني للحركة وكما يأتي:

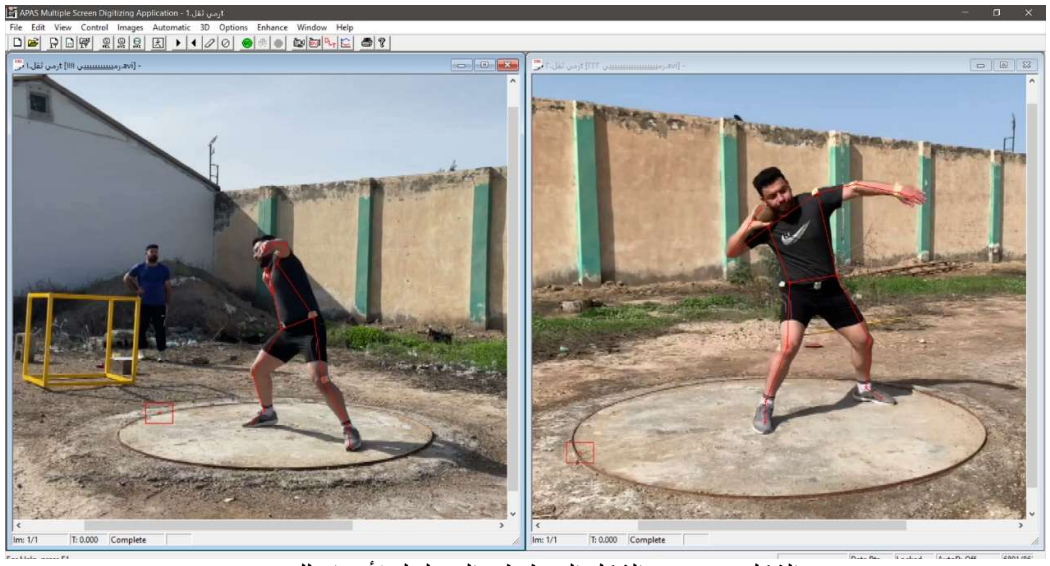
1. موقع اجزاء الجسم.
2. الازاحة الخطية.
3. زوايا الجسم المطلقة والنسبية (المفاصل واجزاء الجسم).
4. السرعة الخطية والزاوية.
5. التعجيل الخطي والزاوي.
6. القوة.

كما للبرنامج القدرة على رسم لجميع أجزاء الجسم والمفاصل وكما يأتي:

1. الرسوم البيانية للمتغيرات.
2. مسارات أجزاء الجسم.




الشكل 2 يوضح واجهة البرنامج.



الشكل 3 يوضح الشكل التخطيطي المتسلسل لأجزاء للجسم.

تم تحليل الاداء الحركي اذ تم استخراج المتغيرات التالية:

1. المتغيرات الخطية (Linear) لأجزاء الجسم وينقسم الى:

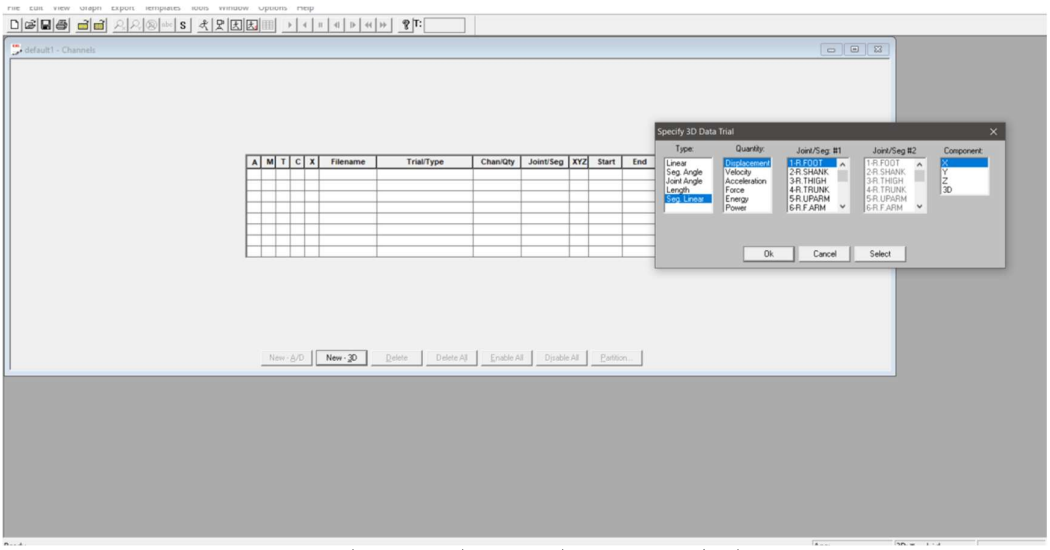
أ. الموضع الخطي (Raw Position) في المحاور الأفقي (X) العمودي (Y) العميق (Z) والمحصلة (D3).

