

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 الأبعاد وذلك عن طريق قياس المسافة الحقيقية وبذلك يمكن إيجاد السرعة الحقيقية لأن الزمن المقاس في البعدين يمثل زمن الحركة كلها وليس زمن الحركة في البعدين والوصول إلى قيم افتراضية لزوايا لا يمكن تقديرها إلا باستخدام المشهد من الأعلى أو من الأسفل، كذلك استخدام تدوير المشهد كوسيلة لتغذية راجعة لأن ذلك يتيح اكتشاف جميع فضاء الحركة، وهدفت الدراسة إلى 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 للالعاب القوى، وقد تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية، واعتمد الباحث عدد المشاهدات إذ تم اعطاء كل لاعب ستة محاولات وبذلك بلغ عدد المشاهدات لكل متغير (18) مشاهدة، وشملت اجراءات البحث الميدانية اجراء التصوير الفيدوي والتحليل الحركي لاستخراج المتغيرات الكينماتيكية بطريقة ثلاثية الأبعاد 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 إلى إن هناك علاقة ارتباط معنوية بين محصلة الازاحة والسرعة والتعجيل لأجزاء الجسم باتجاه المحاور الثلاث (x, y, z) وظهرت النتائج أيضاً إلى 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 احده العلم والتكنولوجيا 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 احرار 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 الإصابات والتأهيل وفي صناعة الأجهزة والادوات وكذلك الأجهزة التعويضية، وقد ساهم التطور الهائل في التكنولوجيا ومعالجة المعلومات في تطور علم الميكانيكية الحيوية في المجال الرياضي واتجاه البحوث العلمية في هذا المجال إذ تعد الأجهزة والادوات العامل الأساسي في تطور الميكانيكية الحيوية، إذ يعتبر من أهم أهداف علم البيوميكانيك الرياضي هو تحسين الأداء الرياضي، كما يُعد علم البيوميكانيك من العلوم التي تناولت دراسة الحركة من حيث أبعادها المختلفة، ويعنى بتطور الأداء الحركي للإنسان بشكل عام وبالأداء الرياضي بشكل خاص، إذ يقدم 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 حد كبير المسافة الأفقية التي يتم تحقيقها، وبذلك نورد تأثير النواحي البيوميكانيكية 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 وآخرون: 1991: 62)

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 متاحاً لمجموعة أوسع من الرياضيين والمدربين، ويمكننا أن نقيس أيضاً بدقة السرعة والتعجيل الخطي والزوايا وعلى المحاور (x, y, z) فضلاً 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 أعضائها عن الأخرى، وأيضاً الزوايا المشتركة والسرعة الخطية والزواوية والتعجيل ومراحل الانتقال بالحركة وأنماط التغير بالوزن والقوة والعزوم في كافة أنحاء الجسم.

من خلال اطلاع الباحث على مجموعة من البحوث والدراسات السابقة، ومتابعة نتائجها وتحليلها لمناطق القوة والضعف ومتابعة للاعبين دفع الثقل في العراق ومن وجه نظر الباحث أن هذا يعود إلى الأخطاء الميكانيكية والتي تؤثر بدورها على المستوى الرقمي لدفع الثقل، إذ لاحظ أن معظم الرماة خصوصاً الناشئين أثناء أداء الفعالية يحاولون التركيز على تنفيذ الواجب الحركي دون التركيز على تحقيق الشروط الميكانيكية لهذا الأداء، وبذلك يكون الأداء يصاحبه بعض الأخطاء دون أن يدركها الرامي، فمن خلال التحليل الحركي يمكن تشخيص الحالات الخاطئة أو التعرف على المعلومات الحقيقية التي من خلالها يمكن أن يستفيد المدربين من تشخيص العوامل المرتبطة أو المتغيرات التي تؤثر بعضها على بعض الآخر إضافة إلى أن البحوث التي تتناول العلاقات يجب أن تطبق على رياضيين يملكون المستوى العالي من المهارة والذين يعانون من مشكلات إذ أن التعرف على العلاقات هو إثبات حقائق علمية لكي تكون مرجعاً للاعبين والمدربين، إذ يحتاج الرامي إلى الإحساس بنوع الخطأ الذي قام به، لاسيما في أهم مرحلة من مراحل الأداء وهي مرحلة الرمي النهائية لذلك لابد من تشخيص الأخطاء وتحديد المتغيرات الأكثر تأثيراً على تطور المستوى والإنجاز بالرغم من المستوى المتواضع في هذه الفعالية الذي يعاني منه لاعبيناً مقارنة على الصعيد العربي والدولي ومن هنا تبلورت مشكلة البحث، كذلك أغلب الدراسات تناولت التحليل الميكانيكي لدفع الثقل بعيد واحد أو بعدين وهذا لا يعطي قيمة حقيقية للمتغيرات المدروسة ولهذا السبب اتجه الباحث إلى تحليل المتغيرات الكينماتيكية بتحليل ثلاثي الأبعاد وذلك عن طريق قياس المسافة الحقيقية وبذلك يمكن إيجاد السرعة الحقيقية لأن 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