ب. الازاحة الخطية: (Displacement) في المحاور الأفقي (X) العمودي (Y) العميق (Z) والمحصلة (D3) وهي عبارة عن خط مستقيم واصل من احداثيات نقطة الى احداثيات نفس النقطة في موقع آخر.

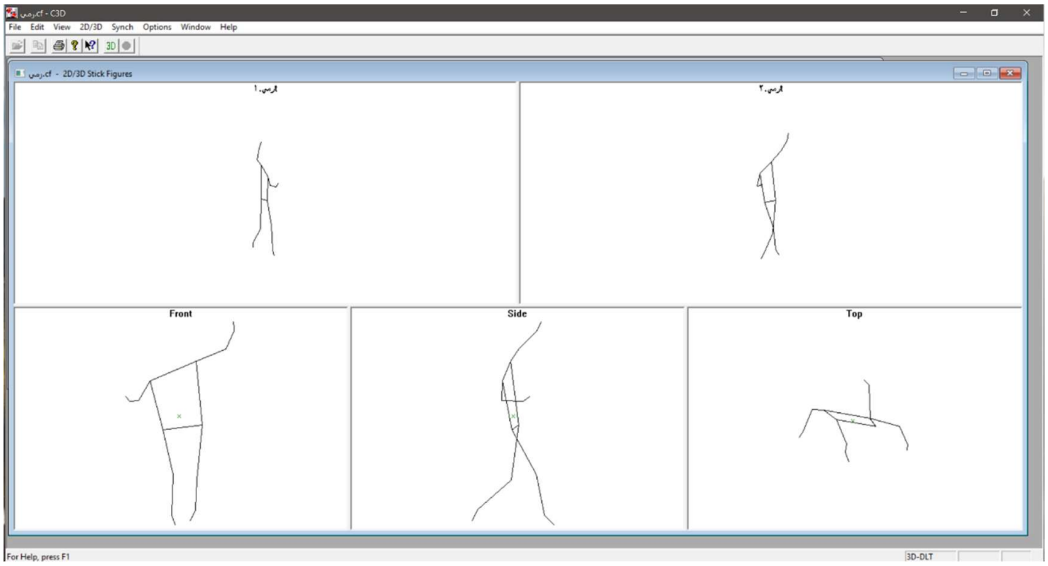
ت. السرعة (Velocity) في المحاور الافقي (X) العمودي (Y) ال العميق (Z) والمحصلة (D3) ويتم بتقسيم الازاحة على زمن تحرك النقطة من موقع الى آخر وفي الاحداثيات الثلاثة فضلا عن المحصلة.

ث. التعجيل (Acceleration): في المحاور الافقي (X) العمودي (Y) العميق (Z) المحصلة (D3): عبارة عن حاصل قسمة تغير السرعة لنقطة من موقع الى اخر ويتطلب ذلك ثلاث احداثيات للنقطة، وتسع احداثيات لغرض إيجاد التعجيل في المحاور الثلاثة ، فضلا عن التعجيل المحصلة.

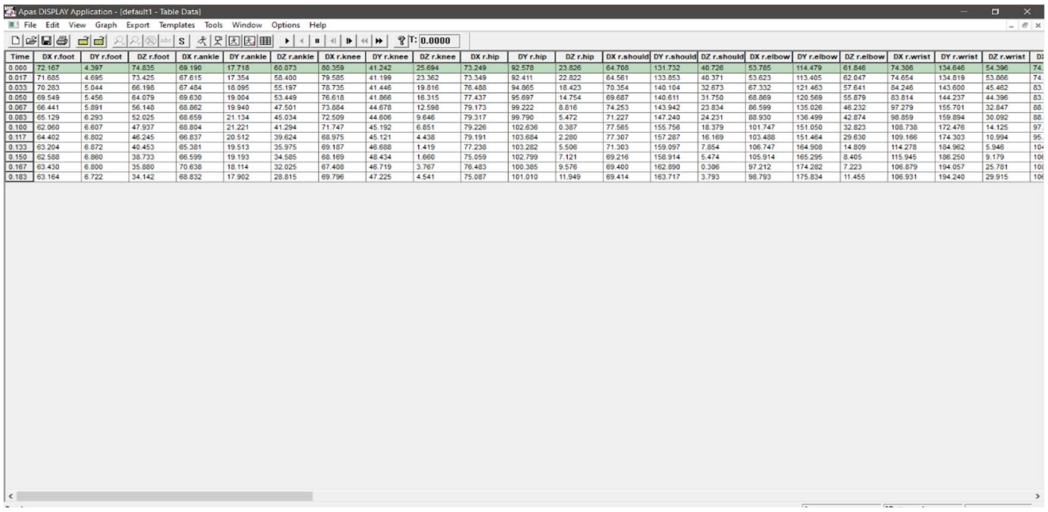
2. القوة (Force) في المحاور الافقي (X) العمودي (Y) العميق (Z) المحصلة (D3).