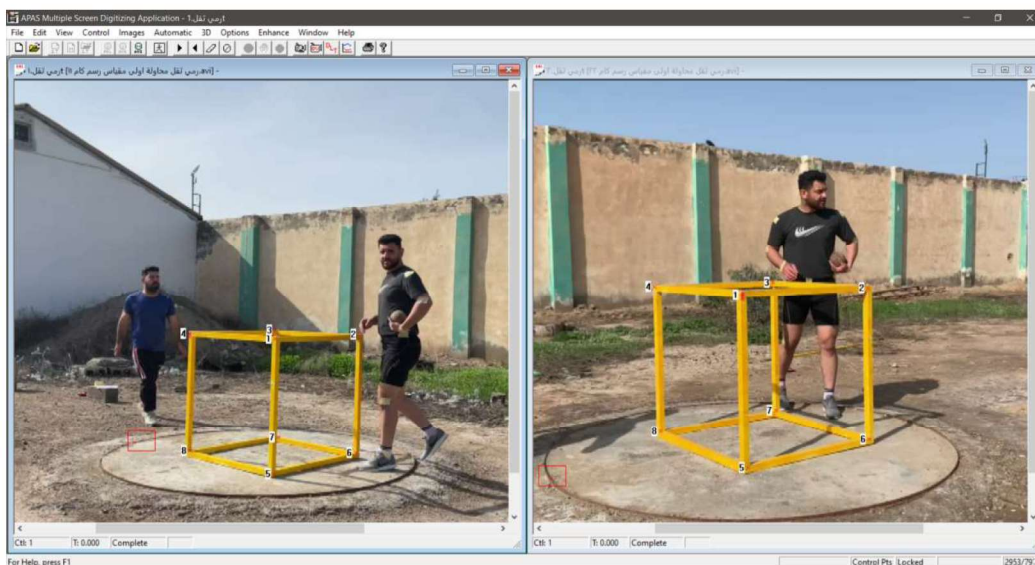
3. **الاجهزة والادوات المستخدمة في البحث:** كاميرا نوع (Sony) عدد (2) لتصوير الاختبار والتجربة، جهاز حاسوب نوع (Dell) عدد (2)، جهاز قياس الكتلة (الوزن)، ساعة توقيت عدد (2)، أقراص (CD)، استمارة تفرغ البيانات، شريط قياس نسيجي بطول (10)م، آلة تصوير سريعة (كاميرا) عدد (1) كاسيو/ صينية الصنع/ تصل سرعتها من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