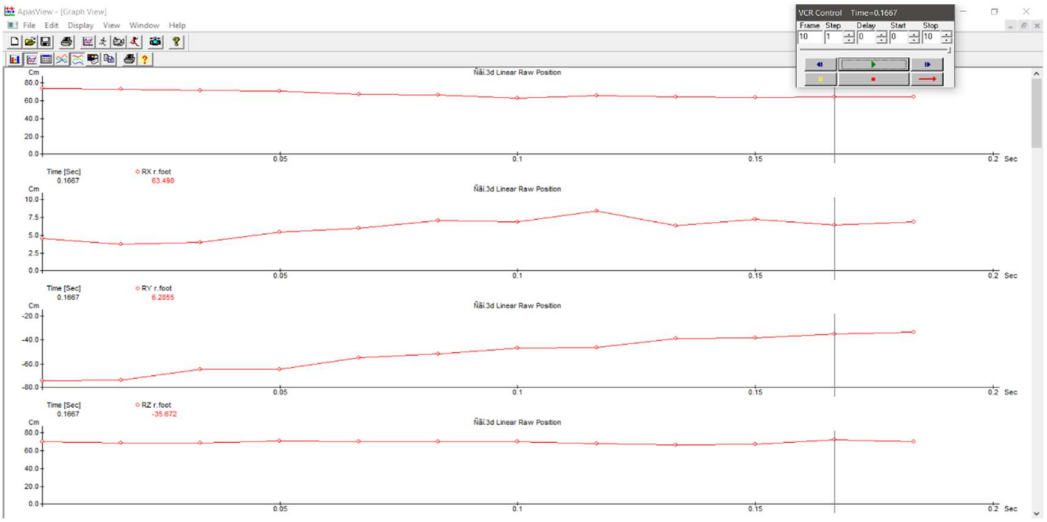

الشكل (4) يوضح المتغيرات التي يقيسها البرنامج




الشكل (5) يوضح الاشكال الثلاثية الابعاد لمرحلة الرمي



الشكل (6) يوضح استخراج نتائج المتغيرات الكينماتيكية



الشكل (7) يوضح نموذج الرسوم البيانية للمتغيرات الكينماتيكية

**ثانياً**: اختبار الإنجاز: (الفضلي:239:2011)

**الهدف**: قياس المسافة المنجزة (الإنجاز).

**الأدوات المستعملة**: دائرة رمي قانونية، ومجال رمي، وأثقال وشريط قياس.

**طريقة الأداء**: أداء الفعالية وفق القانون الدولي بإعطاء (6) ست محاولات قانونية لكل مختبر ويتم قياس كُلّ محاولة بشريط قياس وتؤخذ أفضل محاولة.

**5. التجارب الاستطلاعية:**

أجريت التجربة الاستطلاعية الاولى الخاصة باستخراج المتغيرات يوم الخميس الموافق (2023/3/7) في جامعة ديالى / كلية التربية وعلوم الرياضة على نفس عينة البحث:-

وتم تلخيص ما قام به الباحثين في التجربة الاستطلاعية بعدة نقاط هي:

- مدى صلاحية الأجهزة المستخدمة في الاختبار.

- التأكد من صلاحية كاميرا التصوير الفيديوي وتحديد موقعها وتثبيت أبعادها والتأكد من وضوح الصورة.
- التأكد من امكانية عمل الاجهزة كافة كوحدة عمل واحدة.
- مدى استعداد فريق العمل وكفايته لإجراء الاختبار.
- الوقت المستغرق عند أداء التجربة.
- مدى تطبيق العينة للاختبار.

6. **التجربة الرئيسية:**

بعد التأكد من سلامة وصحة جميع الإجراءات المنفذة وبما فيها الشروط العلمية تم التطبيق الميداني على عينة البحث وذلك يوم الثلاثاء المصادف 2024/3/12 بعد نصب الكاميرات على النقاط التي تم تحديدها في التجربة الاستطلاعية، ومن اجل الحصول على صيغة علمية لقياس هذه المتغيرات، استخدم الباحث التصوير الرقمي، وتم تسجيل النتائج في استمارات اعدت لهذا الغرض وجراء العمليات الاحصائية المناسبة، واستخراج المتغيرات الميكانيكية بعد تحليل أفضل مسافة على وفق برنامج التحليل الحركي باستخدام برنامج برنامج(APAS).

7. **الوسائل الاحصائية:** استخدم الباحثين الحقيبة الإحصائية (SSPS) لمعالجة النتائج.

**عرض وتحليل ومناقشة النتائج**

**عرض وتحليل ومناقشة نتائج متغيرات البحث وتحليلها ومناقشتها**

الجدول 2 المتغيرات ومحصلة ازاحة مركز ثقل الجسم D3D c.g. ومحصلة ازاحة نقطة الثقل

| المتغيرات | محصلة ازاحة مركز ثقل الجسم D3D c.g. | محصلة ازاحة نقطة الثقل |
|---|---|---|
| **Time** | **ازاحة** | **ازاحة** |
| **Sec** | Cm | Cm |
| **0** | 0 | 0 |
| **0.0167** | 1.9559 | 0.8943 |
| **0.0333** | 5.6384 | 16.1175 |
| **0.05** | 7.3919 | 17.2507 |
| **0.0667** | 11.1659 | 29.7756 |
| **0.0834** | 13.0312 | 33.3513 |
| **0.1** | 15.5562 | 55.1115 |
| **0.1167** | 17.4735 | 58.3157 |
| **0.1334** | 20.2537 | 81.7758 |
| **0.15** | 22.1877 | 85.1738 |
| **0.1667** | 23.9239 | 104.2993 |
| **0.1834** | 25.4345 | 108.6517 |

**1. عرض نتائج العلاقة الارتباطية للمتغيرات الكينماتيكية والانجاز وتحليلها ومناقشتها**

**الجدول 3 يبين قيمة الوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة (ر) المحسوبة لمحصلة ازاحة D3Dاجزاء الجسم حول المحاور الثلاث وارتباطها بالإنجاز.**

| الجهات | الاجزاء | الوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة (ر) المحسوبة | مستوى الخطأ 0.05 | دلالة الارتباط |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الانجاز | 12.611 | 0.48749 | | | |
| **يمين** | قدم | 37.6844 | 1.84807 | .928** | .000 | دال |
| | كاحل | 26.0752 | 1.55351 | .893** | .000 | دال |
| | ركبة | 30.2408 | 2.29132 | .910** | .000 | دال |
| | ورك | 32.8613 | 1.26160 | .928** | .000 | دال |
| | كتف | 46.5918 | 3.79747 | .899** | .000 | دال |
| | مرفق | 92.8167 | 6.23835 | .943** | .000 | دال |
| | رسغ | 95.0064 | 7.42228 | .934** | .000 | دال |
| | يد | 90.4163 | 10.20173 | .920** | .000 | دال |
| **يسار** | قدم | 40.9321 | 2.46466 | .879** | .000 | دال |
| | كاحل | 26.7328 | .33967 | .893** | .000 | دال |
| | ركبة | 22.4357 | 1.12174 | .880** | .000 | دال |
| | ورك | 20.5165 | 2.08670 | .769** | .001 | دال |
| | كتف | 19.8518 | .58779 | .616** | .007 | دال |
| | مرفق | 46.4401 | 1.81492 | .677** | .003 | دال |
| | رسغ | 54.8506 | 1.42397 | .718** | .001 | دال |
| | يد | 56.0719 | 1.05446 | .677** | .003 | دال |
| **مركز ثق الجسم** | | 22.1870 | 2.78775 | .893** | .000 | دال |

- وحدة القياس هي (سم) (Cm).
-

يتبين من خلال الجدول (2) ان هنالك علاقة ارتباط معنوية بين الانجاز وازاحة اجزاء الجسم في المرحلة النهائية للرمي باتجاه المحاور الثلاثة وكذلك علاقة ارتباط معنوية مع المحصلة في حين اظهرت النتائج علاقة معنوية مع الانجاز.

**الجدول 4 يبين قيمة الوسط الحسابي والانحراف المعياري لمحصلة السرعة V3D لا جزاء الجسم وقيمة (ر) المحسوبة وارتباطها بالإنجاز.**

| الجهات | الاجزاء | الوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة (ر) المحسوبة | مستوى الخطأ 0.05 | دلالة الارتباط |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الانجاز | 12.611 | 0.48749 | | | |
| **يمين** | قدم | 252.9641 | 98.45900 | .883** | .000 | دال |
| | كاحل | 213.6631 | 42.07249 | .893** | .000 | دال |
| | ركبة | 208.6620 | 52.68868 | .880** | .000 | دال |
| | ورك | 245.5801 | 65.10626 | .866** | .000 | دال |
| | كتف | 391.0374 | 96.59564 | .920** | .000 | دال |
| | مرفق | 785.5039 | 114.82022 | .955** | .000 | دال |
| | رسغ | 759.0450 | 128.53769 | .934** | .000 | دال |
| | يد | 715.9526 | 178.34468 | .946** | .000 | دال |
| **يسار** | قدم | 336.7264 | 240.86073 | .841** | .000 | دال |
| | كاحل | 284.9703 | 302.14715 | .805** | .000 | دال |
| | ركبة | 195.7271 | 62.21561 | .854** | .000 | دال |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ورك | 201.1902 | 150.62849 | .883** | .001 | دال |
| | كتف | 199.0162 | 79.79437 | .829** | .007 | دال |
| | مرفق | 407.6588 | 383.36597 | .868** | .003 | دال |
| | رسغ | 381.7027 | 295.45464 | .805** | .001 | دال |
| | يد | 421.7760 | 285.79523 | .829** | .003 | دال |
| **مركز ثق الجسم** | | 179.8892 | 62.20859 | .955** | .000 | دال |

- وحدة القياس هي (سم/ثا) (Cm/s).