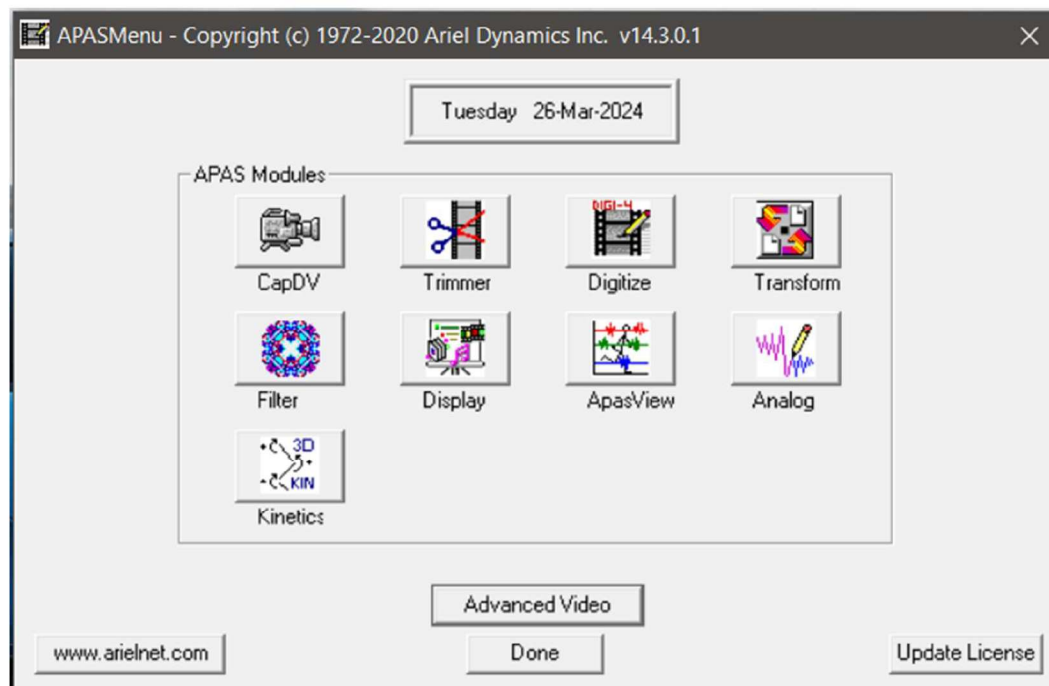
التصوير على حامل ثلاثي وكان ارتفاع منتصف العدسة (150) سم من منتصف بؤرة الكاميرا عن الأرض وعلى بعد (8) م، وهذه المواصفات أعطت صورة واضحة للقياسات البيوميكانيكية. واستخدم الباحث مقياس رسم ثلاثي الابعاد مربع الشكل ذو مقياس (1×1×1) متر وهذه المواصفات أعطت صورة واضحة للقياسات المطلوبة.



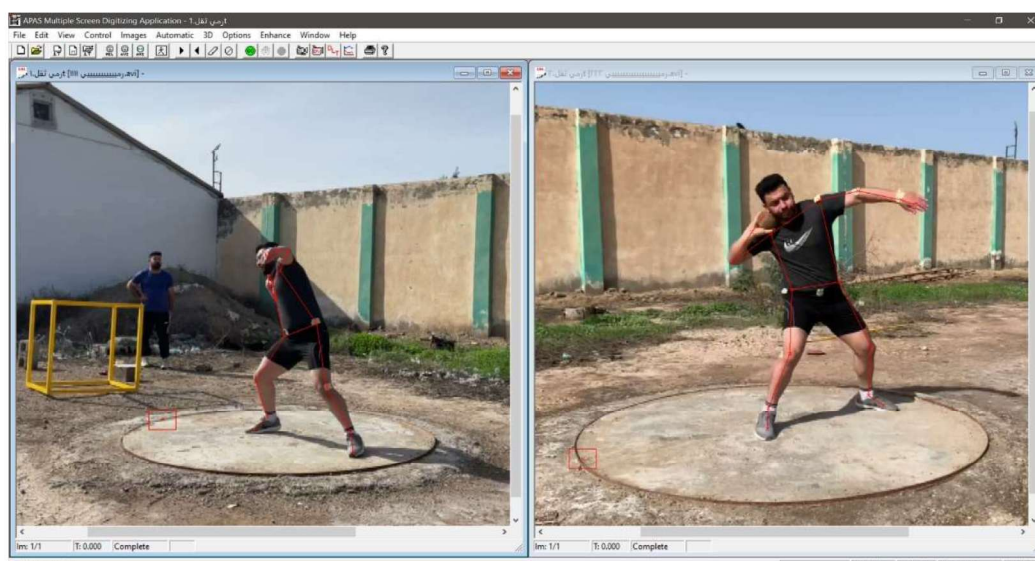
الشكل 1 يوضح مواصفات مقياس الرسم المستخدم

تم استخراج المغيرات البيوميكانيكية باستخدام 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 الكينيتيكية لجميع أجزاء الجسم والمفاصل في ثلاثة أبعاد (X,Y,Z) وعلى التسلسل الزمني للحركة وكما يأتي:

1. موقع أجزاء الجسم.
 2. الإزاحة الخطية.
 3. زوايا الجسم المطلقة والنسبية (المفاصل وأجزاء 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.