**الجدول 5 يبين قيمة الوسط الحسابي والانحراف المعياري لمحصلة التعجيل الخطي التزايدي A3D لا جزاء الجسم وقيمة (ر) المحسوبة وارتباطها بالإنجاز.**

| الجهات | الاجزاء | الوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة (ر) المحسوبة | مستوى الخطأ 0.05 | دلالة الارتباط |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الانجاز | 12.611 | 0.48749 | | | |
| **يمين** | قدم | 39444.1272 | 15745.68537 | .893** | .000 | دال |
| | كاحل | 28628.4345 | 7464.11928 | .920** | .000 | دال |
| | ركبة | 19742.6432 | 6490.02757 | .934** | .000 | دال |
| | ورك | 28842.4238 | 8298.36116 | .946** | .000 | دال |
| | كتف | 83235.9779 | 29158.98159 | .920** | .000 | دال |
| | مرفق | 180870.5894 | 33058.00619 | .934** | .000 | دال |
| | رسغ | 175667.8420 | 19858.59100 | .954** | .000 | دال |
| | يد | 69252.4427 | 31746.87202 | .973** | .000 | دال |
| **يسار** | قدم | 6317.1076 | 28265.23305 | .894** | .000 | دال |
| | كاحل | 7039.1751 | 34453.67846 | .873** | .000 | دال |
| | ركبة | 7462.9209 | 10232.87124 | .613** | .000 | دال |
| | ورك | 4730.5916 | 10074.75185 | .770** | .001 | دال |
| | كتف | 16283.0484 | 16937.32301 | .770** | .007 | دال |
| | مرفق | 12019.4171 | 54856.83164 | .894** | .003 | دال |
| | رسغ | 16704.9573 | 40923.16948 | .873** | .001 | دال |
| | يد | 58166.1024 | 36085.10522 | .883** | .003 | دال |
| **مركز ثق الجسم** | | 3339.8490 | 11588.19419 | .935** | .000 | دال |

- وحدة القياس هي (سم/ثا$^2$) (Cm/s/s).

يتبين من خلال الجدول (2،3،4) ان هنالك علاقة ارتباط معنوية بين الانجاز وازاحة مفصل الكتف الايمن باتجاه المحاور الثلاثة وكذلك علاقة ارتباط معنوية مع المحصلة في حين اظهرت النتائج علاقة ارتباط عكسية بين الزمن والانجاز، ويعزو الباحث أن الارتباط الموجب الذي ظهر يأتي من خلال حركة مركز ثقل كتلة الجسم والمجال الحركي المناسب للجسم عن طريق ميل جسم الرامي قليلا إلى الخلف وتحويل مركز ثقل كتلة الجسم من القدم الأمامية إلى الخلفية تقريبا, وان العلاقة المعنوية بين السرعة من خلال الزيادة في المسافة لما لها تأثير مباشر على السرعة كون متغير المسافة هو احد مكونات قانون السرعة (Hill, 2006, 330)، وان العلاقة بين إزاحة مفصل الورك باتجاه المحور Y يأتي من خلال الانخفاض في مركز ثقل الجسم إلى الأسفل يعطي مفاصل الجسم ( الوركين والركبتين والكاحلين ) انثناء بسيط من اجل ترك الأرض ( القفز ) قليلا إلى الأعلى لكي يكسب الجسم زخما يحوله إلى الذراع ثم الى الثقل، اما العلاقة بين إزاحة مركز ثقل كتلة الجسم باتجاه المحور(Z) ويعزو الباحث إن ميل مركز ثقل كتلة الجسم إلى الجانب يؤدي إلى زيادة المدى الحركي

للجسم من اجل نقل الجسم باتجاه الثقل وإكسابه زخما مناسبا لينقله أخيرا باتجاه الكرة إذ يستدير اللاعب إلى جهة اليمين إذا كان الرامي بحيث ينتقل مركز ثقل كتلة الجسم فوق القدم اليمنى.

ويلاحظ من خلال الجداول اعلاه ان السرعة الخطية لأجزاء الجسم لكل من (الورك, الكتف, الثقل) التي تم قياسها بشكل اكثر دقة خلال المحاور الثلاثة لها علاقة ارتباط عالية مع الانجاز, اذ يجب أن تكون الحركة في أجزاء الجسم بشكل توافقي ووفقا للأوضاع الذي يتخذها الجسم وأجزاؤه خلال هذه المراحل، كما يجب إن تكون حركة رامي الثقل إثناء الأداء يجب أن تكون مترابطة بجميع أقسامها الظاهرية من اجل أن يكون الهدف الرئيس للأداء هو الحصول على أعلى سرعة خطية للجسم وأجزاؤه خلال مراحـــل الأداء لإمكان انتقال هـذه السرعة كزخم حركي (الكتلة× السرعة) بين مراحل أجزاء الجسم بشكل انسيابي عالي وتحقيق أفضل الأوضاع خلال الأداء . (شلش:184:1988)

ويضيف (David A. Dainty & Robert,31 ,1987) الى ان الزيادة في مستوى سرعة أجزاء الجسم تؤدي الى زيادة سرعة الانطلاق، كما ان القوى تؤثر بشكل وأخر في بقية المتغيرات الأخرى وهذا يعني إن هناك تبادل جيد في التأثير بين القوى الداخلية والخارجية والذي يؤثر في المسار النهائي لمركز ثقل الجسم ومسار مركز ثقل الأداة، والذي له تأثيره في تحقيق الأداء الحركي الصحيح بانسياب عال وتحقيق قاعدة استناد تحقق للاعب اتزان حركي عال ومطلوب لضمان الاستمرار بالسرعة في أجزاء الجسم قيد البحث، وهذا يدل على تكامل الدفع في مفاصل الجسم العاملة وبالتالي يكون انطلاق الأداة بسرعة عالية .

وبما ان كتلة واطوال اجزاء الجسم هي ثابتة فأن السرعة الزاوية هي المتغير فزيادة السرعة الزاوية لأي جزء من اجزاء الجسم يعطي زيادة في الزخم الزاوي لذلك الجسم, وان الزيادة في الزخم الزاوي للجذع والذراع الرامية لحظة ما قبل انطلاق الثقل يؤدي الى حصول الثقل على زخم خطي كبير لحظة الانطلاق وما بعد الانطلاق, اذن ان الزخم الزاوي يتناسب طردياً مع الزخم الخم الخطي (كتلة الجسم × سرعته) فكلما يزداد الزخم الزاوي فأن ذلك يكون سبباً كافيا لزيادة الزخم الخطي للجسم اثناء الدوران مع ثبات نسبي في طول ذلك الجسم, اذ يتم تفسير ذلك من خلال المعادلة التالية:- (عبد الكريم:118:2010)

**الزخم الزاوي** = كتلة الجزء × نق2 × السرعة الخطية/نق (السرعة الخطية= س ز× نق)

**الزخم الزاوي**= الكتلة × نق× السرعة الخطية

وبما ان (الكتلة × السرعة الخطية) = زخم خطي

فأن **الزخم الزاوي**= الزخم الخطي× نق

وتطوير الأداء في آن والذي له علاقة مباشرة بنوع الانقباض العضلي التي تنفذه المجاميع العضلية للرجلين والجذع والذراعين والتي ساعدت على اداء الاداء الجيد لمراحل رمي الثقل ويمثل أحد واحدة من أهم مراحلها هو مرحلة الرمي النهائي مما عزز في زيادة السرعة الزاوية للجذع والذراع الرامية وهذه الزيادة في السرعة الزاوية قد أثرت في زيادة السرعة الخطية لمركز ثقل الجسم باعتبار ان السرعة الزاوية لها علاقة بالسرعة الخطية (المحيطية) والذي حقق زيادة في سرعة انطلاق الثقل وتحقيق المسافة الجيد. (حسام الدين واخرون:181:1998)