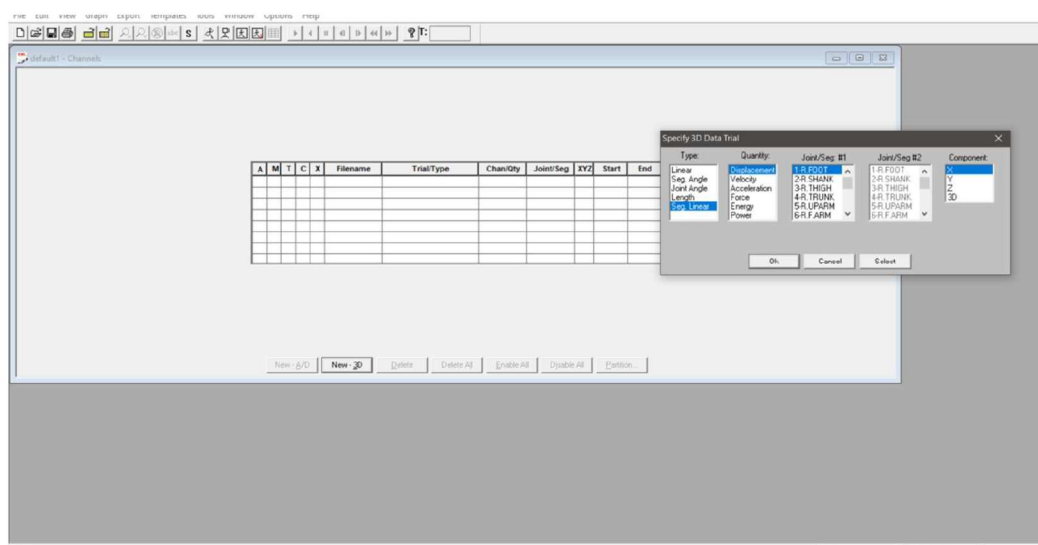


الشكل 3 يوضح الشكل التخطيطي المتسلسل لأجزاء للجسم.

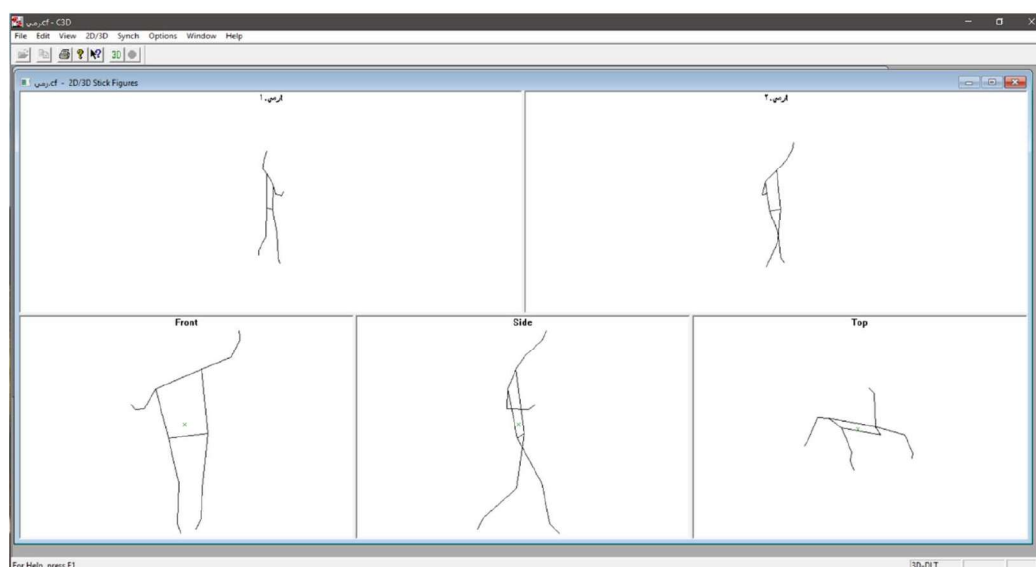
تم تحليل الاداء الحركي اذ تم استخراج المتغيرات التالية:

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 الأفقي (X) العمودي (Y) ال العميق (Z) والمحصلة (D3) ويتم بتقسيم الإزاحة على زمن تحرك النقطة من موقع إلى آخر وفي الأحداثيات الثلاثة فضلا عن المحصلة.
- ث. التعجيل (Acceleration): في المحاور الأفقي (X) العمودي (Y) العميق (Z) المحصلة (D3): عبارة عن حاصل قسمة تغير السرعة لنقطة من موقع إلى آخر ويتطلب ذلك ثلاث أحداثيات للنقطة، وتسع أحداثيات لغرض إيجاد التعجيل في المحاور الثلاثة، فضلا عن التعجيل المحصلة.
2. القوة (Force) في المحاور الأفقي (X) العمودي (Y) العميق (Z) المحصلة (D3).



الشكل (4) يوضح المتغيرات التي يقيسها البرنامج



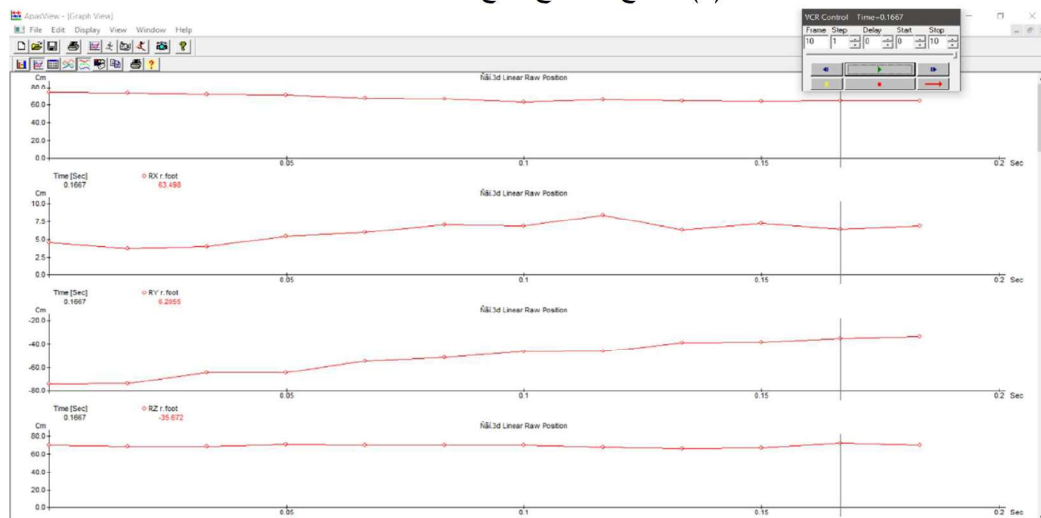
الشكل (5) يوضح الاشكال الثلاثية الابعاد لمرحلة الرمي

Apex CYSPAR Application - (default - Table Data)

File Edit View Graph Export Templates Tools Window Options Help

<

الشكل (6) يوضح استخراج نتائج المتغيرات الكينماتيكية



الشكل (7) يوضح نموذج الرسوم البيانية للمتغيرات الكينماتيكية

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

الهدف: قياس المسافة المنجزة (الإنجاز).

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

طريقة الأداء: أداء الفعلية وفق القانون الدولي بإعطاء (6) ست محاولات قانونية لكل مختبر ويتم قياس كل 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 أجل الحصول على صيغة علمية لقياس هذه المتغيرات، استخدم الباحث التصوير الرقمي، وتم تسجيل النتائج في استمارات أعدت لهذا الغرض وجراء العمليات الإحصائية المناسبة، واستخراج المتغيرات الميكانيكية بعد تحليل أفضل مسافة على وفق برنامج التحليل الحركي باستخدام برنامج (APAS).

7. الوسائل الإحصائية: 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 Sec	ازاحة Cm	ازاحة 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 والانتاج وتحليلها ومناقشتها

الجدول 3 يبين قيمة الوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة (ر) المحسوبة لمحصلة ازاحة D3D اجزاء الجسم حول المحاور الثلاث وارتباطها بالانتاج.