إذ إنَّ متغير سرعة انطلاق الثقل اللحظية من يد الرامي من أهم المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الإنجاز المتحقق، لأنَّ تتعادل مع محصلة القوى المبذولة في الاتجاهات المختلفة للأعضاء المشاركة في أداء الرمي التي

هي عبارة عن العجلة التزايدية التي يكتسبها الثقل من الدوران والتسلسل الديناميكي الصحيح لحركة الرامي، ولاسِيَّما وضع الرمي (وضع القوة) الذي يحقق استثمار قوى الرامي كافة بالاتجاه المناسب الذي يضمن تحقيق أكبر سرعة انطلاق للثقل للحصول على أفضل إنجاز متحقق". (حسن حسين(وآخرون):237:1991)

ويرى الباحث أن التطبيق الصحيح للشروط الميكانيكية يعد من الضروريات الأساسية في الحصول على أفضل أنجاز ولما كانت كل من سرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق من العوامل التي تتحكم في الحصول على أفضل مسار للقرص لذا بات من الضروري جداً الاهتمام بهذين المتغيرين والتركيز عليهما أثناء التدريب.

**الخاتمة**

في ضوء النتائج التي حصل عليها الباحث استنتج الباحث ومن خلال تحليل نتائج البحث ومناقشتها الى إن هنالك علاقة ارتباط معنوية بين محصلة الازاحة والسرعة والتعجيل لأجزاء الجسم بأتجاه المحاور الثلاث (x , y, z) واظهرت النتائج ايضاً الى وجود علاقة ارتباط معنوية بين الازاحة والسرعة والتعجيل المتحققة لأجزاء الجسم والانجاز، ويوصي الباحث في التأكيد على إجراء التحليل الحركي للتعرف على نواحي الخلل والضعف في الأداء الحركي، وإجراء الاختبارات الدورية والتحليل الحركي لمراقبة مستوى التطور في الجوانب الميكانيكية والفنية.

**المصادر العربية**


- **صائب عطية العبيدي (وآخرون)؛ الميكانيكية الحيوية التطبيقية: (بغداد, منشورات المكتبة الوطنية, 1991).**
- **قاسم حسن حسين واخرون: تحليل الميكانيكيا الحيوية في فعاليات العاب الساحة والميدان : (البصرة، مطبعة دار الحكمة، 1991).**
- **القانون الدولي لألعاب القوى، (ترجمة) صريح عبدالكريم الفضلي: (دار الضياء للطباعة، 2011).**
- **طلحة حسام الدين واخرون؛ علم الحركة التطبيقي ، جزء 1 ، ط1 ( القاهرة ، مركز الكتاب للنشر ، 1998 ).**
- **نجاح مهدي شلش؛ مبادئ الميكانيكا الحيوية في تحليل الحركات الرياضية؛ (جامعة الموصل, مطبعة دار الكتب للطباعة والنشر ، 1988 ).**
- **صريح عبدالكريم؛ تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي: (عمان، دار دجلة، 2010).**


**المصادر الانكليزية**


- David A. Dainty & Robert W. Norman; Standaizing Biomechanical Testing in Sport , Human Kinetics Publishers , Inc, USA.1987.
- Hall, susan.J, 2006, Basic Biomechanics, Fifth Edition, Department of Health, Nutrition, and Exercise Sciences University of Delawaer.