الجهات	الاجزاء	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ر) المحسوبة	مستوى الخطأ 0.05	دلالة الارتباط
	الانتاج	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 ثقل الجسم	22.1870	2.78775	.893**	.000	دال

• وحدة القياس هي (سم) (Cm).

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

الجدول 4 يبين قيمة الوسط الحسابي والانحراف المعياري لمحصلة السرعة V3D لاجزاء الجسم وقيمة (ر) المحسوبة وارتباطها بالانتاج.

الجهات	الاجزاء	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ر) المحسوبة	مستوى الخطأ 0.05	دلالة الارتباط
	الانتاج	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 ثقل 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 التزايدى A3D لا جزء 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 ثقل الجسم	3339.8490	11588.19419	.935**	.000	دال

• وحدة القياس هي (سم/ثا²) (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 مفصل الجسم (الوركين والركبتين والكاحلين) انثناء بسيط من أجل ترك الأرض (القفز) قليلا إلى الأعلى لكي يكسب الجسم زخما يحوله إلى الذراع ثم إلى 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 أجل نقل الجسم باتجاه الثقل وإكسابه زخماً مناسباً لينقله أخيراً باتجاه الكرة إذ يستدير اللاعب إلى جهة اليمين إذا كان الرامي بحيث ينتقل مركز ثقل كتلة الجسم فوق القدم اليمنى.

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

ويضيف (David A. Dainty & Robert, 31, 1987) إلى أن الزيادة في مستوى سرعة أجزاء الجسم تؤدي إلى زيادة سرعة الانطلاق، كما أن القوى تؤثر بشكل وآخر 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 باتسياب 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 أن كتلة أطوال أجزاء الجسم هي ثابتة فإن السرعة الزاوية هي المتغير فزيادة السرعة الزاوية لأي جزء من أجزاء الجسم يعطي زيادة في الزخم الزاوي لذلك الجسم. وأن الزيادة في الزخم الزاوي للذراع والذراع الرامية لحظة ما قبل انطلاق الثقل يؤدي إلى حصول الثقل على زخم خطي كبير لحظة الانطلاق وما بعد الانطلاق. إذن أن الزخم الزاوي يتناسب طردياً مع الزخم الخطي (كتلة الجسم × سرعته) فكلما يزداد الزخم الزاوي فإن ذلك يكون سبباً كافياً لزيادة الزخم الخطي للجسم أثناء الدوران مع ثبات نسبي في طول ذلك الجسم، إذ يتم تفسير ذلك من خلال المعادلة التالية:- (عبد الكريم:2010:118)

$$\text{الزخم الزاوي} = \text{كتلة الجزء} \times \text{نق} \times 2 \times \text{السرعة الخطية/نق} \quad (\text{السرعة الخطية} = \text{س} \times \text{ز} \times \text{نق})$$

$$\text{الزخم الزاوي} = \text{الكتلة} \times \text{نق} \times \text{السرعة الخطية}$$

$$\text{وبما أن (الكتلة} \times \text{السرعة الخطية)} = \text{زخم خطي}$$

$$\text{فإن الزخم الزاوي} = \text{الزخم الخطي} \times \text{نق}$$

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

إذ إن متغير سرعة انطلاق الثقل اللحظية من يد الرامي من أهم المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة في الإنجاز المتحقق، لأن 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، ولاسيما 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: 1991: 237)

ويرى الباحث أن التطبيق الصحيح للشروط الميكانيكية يعد من الضروريات الأساسية في الحصول على أفضل إنجاز 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 باتجاه المحاور الثلاث (x, y, z) وظهرت 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 وآخرون: تحليل الميكانيكا الحيوية في فعاليات ألعاب الساحة والميدان : (البصرة، مطبعة دار الحكمة، 1991).
- القانون الدولي لألعاب القوى، (ترجمة) صريح عبدالكريم الفضلي: (دار الضياء للطباعة، 2011).
- طلحة حسام الدين وآخرون؛ علم الحركة التطبيقي، جزء 1، ط 1 (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.